

BAB II

PERANAN DAN KEGUNAAN HUTAN PAYA BAKAU

2.1 PENGENALAN

Malaysia sebuah negara tropika yang mempunyai pelbagai jenis hutan seperti paya bakau yang merupakan kumpulan utama hutan tropika. Ia terbentuk daripada sekumpulan khusus tumbuhan yang hanya boleh didapati di sepanjang pesisir pantai yang cetek serta di muara sungai berlumpur. Hutan bakau adalah komuniti tumbuhan yang sangat signifikan dalam kehidupan manusia sejak zaman dahulu lagi. Sejarah penelitian mendapati bahawa tidak ada komuniti tumbuhan lain yang menerima perhatian penyelidikan saintifik yang berpanjangan seperti yang diterima oleh tumbuhan paya bakau yang sangat unik (Lugo & Snedaker 1974). Penulisan paling awal mengenai hutan bakau bermula pada zaman Theophrastus (305 S M) dan Nearchus (325 S M) mengisahkan mengenai akar pohon *Rhizophora* yang unik berdiri kukuh di pinggir laut (Walsh 1977).

Pada umumnya tumbuhan ini hidup di kawasan yang mengalami air pasang surut. Komuniti tumbuhan ini sangat kompleks serta mempunyai ekosistem yang produktif dengan pelbagai fungsi seperti melindungi pinggir pantai, mengurangkan kadar hakisan dan menjadi habitat bagi benih-benih hidupan akuatik (Paiman 1996). Keunikan hutan bakau ialah pada permukaan tanahnya tidak terdapat sebarang tumbuhan kecil lain kecuali anak bakau sahaja dan lazimnya hanya satu jenis spesies bakau yang tumbuh di sesuatu kawasan.

2.2 TANAH LEMBAP

Tanah lembap didefinisikan dalam Konvensyen Ramsar pada 1961 sebagai kawasan paya, rawa, tanah gambut secara semulajadi atau buatan, berkeadaan tetap atau sementara, dengan air bergenang (statik) atau mengalir, air tawar, payau atau masin, termasuk juga wilayah perairan laut yang dalamnya tidak melebihi 6 meter pada waktu air surut paling rendah (Davies et al. 1993). Takrif ini merangkumi dasar terumbu dan rumpai laut di kawasan tepi pantai iaitu kawasan berlumpur, paya bakau, estuari, sungai, paya air tawar, hutan paya dan tasik. Terdapat banyak klasifikasi tanah lembap mengikut berbagai aspek penelitian. Konvensyen Ramsar telah mengutarakan klasifikasi tanah lembap dan ia terbahagi kepada tiga bahagian utama iaitu:

- | | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1) Air masin | a) Air laut | - subtidal & intertidal |
| | b) Estuari | - subtidal & intertidal |
| | c) Lagun | |
| | d) Tasik | |
| 2) Air tawar | a) Lembangan sungai | - Tetap & bermusim |
| | b) Tasik (lakustrin) | - Tetap & bermusim |
| | c) Rawang (palustrin) | - Terapung & hutan |
| 3) Buatan manusia | a) Akuakultur | |
| | b) Tanah pertanian | |
| | c) Kawasan simpanan air | |
| | d) Lombong & kolam kumbahan | |
| | e) Kolam pengewapan garam | |

2.3 TAKRIF HUTAN PAYA BAKAU

Perkataan “mangrove” (bakau) terhasil atau wujud daripada kombinasi perkataan Portugis untuk pokok “mangue” dan perkataan Inggeris “grove”. Perkataan ini adalah bersifat ekologi, ia merujuk kepada tumbuhan jenis renek dan pepohon dikot serta monokot yang hidup di zon paras pasang surut dan zon perairan cetek di tropika dan subtropika (Ellison 1994). Hutan bakau juga dikenali sebagai “mangale” atau mangal (Dawes 1981). Mastaller (1997) pula menjelaskan perkataan “mangrove” berasal daripada perkataan Melayu lama “manggi-manggi” yang digunakan untuk merujuk famili pokok bakau dan masih digunakan

di Indonesia Timur masa kini untuk memperihalkan genus *Avicennia* atau pokok Api-api. Kumpulan genus ini disebut sebagai *el gurm* (atau el q'urum) oleh orang Arab dan manggi-manggi oleh orang Melayu kuno. Maka timbul pandangan kemungkinan perkataan "mangrove" berasal daripada perkataan mang-gurm gabungan nama Arab dan Melayu kuno.

Schimper pada 1891 telah menakrifkan perkataan "mangrove" sebagai formasi yang wujud di bawah paras air pasang (dalam Tomlinson 1986). Viles & Spencer (1995) pula menjelaskan bahawa pokok bakau adalah tumbuhan yang hidup di pinggir pantai yang berlumpur. Secara amnya, ia juga disebut sebagai hutan paya laut dan ia sinonim dengan hutan paya bakau (FAO 1994; Aksornkoe 1975; Govindasamy et al. 1997). Hutan ini juga dikenali dengan beberapa nama lain seperti hutan pantai atau hutan payau (Anugerah 1993).

Perkataan "mangrove" merangkumi dua konsep iaitu ia merujuk kepada kumpulan spesies tumbuhan malar hijau yang terdiri daripada beberapa famili tetapi mempunyai ciri-ciri dan keupayaan fisiologi dan struktur adaptasi yang sama terhadap habitat tertentu (Aksornkoe 1978) dan lazimnya memperlihatkan struktur pengezonan atau zon ekologi yang nyata dan jelas (Viles & Spencer 1995).

Perkataan bakau lazimnya digunakan dalam dua pengertian iaitu:

- (i) Merujuk kepada kumpulan tumbuhan yang hidup di kawasan yang ditenggelami oleh air laut pasang.
- (ii) Spesies tumbuhan khusus yang wujud dalam kumpulan tertentu. Ia selalunya terbatas atau terhad kepada spesies tumbuhan yang mempunyai akar pneumatofor atau bersifat vivipari atau kedua-duanya (Macnae & Kalk 1962).

2.4 FORMASI HUTAN PAYA BAKAU

Menurut MacNae (1963) yang melakukan kajian di Inhaca, koloni pokok bakau spesies *Avicennia marina* (Api-api) merupakan spesies perintis yang akan tumbuh di dataran pantai dan hidup kukuh dengan kehadiran pneumatofor yang menghalang hempasan ombak. Akhirnya lumpur akan mula berkumpul dan bertompok di sekitar akar Api-api tersebut dan

akan menggalakkan pertumbuhan spesies lain (Macnae 1963). Carter (1988) pula berpendapat bahawa bakau *Rhizophora spp.* merupakan spesies awal yang tumbuh dan mendominasi kawasan pantai.

2.5 CIRI-CIRI HUTAN PAYA BAKAU

Paya bakau merujuk kepada kumpulan hutan unik yang mendominasi zon pasang surut pantai tropika dan subtropika, umumnya antara latitud 30° Utara dan 30° Selatan (Chapman 1977). Hutan paya bakau merangkumi 1/3 iaitu 190 000 - 240 000 km persegi daripada pesisir pantai tropika dan subtropika (Barbier & Cox 2004). Spesies bakau hidup subur di kawasan berlumpur yang terlindung daripada tindakan ombak secara langsung, menerima pengaruh pasang surut dan kadar endapan yang tinggi (Dawes 1981). Hutan bakau boleh ditemui di kawasan pantai, teluk, lagun dan kuala sungai. Menurut Vannucci (1988) spesies bakau hidup subur di kawasan yang menerima regim pasang surut yang normal dan kedalaman air yang signifikan antara 1-2 kaki dan suhu air tidak kurang dari 20°C. Pendapat ini disokong dengan kenyataan bahawa hutan hidup subur di kawasan yang suhunya tidak kurang daripada 20°C (Raffaelli & Hawkins 1996). Clark (1977) dalam penelitiannya menyatakan bahawa bakau tidak boleh hidup pada suhu udara di bawah 25°F (-4 °C).

Hutan bakau adalah jenis hutan khusus yang tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pokok bakau tumbuh di kawasan pantai yang terlindung daripada tiupan angin kencang dan lazimnya ia akan tumbuh lebih subur dan meluas jika wujud muara sungai yang lebar. Hutan ini tidak akan tumbuh di kawasan pantai yang curam dan berombak besar (Anugerah 1993). Hutan bakau merupakan salah satu daripada rupabentuk utama ekosistem di kawasan tropika dan subtropika. Hutan jenis ini boleh didapati di pantai benua Asia, Australia dan New Zealand, namun hutan bakau yang terdapat di Asia Tenggara khususnya Malaysia, Sumatera dan Borneo merupakan yang paling subur dan mengagumkan (Soepadmo 1980).

Substrat atau tanah paya bakau adalah campuran lumpur, pasir dan kelodak serta bahan organik. Pergerakan ombak yang berterusan dan aliran sungai mengakibatkan tanah

hutan paya bakau sentiasa terendam, tidak stabil, tidak aerobik dan masin serta mempunyai pH yang tinggi. Selain keistimewaan ini, hutan paya bakau juga terdedah kepada purata suhu udara tahunan yang tinggi, sinaran matahari, tiupan angin yang kuat dan lama, percikan garam dan kelembapan yang kurang berbanding dengan tumbuhan lain di daratan. Faktor-faktor abiotik yang unik ini menyebabkan habitat mangal ini tidak sesuai untuk majoriti tumbuhan dan spesies hidupan (Soepadmo 1980).

2.6 KLASIFIKASI HUTAN PAYA BAKAU

Hutan paya bakau boleh dibahagikan kepada dua jenis paya bakau dan paya nipah. Hutan paya bakau telah dikelaskan mengikut kriteria atau sudut perhutanan iaitu paya bakau, dataran lumpur, paya air tawar, paya gambut, tasik, tasik ladam, sistem sungai, rawang dan sawah padi. Jenis tanah lembap yang lain ialah hutan paya gelam *Melaleuca spp.*, hutan rawa dan tanah paya.

Woodroffe (1990) mengenalpasti tiga kawasan tumpuan utama tumbuhan bakau yang dibezakan oleh sedimentasi iaitu:

- Kawasan dominasi lembangan sungai seperti Sungai Ganga di India, Sungai Mekong di Vietnam, Sungai Brahmaputra di Bangladesh dan Sungai Rejang di Sarawak.
- Persekitaran pinggir laut dominasi pasang surut.
- Kawasan karbonat berkaitan pulau batu karang.

Pokok-pokok bakau yang tumbuh di hutan Malaysia terdiri daripada berbagai spesies. Bagaimanapun pokok ini mempunyai bentuk dan sifat fisiologi yang hampir sama. Spesies yang mudah ditemui ialah pokok api-api (*Avicennia spp.*), bakau (*Rhizophora spp.*), perepat (*Sonneratia spp.*) dan berus (*Bruguiera spp.*). Pokok-tersebut mempunyai keistimewaan yang tersendiri termasuklah ciri-ciri bernafas melalui akar udara (pneumatofor) dan akar yang berfungsi sebagai penyokong (akar jangkang) serta kebolehan bertoleransi terhadap paras kemasinan yang tinggi (Soepadmo 1980). Bakau dibahagikan kepada 3 klasifikasi mengikut sistem akarnya dan sifat pembiakan iaitu pokok bakau yang mempunyai akar jangkang, akar udara (pneumatofor) dan vivipari.

- 1) Akar jangkang- contoh spesies ialah bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) dan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*).
- 2) Akar udara- contoh spesies ialah api-api (*Avicennia spp.*) gedobu (*Sonneratia ovata*), berembang (*Sonneratia caseolaris*) dan perepat (*Sonneratia alba*).
- 3) Vivipari- contoh spesies ialah tumu putih (*Bruguiera saxangula*), tumu merah (*Bruguiera hainesji*), tengar burung (*Ceriops decandra*) dan lenggadai (*Bruguiera parviflora*).

2.7 SISTEM ADAPTASI POKOK PAYA BAKAU

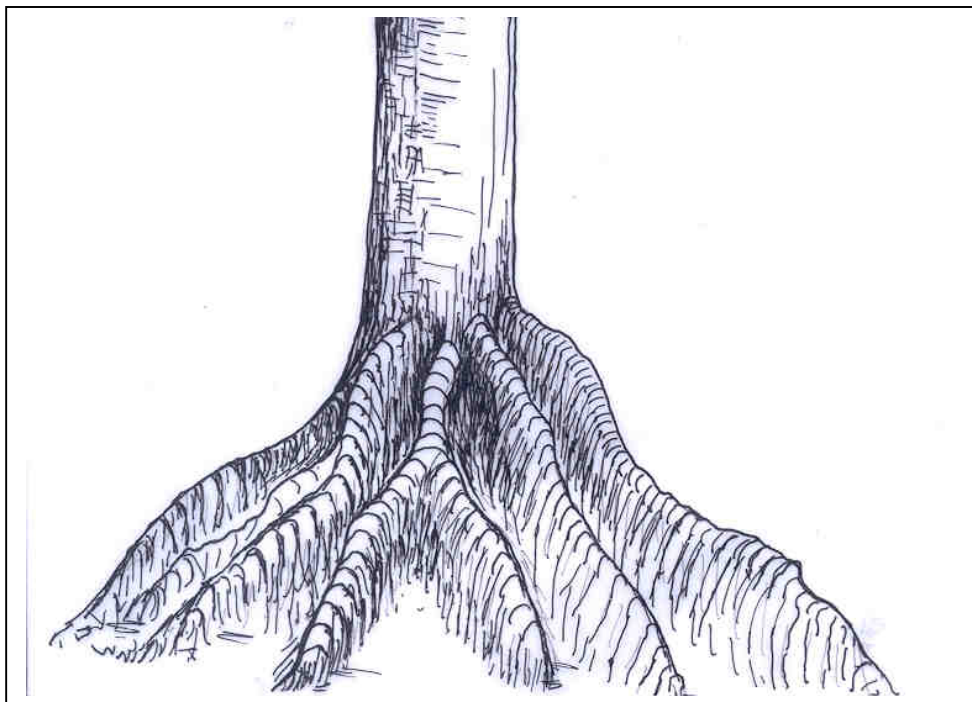
Komuniti tumbuhan ini sangat kompleks serta mempunyai ekosistem yang produktif dan berbagai fungsi seperti melindungi pinggir pantai, mengurangkan hakisan dan menjadi habitat bagi anak-anak hidupan akuatik (Paiman 1996). Beberapa pakar seperti Aksornkoe (1993), Zottoli (1978) dan Khairuddin (1992) mengutarakan bahawa bakau teradaptasi dengan persekitaran seperti tekanan air tinggi, kemasinan dan kekurangan air tawar melalui:

- i) Pembinaan adaptasi akar mekanikal untuk mencengkam pada tanah lembut.
- ii) Formasi akar pernafasan dan struktur pengudaraan.
- iii) Kaedah pembenihan yang istimewa (vivipari) contohnya benih bakau Lenggadai akan bergantung pada pokok induk untuk mendapat makanan untuk proses pembesaran akhirnya akan terpisah dan terjatuh sama ada tercacak ke dalam lumpur atau hanyut di permukaan air.
- iv) Kepelbagaian kaedah sebaran benih.
- v) Pembinaan struktur *xerophytic* iaitu ciri morfologi dan fisiologi yang mampu hidup dalam persekitaran defisit air tawar.

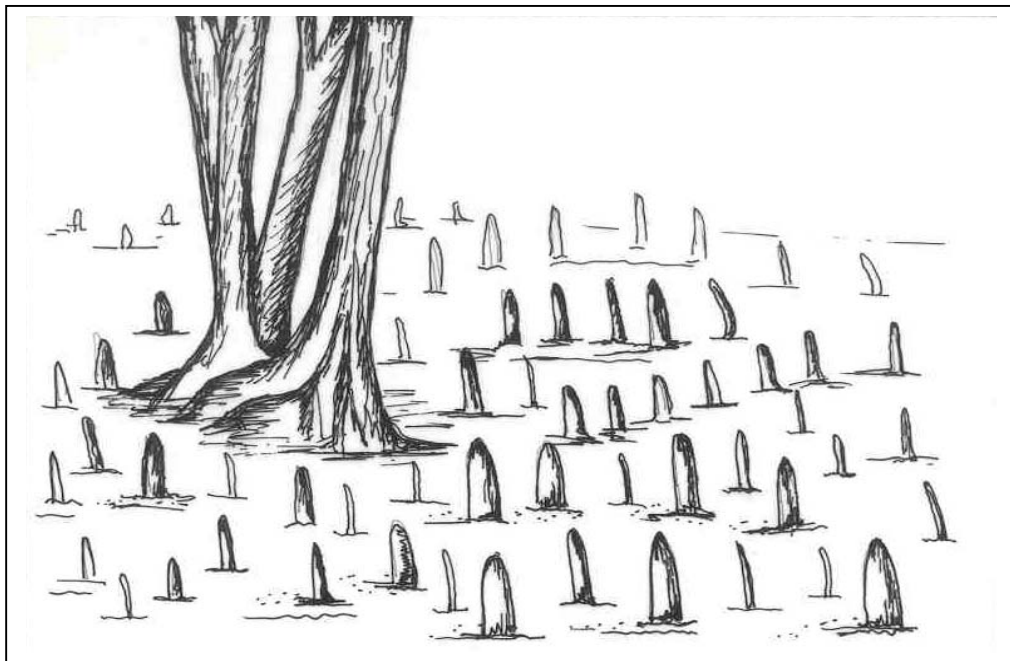
Pokok bakau mempunyai sistem adaptasi yang baik terhadap persekitaran contohnya akar-akar pokok bakau seperti jaringan akar jangkang (*Avicennia sp.* dan *Rhizophora sp.*) (Rajah 2.1), akar banir atau perdu (*Laguncularia sp.* dan *Xylocarpus sp.*) (Rajah 2.2) akar pneumatofor (*Avicennia sp.* dan *Sonneratia sp.*) (Rajah 2.3), dan akar berbentuk lutut (*Bruguiera sp.*) (Rajah 2.4). Di samping itu, pokok bakau juga mempunyai



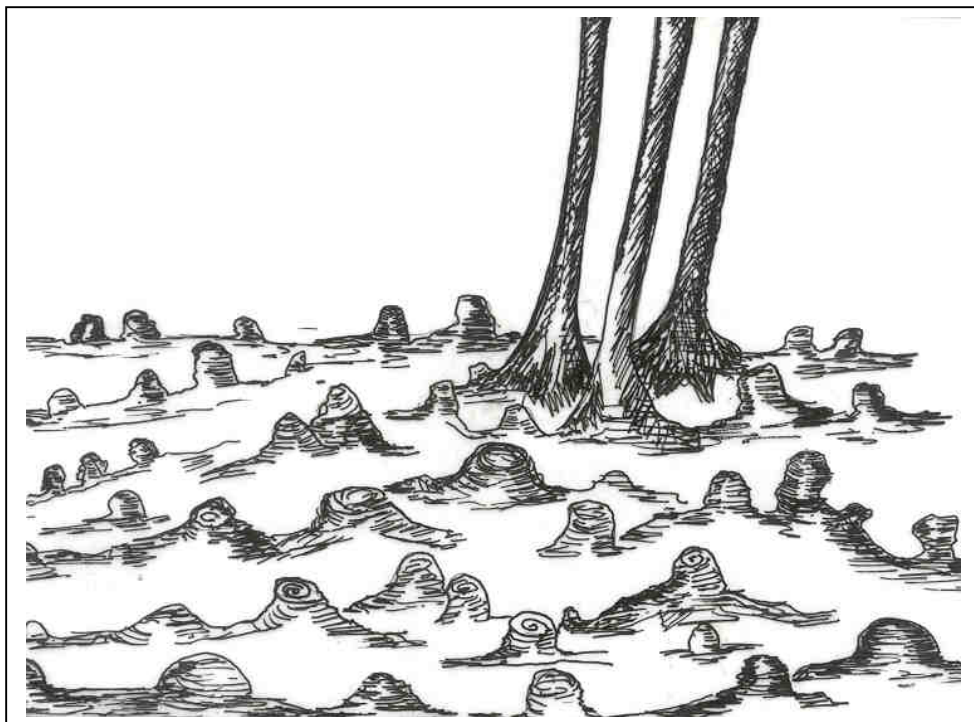
RAJAH 2.1 Akar jangkang- *Rhizophora sp.* dan *Avicennia sp.*



RAJAH 2.2 Akar banir- *Xylocarpus sp.* dan *Laguncularia sp.*



RAJAH 2.3 Akar pneumatofor *Avicennia sp.* dan *Sonneratia sp.*



RAJAH 2.4 Akar lutut *Bruguiera sp.*

sistem adaptasi yang tinggi terhadap tekanan fisiologi seperti kemasinan dan keadaan kurang oksigen contohnya pokok *Aegiceras sp.* mempunyai kelenjar rembesan garam pada daunnya (Zottoli 1978) manakala pokok *Avicennia sp.* pula menghasilkan jumlah akar pneumatofor yang banyak pada permukaan air untuk bernafas (Viles & Spencer 1995).

Pokok bakau adalah sejenis tumbuhan yang istimewa iaitu ia mempunyai akar bernafas atau akar ceracak (akar udara atau pneumatofor). Akar itu dapat menyerap oksigen yang diperlukan terus dari udara, contoh lazim Api-api (*Avicennia sp.*) dan perepat (*Sonneratia sp.*), kedua-duanya ialah tumbuhan paya laut. Pokok ini tumbuh di bahagian pinggir paya di dalam lumpur iaitu zon lapisan pertama tumbuhan menghadap ke laut. Permukaan tanah terdedah hanya dalam satu tempoh masa yang pendek ketika air surut. Akarnya tumbuh mendatar dalam lumpur dan mengeluarkan cabang-cabang tegak yang tumbuh ke atas beberapa inci terkeluar dari aras lumpur (Rajah 2.3). Akar-akar yang tegak ini ialah organ pengudaraan. Apabila terdedah kepada udara ia boleh menyerap oksigen terus dari udara tetapi semasa air pasang ia masih mendapat udara apabila air laut berombak (Holttum 1970).

Selain itu, akar-akar ceracak juga mempunyai tugas penting yang kedua iaitu sebagai alat pemakanan. Akar-akar kecil yang mendatar berhampiran dengan permukaan substrat menyerap makanan dalam lumpur yang dihanyutkan oleh sungai. Apabila lumpur mulai berkumpul dan mulai stabil, akar-akar pemakanan baru pula akan tumbuh keluar dari akar-akar ceracak itu. Demikian, akar ceracak itu akan sentiasa mengeluarkan akar-akar pemakanan yang baru di setiap lapisan lumpur untuk mendapatkan makanan dan oksigen yang terlarut (Holttum 1970; Jamieson & Reynolds 1967).

Pokok temu (*Bruguiera sp.*) juga mengeluarkan akar-akar yang bernafas di dalam lumpur. Akar ini terdiri daripada cabang-cabang tegak besar yang berbentuk lutut (Rajah 2.4). Ia tumbuh di bahagian paya laut yang tua di mana banjir tidak lama dan permukaan tanahnya lebih stabil. Buahnya terbentuk seperti buah *Rhizophora sp.*, tetapi akar anak benih itu telah tumbuh semasa di pohon induk lagi dan sedia untuk tumbuh apabila jatuh ke lumpur. Pokok *Bruguiera sp.* tidak mempunyai akar sokong tetapi perdu batangnya mempunyai banir yang tumpat yang terhubung kepada akar-akar berupa rebung yang menjulur tidak jauh dari permukaan lumpur (Rajah 2.4). Ciri istimewa *Bruguiera sp.* ialah ia mempunyai akar tegak berbentuk lutut yang tumbuh keluar ke udara dari akar yang berada di dalam lumpur. Akar-akar yang tegak ini bertugas sebagai alat bernafas dan tergolong dalam jenis akar pneumatofor (Holttum 1970; Khairuddin 1992).

Tumbuhan di hutan paya bakau mengadaptasi dengan persekitaran menggunakan akar udara, akar sokong serta batang berbanir untuk sokongan. Sementara itu, bagi mengatasi masalah penyusupan akar, pokok bakau mempunyai sistem akar yang pendek tetapi berkembang jauh dan kompleks. Pokok bakau mempunyai keupayaan istimewa bagi menyesuaikan diri dengan tanah yang terendam atau berlumpur dan mempunyai kandungan oksigen yang rendah. Pokok bakau mempunyai tisu lembut yang mengandungi udara dan oksigen diangkut dengan cepak ke seluruh bahagian tumbuhan dari akar ke pucuk dan kadang kala tisu lembut ini muncul di permukaan air dan ia dikenali sebagai akar pneumatofor. Akar-akar pneumatofor berkembang secara menegak daripada akar dasar dan terdedah di permukaan air (IPT-Asian Wetland Bureau 1994; MaComb & Lake 1990; Zottoli 1978).

Sementara itu, pokok bakau beradaptasi terhadap persekitaran air masin dengan cara yang tersendiri. Kehadiran kelenjar istimewa yang dikenali sebagai kelenjar garam pada daun pokok bakau menyebabkan ia mampu mengasingkan atau menapis garam daripada menyerap ke dalam tisu-tisu pokok. Oleh itu, kandungan garam dalam tisu pokok bakau adalah rendah berbanding dengan tumbuhan lain (MaComb & Lake 1990).

2.8 ZON-ZON HUTAN PAYA BAKAU

Bakau adalah pokok kayu yang hidup pinggir pantai yang tenang. Pokok bakau adalah merupakan komponen ekstensif hutan tropika (Rabinowitz 1978). Ia juga disebut sebagai hutan halofit yang dominan di zon tropika dan subtropika (Longman & Jenik 1995). Pokok bakau tergolong dalam kumpulan halofit kerana ia merupakan tumbuhan yang hidup di kawasan habitat yang bersaliniti tinggi (Field 1984). Hutan paya bakau terbentuk daripada sekumpulan khusus tumbuhan yang hanya boleh didapati di sepanjang pinggir pantai yang cetek, zon air pasang surut serta di muara sungai berlumpur. Bakau lazimnya terdapat di lagun, muara sungai-sungai tropika dan di kawasan yang terlindung di pulau dan teluk (Dawes 1981; Soepadmo 1980). Bakau tergolong dalam kumpulan halofit merangkumi 12 genera dalam 8 famili (Dawes 1981). Menurut Soepadmo (1980) terdapat 30-40 jenis spesies bakau di kawasan Asia tenggara, manakala menurut Dawes (1981) terdapat 65 jenis bakau di Asia tenggara.

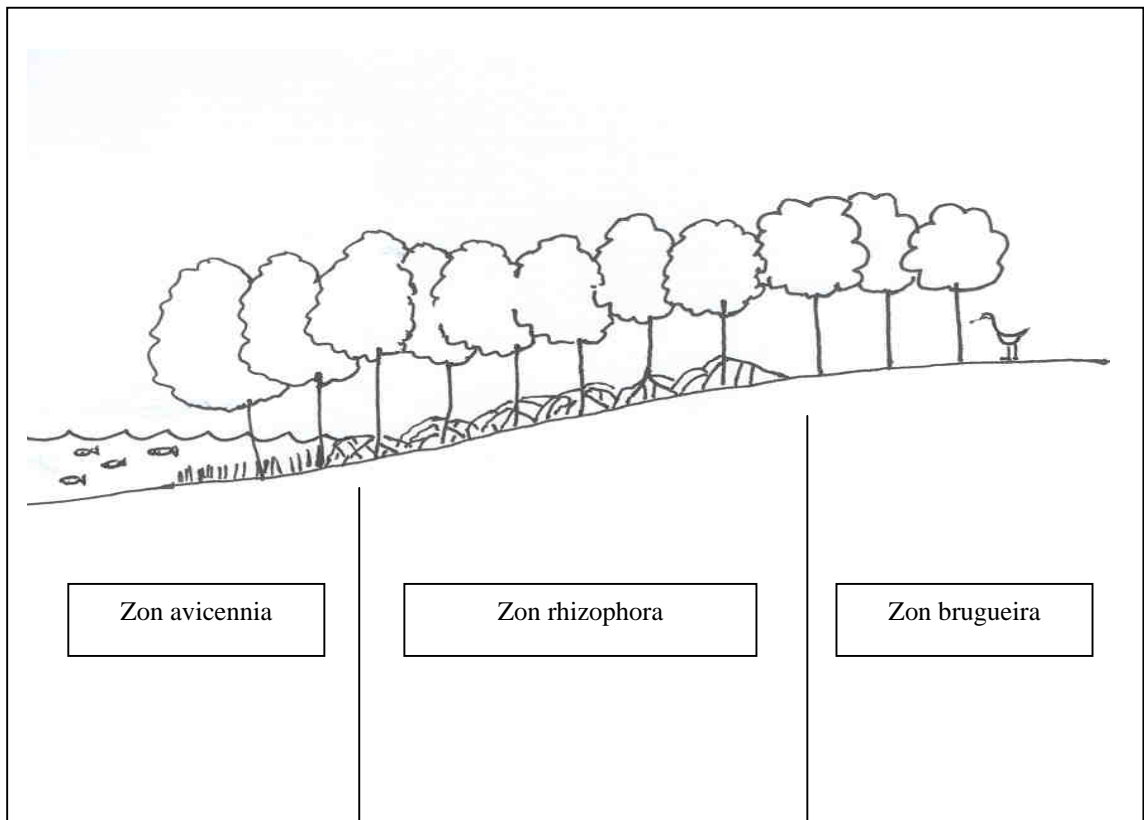
Pokok bakau mempunyai adaptasi berbeza di setiap zon persekitaran yang berlainan bermula dari kawasan darat sehinggalah ke laut. Sekiranya pemerhatian dilakukan dari pinggir laut hingga ke daratan akan kelihatan perbezaan jaluran pokok bakau atau zon pokok bakau yang mengandungi spesies atau kombinasi spesies yang berlainan. Meskipun secara sepintas lalu hutan bakau nampak seragam, namun komposisi hutan sangat unik. Perbezaan frekuensi, saliniti dan substrat menyebabkan hutan bakau mempunyai struktur yang khas iaitu membentuk lapisan atau zon vegetasi yang berbeza (Endah et al. 1996). Jika dilihat dari udara, zon-zon ini mempunyai warna yang berlainan. Zon kelihatan lebih jelas di kawasan bercerun yang biasanya mengalami perubahan drastik pada ciri-ciri fizikal seperti pancaran matahari, jenis tanah, kemasinan, pH dan kekerapan ditenggelami air. Pengezonan juga dipengaruhi oleh keupayaan untuk bertoleransi dengan ombak dan kaedah pembiakan iaitu cara taburan biji benih (Jadual 2.1) (IPT-Asian Wetland Bureau 1994). Terdapat perbezaan jenis pokok bakau yang tumbuh di muara sungai, dataran lumpur dan tepi pantai. Jenis bakau yang berlainan yang akan tumbuh di zon dan tumbuh dan membiak, setelah beberapa lama akan diganti dengan jenis bakau yang lain dan akhirnya menjadi hutan hujan tropika (Thom 1984).

JADUAL 2.1 Taburan pelbagai spesies bakau di sepanjang kawasan paya bakau

Spesies	Nama Tempatan	Jarak dari pantai	Kawasan air pasang	Faktor lain
<i>Avicennia spp.</i>	Api-api putih Api-api merah Api-api hitam Api-api berbulu Ludat	Menghadap pantai (paling depan laut)	Air pasang sederhana	Sentiasa ditenggelami air
<i>Rhizophora spp.</i>	Bakau kurap Bakau minyak Bakau tanduk Belukap	Tanah paling rendah	Air pasang besar, kecil dan sedang	Kerap ditenggelami air
<i>Sonneratia spp.</i>	Berembang Pedada Gedabu	Menghadap pantai	Air pasang sederhana	Sentiasa Direndami air
<i>Bruguiera spp.</i>	Tumu, Burus, Mata buaya, Lenggadai	Pendalaman tanah tinggi	Air pasang besar sekali berlaku	Separuh kering dan lembap
<i>Excoecaria spp.</i>		Pendalaman tanah tinggi	Air pasang besar sekali berlaku	Separuh kering
<i>Xylocarpus spp.</i>		Pendalaman tanah tinggi	Air pasang besar sekali berlaku	Separuh kering

Sumber: Macnae 1968 dalam Lokman 1992

Zon jalur pokok bakau lazimnya adalah seperti berikut *Avicenna sp*, *Sonneratia sp*, *Bruguiera sp* dan *Rhizophora sp* mengikuti urutan dari darat ke laut (Rajah 2.5). Pokok jenis *Rhizophoraceae* merupakan pokok yang pertama bertapak wujud di kawasan pantai, dengan keistimewaan akar jangkangnya akan menyusup lumpur dan menyokong agar pokok ini dapat berdiri kukuh. Akar ini juga membantu dalam memerangkap sedimen dan menyediakan kerangka pembinaan daratan yang lebih kukuh. Lapisan zon dari pinggir laut pula ialah pokok *Avicennia germinans* yang akan mula tumbuh dan seterusnya di kawasan yang lebih cetek dan stabil tanahnya ditumbuhi oleh pokok *Laguncularia racemosa* (Zottoli 1978; Rutzler & Feller 1996). Di kawasan lebih kering terdapat lebih banyak spesies bakau seperti *Xylocarpus spp.*, *Ceriops spp.*, *Excoecaria spp.*, *Heritiera spp.*, *Oncosperma spp.* dan *Intsia spp.* (Yap & Adnan 1991).



RAJAH 2.5 Zon hutan paya bakau

Sumber: Diubahsuai dari FAO 1994, Chapman 1984, Ismail & Yaakub 1994

2.9 TABURAN GEOGRAFI HUTAN BAKAU DI MALAYSIA

Menurut Laporan Tahunan 2000 Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia keluasan tanah yang mengandungi tanah hutan asli di Semenanjung Malaysia pada akhir tahun 2000 dianggarkan 5.98 juta hektar atau 45.5 peratus daripada jumlah kawasan tanah keseluruhannya. Kawasan yang masih diliputi hutan seperti di Jadual 2.2.

JADUAL 2.2 Luas kawasan hutan di Semenanjung Malaysia 2000

Jenis hutan	Kawasan hutan (juta hektar)	Peratus
Dipterokarp	5.62	94.0
Paya gambut	0.20	3.3
Paya bakau	0.09	1.5
Ladang hutan	0.07	1.2
Jumlah	5.98	100

Sumber: Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia 2000

Malaysia mempunyai garis pantai sepanjang 4800 kilometer di mana 1963 kilometer terdapat di Semenanjung Malaysia dan 1802 kilometer di Sabah dan 1035 kilometer di Sarawak manakala 640 kilometer daripada jumlah keseluruhan diliputi oleh hutan paya bakau (Sharifah Mastura 1992; Yap & Adnan 1991). Malaysia memiliki lebih daripada 1.5 juta hektar hutan paya bakau dan hampir separuh daripadanya terletak di Sabah (240 000 hektar). Hutan bakau terdapat di sepanjang pantai barat Semenanjung Malaysia, di sepanjang pantai timur Sabah, di delta Sungai Rajang, Sarawak dan di sepanjang sungai Trusan-Lawas, Sarawak. Di Semenanjung Malaysia pula terdapat sekitar 225 033 hektar hutan bakau dimana 96 peratus terdapat di Pantai Barat manakala 4 peratus terdapat di Pantai Timur (Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia 2000; Mohd. Azmi & Sharr 1982). Manakala di Sarawak pula terdapat sekitar 173 600 hektar hutan paya bakau dan hampir 40 000 hektar adalah hutan simpan (Kam 1985). Merujuk kepada Jadual 2.3, 2.4 dan 2.5 menunjukkan taburan dan keluasan kawasan hutan bakau di Semenanjung Malaysia. Hampir 43 peratus keluasan kawasan hutan paya bakau terdapat di Perak, 29 peratus di Selangor, 18 peratus di Johor dan 8 peratus di Kedah. Hutan paya bakau yang paling luas ialah Hutan Simpan di Matang, Perak iaitu seluas 40 151 hektar.

JADUAL 2.3 Taburan dan keluasan hutan paya bakau di Malaysia tahun 2000

Negeri	Hutan paya Bakau (hektar)	Hutan simpan kekal (hektar)
Selangor	15 090	225 378
Kedah	7 949	344 262
Melaka	77	5 332
N. Sembilan	454	163 182
Pahang	2 736	1 493 943
Perak	41 302	994 455
Perlis	-	9 916
P.Pinang	541	6 406
Kelantan	-	625 895
Johor	17 832	337 928
Terengganu	1 130	553 844
Jumlah	87 021	4 760 602

Sumber: Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia 2000

JADUAL 2.4 Keluasan hutan simpanan kekal mengikut jenis hutan
di Semenanjung Malaysia tahun 1999 (hektar)

Negeri	Keluasan Kawasan	Hutan Darat	Hutan Paya gambut	Hutan Paya laut	Jumlah
Johor	1898 629	5099	17 029	17 029	343 282
Kedah	924 530	0	7949	7949	340 006
Kelantan	1493 181	0	0	0	625 843
Melaka	164 988	0	77	77	4936
N. Sembilan	664 591	0	454	454	163 339
Pahang	3596 585	97 406	2786	2786	1496 979
Perak	2102 150	0	41 302	41 302	997 367
Perlis	80 302	0	0	0	10 409
P. Pinang	103 150	0	541	451	6406
Selangor	787 164	76 134	15 090	15 090	236 739
Terengganu	1295 566	13 819	1295	1295	553 884

Sumber: Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia 1999

JADUAL 2.5 Keluasan kawasan hutan mengikut status kelas di Semenanjung Malaysia pada tahun 1995

Jenis hutan	Hutan simpan kekal (hektar)	Tanah kerajaan (hektar)	Taman hidupan liar (hektar)	Jumlah hutan (hektar)
Hutan darat	4425 225	442 148	611 340	5478 713
Hutan paya gambut	169 591	132 574	-	302 165
Hutan paya bakau	90 088	15 764	-	105 852
Jumlah	4684 904	590 486	611 340	5886 730

Sumber: Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia 1997a

Di Semenanjung Malaysia, hutan paya bakau meliputi kawasan seluas 102 623 hektar iaitu 0.68% daripada jumlah keluasan pada 1996, manakala hutan paya bakau pula meliputi keluasan 24 424 hektar atau 8.53% daripada keluasan negeri Selangor (Jadual 2.6). Hutan dikelaskan mengikut status tanah (Perangkaan Perhutanan Semenanjung Malaysia 1992). Di negeri Selangor pula, pada tahun 1992 luas kawasan hutan meliputi sejumlah 286 303 hektar atau 36.0% daripada keluasan negeri. Pada tahun 1981 jumlah ini telah menurun 301 161 hektar kawasan hutan atau 36.8% dari keluasan negeri, merosot pada kadar 1 352 hektar setahun. Situasi ini berlaku disebabkan pelbagai perkara antaranya penerokaan tanah dan perubahan gunatanah untuk pembangunan industri, perumahan, pelabuhan dan infrastruktur.

JADUAL 2.6 Keluasan hutan paya bakau mengikut status tanah (1992)

Kawasan	Hutan simpan kekal (hektar)	Tanah kerajaan (hektar)	Jumlah (hektar)
Semenanjung Malaysia	88 906	13 616	102 623
Selangor	13 536	10 886	24 424

Sumber: Perangkaan Perhutanan Semenanjung Malaysia

2.10 PERANAN DAN KEGUNAAN HUTAN PAYA BAKAU

Hutan paya bakau mempunyai pelbagai peranan, fungsi dan kegunaan. Hutan paya bakau dari sudut ekosistem berupaya menstabilkan kawasan pinggir pantai, membina dan menambah keluasan delta, melindungi pantai daripada tindakan ombak dan ribut, melindungi kawasan pantai dan sungai, sumber penghasilan dan kitaran nitrogen dan sulfur yang penting. Hutan paya bakau mempunyai peranan penting dalam ekologi hasil interaksi elemen fizikal, kimia dan biologi kawasan tersebut. Interaksi ini mencipta dan menghasilkan variasi 'nic' untuk berbagai organisma di samping menyediakan habitat untuk tumbuhan, hidupan dan mikro organisma (Gopal 1995). Hutan paya bakau adalah habitat bagi hidupan liar, tempat perlindungan bagi burung, pusat pembiakan bagi ikan, kerang dan siput. Ia juga berpotensi sebagai kawasan akuakultur, penghasilan garam dan rekreasi yang menarik yang membuktikan bahawa hutan bakau mempunyai nilai komersial yang tinggi. Ekologi hutan ini sangat kompleks, unik dan amat sensitif terhadap sebarang perubahan atau kerosakan pada persekitaran (Soepadmo 1980).

2.10.1 Fungsi hutan paya bakau

(i) Habitat hidupan liar

Hutan paya bakau berperanan penting dalam menyediakan habitat kepada hidupan liar (Bailey 1988; Field 1981; Burbridge 1994; Rutzler & Feller 1996). Terdapat banyak tumbuhan dan hidupan yang wujud hanya pada kawasan tanah lembap yang tertentu sahaja (endemik) atau sangat bergantung pada habitat ini untuk terus hidup, segelintir haiwan penghuni paya bakau adalah haiwan berhijrah yang singgah sebentar di kawasan ini untuk berehat dan mencari makan sebelum meneruskan perjalanannya contohnya burung-burung akuatik (Hutchings 1981). Banyak spesies penting yang bersifat endemik, suka dan terancam sama ada tumbuhan mahupun haiwan masih hidup di rangkaian hutan tanah lembap. Spesies endemik yang boleh diperhatikan ialah monyet proboscis di Borneo, harimau bengal di Sundarban, badak sumbu (*Rhinoceros unicornis*) dan rusa (*Cervus eldi eldi*) di India, lechwe (*Kobus lechwe*) di Zambia, *Heritiera minor* di hutan bakau Sunderban, manakala bagi spesies suka ialah *Rostrhamus sociabilis*, *Papilio machaon brittanica*,

manatee Afrika timur (*Trichechus senegalensis*), lotong (*Presbytis cristata*), proboscis monkey (*Nasalis larvanus*) dan penyu lipas (*Chelonia mydas*) (Gopal 1995; Middleton 2000).

Pada umumnya haiwan yang tinggal di hutan bakau mengikuti zon seperti yang berlaku pada tumbuhan. Terdapat haiwan yang mendiami kawasan hutan paya bakau sepanjang hayatnya dan ada yang menjadikan hutan bakau sebagai tempat persinggahan sahaja dan untuk mencari makanan. Komuniti haiwan yang mengeksploitasi kawasan paya bakau termasuk ketam, cacing, siput, tiram dan teritip, serangga, kelawar, burung, monyet, buaya, ular dan sebagainya (IPT-Asian Wetland Bureau 1994; Zottoli 1978; Middleton 2000).

Di kawasan hutan paya bakau di Kampung Kuantan Kuala Selangor terdapat sejenis serangga unik iaitu kelip-kelip (*Pteroptyx tener*) yang menghasilkan cahaya di bahagian abdomen. Walaupun kelip-kelip terdapat di kawasan lain di Malaysia, namun kelip-kelip di Kampung Kuantan adalah istimewa kerana hadir dalam kumpulan yang besar. Pada waktu malam, kumpulan kelip-kelip berkumpul di pokok bakau berembang (*Sonneratia caseolaris*) dan mengeluarkan cahaya. Kerlipan cahaya adalah paling terang dan menarik 2 hingga 3 jam selepas matahari terbenam dan ia menjadi daya tarikan pelancong antarabangsa dan domestik datang berkunjung ke kampung tersebut.

(ii) Nurseri anak-anak ikan dan udang

Hutan paya bakau adalah jenis tumbuhan yang lazim ditemui di sepanjang pinggir pantai barat Semenanjung Malaysia. Hutan bakau ini memainkan peranan yang amat penting dalam menyediakan makanan dan habitat pembesaran anak-anak ikan dan berbagai hidupan marin dan muara. Akar pokok bakau yang istimewa berfungsi sebagai nurseri dan penjana sumber makanan serta sebagai tempat berlindung untuk anak-anak ikan, krustacea dan hidupan marin yang lain (Valiela et al. 2001; Acosta & Butler 1997; Evangelista 1992; Primavera 1991; Nixon 1996; John & Lawson 1990; Aksornkoe 1978; Longhurst & Pauly 1987; Sasekumar et al. 1989 & 1992, Bailey 1988; Field 1981; Harger 1982; Burbridge 1994; Ong et al. 1982; Achmad 1982; Cruz 1984; Petr 1984; Walsh 1977; Macnae 1974;

Purwito & Nurzali 1977). Pemendapan nutrien dan bahan organik dari aliran sungai membekalkan makanan kepada hidupan akuatik. Udang putih misalnya tinggal dan membesar di kawasan hutan paya bakau dan apabila telah cukup dewasa ia akan berpindah ke laut untuk bertelur. Beberapa spesies udang penaeid termasuklah *Penaeus indicus*, *Penaeus merguensis*, *Penaeus monodon* dan *Metapenaeus spp.* bergantung hidup pada pokok bakau semasa tahap tumbesaran (Ong 1982; Aksornkoe 1993; Lee 1995).

Louis et al. (1995) membuat kajian di Pulau Martinique, Perancis untuk melihat komuniti ikan yang tinggal di kawasan hutan bakau dari aspek ruang dan musim. Kajian mendapati bahawa bilangan spesies ikan kerap merosot ketika musim kering dan kawasan rumput laut menjadi habitat pilihan dengan kepelbagaian spesies ikan yang tinggi. Banyak anak-anak ikan didapati di kawasan rumput laut di hadapan kawasan hutan bakau, menunjukkan bahawa hidupan air memanfaatkan perlindungan dan makanan yang terdapat di hutan berhampiran. Manakala Dingwall (1984) pula mencatatkan bahawa sekurang-kurangnya 30 spesies ikan menggunakan hutan bakau sebagai habitat tetap (contohnya belut), sebagai pengunjung tetap (contoh ikan merah, tongkol), pengunjung bermusim (contoh yu, jerung) atau sebagai ikan penghijrah (contoh belut air tawar) (Dingwall 1984).

Walsh (1977) mengulas kenyataan Odum, ahli ekologis terulung mengenai ekosistem bakau iaitu sekiranya sistem bakau musnah, sebuah habitat yang bernilai untuk anak-anak ikan dan hidupan laut akan turut hilang. Yang lebih penting, ia akan menjejaskan penghasilan bahan organik hutan paya bakau yang memberi sumbangan yang besar dalam kitar makanan. Daun yang gugur membentuk rangkaian pemakanan bagi populasi pemakan detritus dan pemangsanya (Rutzler & Feller 1996).

(iii) Penawaran sumber makanan

Pengeluaran primer pokok bakau adalah tinggi dan ini penting dalam ekosistem pantai dan segala hidupan bergantung hidup dengannya. Ekosistem bakau merupakan yang paling produktif di dunia, ia mengembalikan biojisim organik ke dalam kitar nutrien melalui proses pereputan. Detritus yang diperkaya ini menjadi makanan utama hidupan akuatik seperti siput, kerang dan krustasia serta ikan. Dianggarkan 90 peratus daun kering,

ranting, bunga selalu yang luruh serta akar mengalami proses mereput dan akhirnya menjadi sumber makanan dan tenaga serta mineral bagi hidupan aras tropik yang lebih tinggi mengikut rantaian pemakanan secara langsung atau tidak langsung (Valiela et al. 2001; Clark 1977; Poovachiranon & Chansang 1982; Dingwall 1984; Gong et al. 1984; Anugerah 1993; Gordon 1993). Di Hutan Simpan Matang, Perak, purata jumlah penghasilan daun kering dianggarkan 2.66g berat kering $m^{-2} d^{-1}$. Jumlah ini dianggarkan lebih tinggi di kawasan Hutan Simpan Banjar di Selangor iaitu 4.11 g berat kering $m^{-2} d^{-1}$ (Chong et al. 1989).

Kawasan tanah lembap amat kaya dengan berbagai sumber seperti tumbuhan, hidupan akuatik, hidupan daratan, avifauna dan sebagainya yang menjadi sebahagian dari diet komuniti tempatan (Semesi 1998). Selain itu, kesuburan dan kemakmuran hasil daripada hutan paya menyediakan makanan untuk masyarakat luar bandar (Roggeri 1995).

(iv) Pembendung sedimen

Hutan bakau bertindak sebagai pengawal dan penapis kepada kualiti air dengan memerangkap sedimen dan bahan lain sebelum dibawa masuk ke laut. Sedimen yang terkumpul, lazimnya di muara sungai akan membentuk delta atau lembah lumpur yang kemudiannya akan ditumbuhi bakau dan menambah luas tanah dataran (Phan 1996; John & Lawson 1990; Dingwall 1984; Thom 1984; Tomlinson 1986; Nor Afzan 2001; Nixon 1996). Kajian Kamaludin (1992) di Kuala Kurau mendapati bahawa proses sedimentasi telah berlaku di pinggir pantai Kuala Kurau sejak zaman kuaternari.

Hutan bakau juga membantu menghalang pemendapan di laut dan ini dapat mengelakkan kerosakan terumbu karang serta rumput laut (Mohd Zaki & Sukri 1994). Bukti aktiviti pemendapan ini dapat dilihat melalui contoh seperti struktur tetap rumah api yang dibina di pinggir pantai pada beberapa dekad yang lalu kini berada beberapa kilometer dari kawasan pinggir pantai. Proses pemendapan tanah oleh pokok bakau adalah punca fenomena ini. Aktiviti pemendapan oleh pokok bakau ini juga telah dibuktikan melalui kajian di hilir Sungai Musi di Palembang. Lokasi bandar Palembang yang berada di pinggir pantai kini telah berada 80 kilometer dari pantai. Dianggarkan bahawa pertambahan

pemendapan ini ialah sekitar 120 meter setahun (Anugerah 1993). Malahan di Kuala Selangor pula dibuktikan melalui kedudukan sekolah lama yang dibina di pinggir pantai Kuala Selangor iaitu berada satu kilometer daripada pantai pada tahun 1928-1954 dan kini sekolah tersebut berada hampir 10 kilometer dari pinggir pantai (Cruz 1978).

Kehadiran sedimen di hutan bakau penting dalam aspek saintifik dan ekonomi. Ia mempengaruhi hakisan pinggir pantai dan kestabilan pantai serta penting dalam memerangkap nutrien dan bahan pencemar seperti logam berat dan racun makhluk perosak. Kajian yang dilakukan oleh Wolanski (1995) mendapati bahawa pergerakan sedimen di hutan bakau dikawal oleh tiga faktor yang dominan. Pertama, proses pergerakan sedimen di muara dan perairan pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Kedua tindakbalas kimia dan mekanikal dalam air hutan bakau meleraikan gumpalan sedimen yang terampai dan ketiga proses biologi mempunyai kesan ketara terhadap partikel lempung di hutan bakau.

(v) Pembendung nutrien

Ciri-ciri fizikal kawasan tanah lembap ialah boleh memperlahankan pengaliran air dan memendapkan sedimen yang mengandungi nutrien (Cruz 1978; Chong et al. 1989; Fortes 1982; Middleton 2000). Nutrien ini terhasil daripada berbagai sumber seperti air larian aktiviti pembajaan kawasan pertanian, sisa buangan manusia dan juga industri. Sedimen yang dimendapkan akan digunakan oleh tumbuhan sebagai makanan dan akhirnya akan dibebaskan melalui proses pereputan tumbuhan. Fosforus bukan organik dan nitrogen adalah dua jenis bahan nutrien utama yang dilepaskan, disimpan dan diubah melalui proses kimia di tanah lembap. Banyak tanah lembap bertindak dengan cekap dalam memindahkan dan melepaskan nutrien jika dibandingkan dengan habitat daratan.

(vi) Pembendung bahan toksik

Hutan bakau juga berperanan penting sebagai penampan kepada agen bahan pencemar dan bertindak sebagai perangkap sedimen semulajadi. Kebanyakan bahan toksik yang

ekosistem akuatik adalah terikat kepada partikel sedimen yang halus atau matrik reja tanah liat. Kadar aliran air yang perlahan di tanah lembap memudahkan beban sedimen untuk termendap dan seterusnya menghasilkan ikatan sedimen dengan bahan toksik. Tumbuhan seperti pokok kiambang (*Eichhornia crassipes*) menyerap bahan toksik dan ini meningkatkan kualiti air (Burbridge 1994; Tomlinson 1986).

Hutan bakau telah lama dikenalpasti sebagai sistem penapisan biologi untuk menyaring efluen dan ia adalah kaedah alternatif murah dan mudah untuk rawatan kumbahan (Tam & Wong 1995). Bahan toksik berpunca daripada berbagai sumber dan paling lazim ialah larian air dari kawasan pertanian, industri dan aktiviti perlombongan serta sisa buangan domestik. Kajian oleh Tam & Wong (1995) di Hong Kong dan China membandingkan sisa bahan pencemar industri dalam tanah bakau yang berhampiran dengan kawasan industri dan di kawasan hutan simpan. Hasil kajian menunjukkan bahawa tanah hutan bakau adalah sangat efektif dalam menyingkir TOC (jumlah karbon organik), plumbum dan logam berat daripada air kumbahan industri. Tahap penyingkiran bahan pencemar ini adalah bergantung kepada jenis tanah hutan bakau sebagai mekanisme pengikat nutrien dan logam berat pada partikel tanah.

Sistem hutan bakau boleh menerima air kumbahan yang bernutrien tinggi kerana keupayaan hutan bakau menyerakkan sisa buangan daripada punca tetap ke kawasan yang luas. Tumbuhan bakau berperanan untuk menapis nutrien dalam air melalui sistem akar dan penyerapan dalam tanah. Bahan pencemar disingkir melalui proses fizikal, kimia dan biologi yang kompleks kombinasi agen tanah, tumbuhan dan mikroorganisma yang bertindak dalam keadaan aerobik dan anaerobik (Wong et al. 1995).

Tanah lembap mempunyai keupayaan yang tidak terhad untuk menyerap bahan toksik dan terdapat tumbuhan yang menyerap terus bahan toksik sebelum sempat mendap di dalam sedimen. Pokok bakau juga boleh memerangkap sedimen ini melalui akar dan akan memerangkap sedimen dan memendapkannya. Oleh itu, tanah lembap bertindak sebagai penapis dan memperbaiki kualiti air. Malahan tanah lembap ini kadang kala digelar sebagai ginjal kepada alam sekitar kerana peranan pentingnya dalam kitaran air (Gopal 1995; Librero 1984; IPT-Asian Wetland Bureau 1994; Chen et al. 1995).

(vii) Sinki karbon

Hutan paya bakau bertindak sebagai sinki karbon yang dilepaskan oleh manusia dan aktiviti pembangunan lain. Perubahan hutan paya bakau kepada kolam akuakultur boleh menyebabkan pembebasan 75 tan karbon⁻¹ tahun⁻¹ kepada atmosfera dalam tempoh 10 tahun walaupun telah berakumulasi selama 1000 tahun dalam sedimen bakau. Jika hutan bakau ditebusguna sebagai kolam akuakultur maka akan bertambah karbon dalam atmosfera bukan sahaja akibat daripada pembukaan hutan bakau tetapi juga daripada proses pengoksidaan 2 meter permukaan tanah bakau ketika proses pembinaan kolam. Karbon akan ini akan terbebas dan kembali ke atmosfera selepas terkumpul dalam tanah selama 1000 tahun (Ong 1991).

(viii) Pelindung hakisan pantai

Hutan paya bakau berupaya melindungi kawasan pesisir pantai dari kemusnahan hakisan yang diakibatkan oleh ribut taufan tropika. Hutan bakau lazimnya meliputi sepanjang zon pinggir pantai dan merupakan tempat utama badai melandai (Clark 1977). Terdapat banyak laporan pakar yang membincangkan dan menghuraikan peranan hutan bakau dalam melindungi kawasan pinggir pantai dari hakisan akibat tiupan angin kencang dan ombak besar misalnya Teas 1977; Harger 1982; Saenger 1985; Bailey 1988; Carter 1988; Primavera 1991; Scott 1998; Semesi 1998; Burbridge 1994; IPT-Asian Wetland Bureau 1994; Viles & Spencer 1995; Jara 1985. Pokok bakau ditanam di kebanyakan negara untuk melindungi kawasan pinggir pantai, menstabil sedimen dan penahan ombak. Kini ia juga ditanam untuk tujuan keindahan dan keseimbangan ekologi (Carter 1988; Li & Lee 1997). Kebanyakan pokok bakau mempunyai sistem akar yang mencengkam tanah dengan kukuh dan menghalang terhakis. Tiga proses utama yang berlaku ialah pengikatan dan penstabilan substrat oleh akar tumbuhan dan mendakan, pelepasan arus dan tenaga serta pengikatan sedimen (Librero 1984). Malahan beberapa kes seperti di Florida, pokok bakau telah ditanam untuk melindungi landasan keretapi di pinggir pantai daripada hanyut dihakis ombak. Di Sri Lanka, pokok bakau *Rhizophora apiculata* telah ditanam untuk meningkatkan penimbunan lumpur dan untuk menstabilkan pinggir pantai. Manakala di

Jawa Indonesia pula, *Avicennia marina* dan *Avicennia officinalis* telah ditanam untuk mengukuhkan pinggir kolam dan tebing sungai (Teas 1977).

Hutan paya bakau juga bertindak sebagai pelindung daripada hakisan pantai (Field 1981). Kajian di Zanzibar oleh Ngoile dan Shunula (1992) mendapati Kampung Muwanda terpaksa berpindah ke kawasan yang lebih tinggi kerana hakisan yang hebat berlaku akibat hilangnya paya bakau sebagai pelindung dari bencana hakisan ini. Kehilangan pokok bakau menyebabkan berlaku hakisan di tebing sungai di Tanjung Piandang, Sungai Kurau dan Sungai Gula (Kamaludin 1992).

Pokok bakau mempunyai satu sistem adaptasi yang istimewa dengan alam sekitar, terutamanya morfologi akar yang mempunyai rangkaian jaringan yang kukuh dan berupaya mengumpulkan sedimen yang terampai dalam air dan melindungi tanah dari terhakis atau dihanyutkan oleh air. Ini adalah zon penampungan yang khas antara lautan dan daratan. Oleh itu, hutan bakau memainkan peranan yang penting dalam melindungi pinggir pantai dari hakisan ombak. Pemusnahan hutan bakau akan mengakibatkan berlaku hakisan dan kerosakan tanaman.

(ix) Kawalan banjir primer

Tanah lembap mampu menakung dan menyimpan air yang berlebihan semasa hujan lebat atau limpahan air sungai, aliran permukaan atau sumber bawah tanah. Dua proses utama yang menyebabkan aliran teratur dan kawalan banjir iaitu air boleh tersimpan sama ada di dalam tanah misalnya tanah gambut mampu meresap sehingga 90 peratus air atau terdapat tasik, paya dan rawa yang mampu mempengaruhi ke regim aliran sungai melalui proses resapan bawah tanah. Ini mengurangkan isipadu air banjir yang mengalir ke hilir sungai. Selain itu, tumbuh-tumbuhan tanah lembap pula melambatkan aliran air banjir dan mengawal kejadian banjir secara semulajadi (Primavera 1991; Burbridge 1994).

Di Amerika Selatan, kemusnahan kawasan tanah lembap yang besar yang dikenali sebagai Pantanal di lembangan La Plata yang meliputi Bolivia, Paraguay, Brazil dan Uruguay telah menyebabkan banjir besar di hilir sungai dan kerosakan besar di kawasan

pertanian Argentina. Pantanal memainkan peranan penting dalam melambatkan aliran air dan berfungsi sebagai span yang menyimpan air. Kemusnahan Pantanal mengakibatkan banjir besar melanda kawasan hilir (Burbridge 1994).

(x) Penghalang kemasukan air masin

Aliran keluar air tawar dari sistem sungai lazimnya menghadkan kemasukan air laut ke dalam regim sungai. Kemasukan air masin akan memusnahkan tanaman serta merosakkan struktur kemudahan awam (Clark 1977). Kawasan paya bakau khususnya tumbuhan di pinggir sungai memainkan peranan penting dalam membantu untuk menghalang arus air laut daripada memasuki sungai dan ia berfungsi sebagai penstabil dalam menahan aliran air. Aktiviti mendalam dan meluruskan sungai membersihkan tumbuhan liar di pinggir sungai mengakibatkan lebih banyak air masin memasuki sungai terutamanya sewaktu air pasang.

(xi) Pembekalan air

Air dari kawasan tanah lembap akan meresap ke dalam sistem air bawah tanah yang cetek dan mempertahankan paras air bawah tanah. Ia membekalkan air ke kawasan sekitar dan menghasilkan sumber air untuk jangka masa yang panjang. Sumber air untuk kegunaan domestik seperti industri dan pertanian lazimnya diperolehi dari kawasan tanah lembap seperti anak-anak sungai, sungai, kolam dan tasik.

(vii) Perlindungan bencana alam

Ciri-ciri fizikal tumbuhan di kawasan tanah lembap boleh menghalang atau mengurangkan tiupan angin kencang di pinggir pantai, muara dan tebing sungai (Librero 1984). Tumbuhan di kawasan tanah lembap seperti pokok bakau di kawasan pinggir pantai memainkan peranan sebagai pemecah angin kencang dan melindungi kawasan petempatan di pinggir pantai serta menghalang angin laut bergaram. Tumbuhan paya bakau ini juga melindungi pantai dan menstabilkan pinggir laut (Dawes 1981; Semesi 1998; Burbridge 1994; Clark 1977). Kajian menunjukkan bahawa pokok bakau berfungsi sebagai penstabil dan pelindung pinggir pantai dari taufan dan siklon serta hakisan ombak laut (Viles & Spencer

1995; Sukristijono & Sutomo 1982). Kemusnahan hutan paya bakau di Sundarban di Bangladesh yang berperanan sebagai zon penebat dari angin taufan dan ribut telah menyebabkan kejadian malapetaka dan kerugian yang besar (Tomlinson 1986). Di Vietnam pula, hutan paya bakau memainkan peranan yang penting sebagai pelindung daripada tiupan angin kuat dan air pasang besar dari Laut China Selatan yang memusnahkan kawasan sawah padi di wilayah selatan Minh Hai. Pembukaan hutan paya bakau secara besar-besaran juga menyebabkan gangguan iklim tempatan (Hiebert 1994). Tumbuhan dan pokok merupakan karbon sink yang penting, apabila hutan ditebang, karbon yang tersimpan dibebaskan ke atmosfera, ini meningkatkan paras albedo serta purata suhu dan penurunan jumlah hujan (Ciesla 1995).

2.10.2 Kegunaan hutan paya bakau

(i) Sumber bahan semulajadi

Banyak tumbuhan kawasan tanah lembap digunakan secara ekstensif oleh manusia sebagai bahan atau sumber makanan, gentian, bahan binaan dan bahan bakar. Hutan Simpan Matang misalnya diuruskan oleh Jabatan Perhutanan Negeri Perak untuk menghasilkan kayu bagi kegunaan bahan bakar, arang serta bahan binaan (Kamaludin 1992; Chan et al. 1982). Kawasan tanah lembap membekalkan bahan yang merupakan sumber pendapatan utama untuk penduduk sekitar. Ia menyediakan sumber bahan makanan (ikan, rusa, burung dan sayuran), bahan binaan (buluh, jerami dan balak) bahan bakar untuk memasak dan pengeluaran komoditi seperti mengasap getah dan membakar batu-bata dan ubatan (Semesi 1998; Mohd. Nasir 1998; Phan & Hoang 1993; Aksornkoe 1978, 1982, 1985, 1993; Boonnitee 1978; Sukristijono 1979; Dixon 1989). Potensi pengeluaran atau hasil dari hutan paya bakau diringkaskan dalam Jadual 2.7. Di Asia tenggara seperti Thailand, Malaysia dan Indonesia, penduduk pinggir pantai telah memanipulasi hutan bakau untuk memenuhi keperluan hidup. Hutan bakau menjadi penjana sumber bagi bahan seperti makanan, perubatan, bahan bakar serta bahan binaan (Chansang et al. 1982; Sukristijono & Sutomo 1982; Aksornkoe 1993; Jara 1985).

JADUAL 2.7 Potensi pengeluaran hasil dari hutan paya bakau

Makanan dan ubat	Bahan binaan	Peralatan perikanan
Gula/pemanis	Balak	Kayu pancang
Alkohol dan Cigar	Bahan binaan bot	Bahan bakar salai ikan
Cuka	Piling	Tanin pencelup jaring
Serbuk teh dan sayuran	Kayu	Rak pengering & salai ikan
Minuman bergas	Papan	
Pewarna makanan		
Tekstil dan kulit	Bahan bakar	Rumahtangga
Fiber sintetik	Kayu api	Perabot
Pencelup pakaian	Arang	Gam
Tanin	Alkohol	Colok & mancis
Sumber asli bakau	Pengeluaran kertas	Lain-lain
Ikan, ketam & udang	Berbagai jenis kertas	Kotak pembungkusan
Madu, kulit binatang		
Serangga, burung dan siput		

Sumber: Mcmanus et al. 1992

Kulit pokok *Rhizophora mucronata* dan *Bruguiera sp.* mengandungi 37 peratus tanin (Dawes 1981) tetapi tanin yang bermutu dihasilkan oleh *Ceriops sp.* dan *Rhizophora sp.* dan dianggarkan bahawa hutan *Rhizophora* yang belum terganggu dapat menghasilkan tanin sebanyak 7740 kilogram per hektar (berat kering) (Phan & Hoang 1993). Secara tradisional, tanin digunakan oleh nelayan untuk mencelup jala sebagai pengawet (Aksornkoae 1985, 1993). Tanin amat berguna dalam industri kulit asli dan industri gam (perekat), papan lapis, bahan pencuci serta dakwat. Jika dirawat dengan garam tembaga atau besi, pencelup berwarna coklat tua dapat dihasilkan. Pencelup juga diekstrak dari ranting dan kulit pokok ini untuk mewarna barangan kulit dan barangan lain (Dawes 1981). Tanin di negeri Vietnam digunakan secara meluas sebagai bahan pengawet jala nelayan (Phan & Hoang 1993). Di New Zealand pula, *Avicennia germinans* dilaporkan berpontensi untuk menghasilkan madu yang berkualiti tinggi (Dingwall 1984). Sukristijono & Sutomo (1982) pula menyatakan di Jawa, ekstrak daripada pokok *Ceriops taga sp.* dan *Xylocarpus sp.* digunakan secara intensif dalam industri pencelupan batik. Di Sundarban, Bangladesh *Heritiera fomes* dieksploitasi secara intensif untuk kayu balak, malahan *Heritiera sp.* dan *Xylocarpus sp.* menghasilkan balak yang bermutu tinggi (Tomlinson 1986).

Bahan dari hutan tanah lembap menjana sumber pendapatan bagi komuniti desa melalui jualan hasil hutan seperti hasil sumber ikan, kayu, bahan awet, batang bakau dan

sebagainya. Selain padi, tanaman makanan lain ialah buah machi (*Trapa bispinosa*), teratai (*Nelumbo nucifera*), makhana (*Euryale ferox*), bijirin (*Cyperus esculentus*), *Paspalum*, *Echinochloa* dan sebagainya. Kebanyakan pokok bakau menghasilkan kayu dan bahan bakar paling utama ialah *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera parviflora* (Phan & Hoang 1993), rotan (*Calamus tenuis*) yang digunakan dalam membuat perabut dan jut (*Corchorus*) adalah penting untuk serat, jerami (*Phragmites karka*) dan menerung (*Typha spesies*) digunakan untuk atap, membuat tikar dan bakul selain dijadikan bahan bakar. Pokok *Lumnitzera littorea* menjana sumber untuk bahan binaan, bahan bakar, bahan pertukangan tangan serta perahu. Manakala *Pandanus sp.* dan *Vetiveria sp.* menghasilkan minyak. Tumbuh-tumbuhan renek yang terdapat di hutan bakau boleh digunakan sebagai bahan makanan bagi haiwan ternakan seperti kambing dan lembu yang menggemari tumbuhan ini kerana kandungan garam yang tinggi dalam daunnya (Gopal 1995; Sukristijono & Sutomo 1982; IPT-Asian Wetland Bureau 1994).

Selain katak, itik dan burung, ikan merupakan bahan makanan utama yang di perolehi dari hutan paya bakau. Tasik seperti Bera, Chilika, Pulicat dan Loktak telah dieksploitasi sejak berkurun lamanya oleh manusia untuk mendapatkan makanan. Banyak haiwan jenis seperti beaver, muskrat (sejenis memerang), nutria dan buaya dieksploitasi di Eropah untuk kulit dan bulu (Gopal 1995). Di Filipina, pengeluaran alkohol secara komersial dari pokok nipah telah menjadi usaha penting sejak tahun 1900 lagi (Fortes & Lorica 1982).

(ii) Bank gen

Penggunaan gen-gen dari spesies liar untuk meningkatkan spesies komersial telah dijalankan dengan jayanya. Banyak kawasan tanah lembap mengandungi spesies-spesies liar yang mempunyai potensi genetik yang baik seperti kadar tumbesaran yang cepat, kadar rintangan penyakit yang tinggi serta hasil yang bermutu (Semesi 1998).

(iii) Biodiversiti

Hutan paya bakau mengandungi berbagai variasi hidupan marin dan daratan. Ekosistem hutan paya bakau menyediakan makanan kepada berbagai rangkaian hidupan. Terdapat lebih 200 spesies serangga yang telah direkodkan di hutan bakau di Florida. Kajian yang sering mendapat perhatian ialah kajian mengenai hubungan kepelbagaian fungsi ekosistem bakau dengan kewujudan ketam di kawasan paya bakau. Pada umumnya, ketam paya bakau ini didominasi oleh dua famili iaitu *Ocypodidae* dan *Grapsidae* dan satu genus daripada setiap famili iaitu *Uca sp.* dan *Sesarma sp.* Selanjutnya, di dalam *Grapsidae* genus *Sesarma* mempunyai lebih dari 60 spesies (Twilley 1998; Semesi 1998).

(iv) Rekreasi dan pelancongan

Kawasan tanah lembap mempunyai potensi besar dalam aktiviti rekreasi, kebudayaan dan pelancongan dengan menyediakan keindahan estatika alam semulajadi untuk aktiviti seperti melihat kelip-kelip, memancing, memerhati burung, fotografi, berkhemah dan sebagainya (Dingwall 1984). Pelbagai hasil karya sastera mendapat ilham daripada keunikan spesies, habitat, komuniti dan ekosistem kawasan tanah lembap ini (Gopal 1995; Semesi 1998; Sukristijono & Sutomo 1982).

(v) Penyelidikan dan pembangunan

Hutan bakau adalah satu ekosistem pinggir pantai dan muara sungai di kawasan tropika. Ia boleh dijadikan sumber rujukan dan penyelidikan bagi menentukan agenda pengurusan serta pemuliharaan. Di Malaysia 5.3% daripada kawasan hutan bakau dilindungi secara perundangan bagi tujuan penyelidikan, pemuliharaan dan pendidikan (Soepadmo 1980). Kawasan tanah lembap juga memainkan peranan yang sangat penting dalam bidang penyelidikan dan pembangunan. Hutan paya bakau mempunyai nilai botani yang tinggi. Persekitaran hutan paya bakau sangat menakjubkan dengan ciri fisiologi dan sistem struktur yang tersendiri seperti kehadiran akar udara (pneumatofor), sistem pengudaraan dan sebaran benih yang bersifat vivipari (Dingwall 1984). Hutan paya bakau juga berfungsi sebagai makmal semulajadi untuk pendidikan dan penyelidikan (Gopal 1995).

(vi) Perubatan

Kegunaan kulit bakau sebagai pewarna dan gam telah lama diketahui, namun kegunaannya dalam bidang perubatan adalah amat terbatas. Pokok bakau mempunyai banyak kegunaan dari sudut perubatan misalnya ekstrak kulit bakau *Rhizophora* atau buah vivipari boleh digunakan untuk mengubati cirit-birit dan keretakan tulang (Dawes 1981). Cecair pokok perepat (*Sonneratia sp.*) juga boleh digunakan untuk mengubati pendarahan akibat buasir (IPT-Asian Wetland Bureau 1994). *Xylocarpus sp.* boleh mengubati cirit-birit dan batuk manakala daun *Excoecaria agalloche* boleh menyembuhkan penyakit sawan. Serbuk yang diperolehi dari biji spesies *Xylocarpus granatum* dan *Heritiera littoralis* digunakan sebagai ubat penyakit dalam perut (Ngoile & Shunula 1992). Di Vietnam, 11 spesies bakau digunakan secara meluas dalam perubatan traditional (Jadual 2.8).

JADUAL 2.8 Pokok bakau dan kegunaan perubatan

Spesies	Rawatan	Bahagian tumbuhan
<i>Acanthus ilicifolius</i>	Sendi rheumatic	Daun
<i>Acrostichum aureum</i>	Luka dan lecur	Rizom
<i>Avicennia alba</i>	Perancang keluarga	Resin
<i>Ceriops tagal</i>	Malaria	Seduhan
<i>Ceriops tagal</i>	Hentikan pendarahan	Daun
<i>Clerodendron inerme</i>	Jaundi, buboes	Daun
<i>Heritiera littoralis</i>	Cirit-birit, taun	Pupukan daun
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Jerawat, pelawas, diuretik	Pupukan biji
<i>Ipomsea pescaprae</i>	Astringen, tonik, diuretik,	Akar
<i>Pluchea pteropoda</i>	Demam, sakit kepala	Daun
<i>Thespesia populnea</i>	Sakit perut	Pokok
<i>Xylocarpus granatum</i>	Demam	Kulit batang
<i>Wedelia biflora</i>	Merawat luka	Daun

Sumber: Phan & Hoang 1993

Manakala di Thailand beberapa tumbuhan dari kawasan hutan bakau digunakan sebagai sumber bahan perubatan seperti di Jadual 2.9.

JADUAL 2. 9 Sebahagian pokok bakau mempunyai kepentingan perubatan di Thailand

Spesies	Kegunaan perubatan
<i>Rhizophora apiculata</i> <i>Rhizophora mucronata</i>	Kulit direbus dengan air, patinya boleh digunakan sebagai astringen, anti cirit-birit dan anti-emetik. Serbuk kulit bakau boleh menghentikan pendarahan luka.
<i>Ceriops tagal</i>	Kulitnya berfungsi sebagai astringen dan ekstrak rebusan kulit boleh digunakan untuk membersihkan luka.
<i>Ceriops decandra</i>	Kulitnya adalah astringen yang kuat. Air rebusan adalah anti anti cirit-birit, anti-emetik dan anti-taun.
<i>Avicennia alba</i> <i>Avicennia officinalis</i>	Rebusan kayunya memberi kesegaran dan kekuatan jika kerap diamalkan
<i>Xylocarpus granatum</i> <i>Xylocarpus moluccensis</i>	Bijinya digunakan untuk merawat cirit-birit dan demam kepialu. Ekstrak rebusannya digunakan untuk membersihkan luka.
<i>Excoecaria agallocha</i>	Asap pembakaran kayunya digunakan untuk merawat penyakit kusta. Daunnya berupaya mencegah sawan.
<i>Clerodendron inerme</i>	Ekstrak daunnya digunakan untuk membersihkan luka. Daun keringnya boleh mengelakkan jangkitan. Seduhan daun dalam spirit suam boleh mengurangkan lecur terbakar. Ekstrak air akar kering boleh mengubati batuk, hepatitis, hepatomegal dan spleenomegali.
<i>Derris trifoliata</i> <i>Acanthus ilicifolius</i>	Batang, akar dan daunnya berfungsi sebagai julap. Mandi dengan rebusan kulit dan akarnya boleh mengurangkan alergi, kesan cacar dan ruam.
<i>Thespesia populnea</i> <i>Hibiscus tiliaceus</i>	Akar mudanya digunakan sebagai tonik Bunga segar direbus dengan susu dan digunakan untuk mengubati jangkitan di telinga.

Sumber: Aksornkoe 1993