

**PROFIL *Casuarina equisetifolia* DI PULAU TIGA,
SABAH**

KHATEJAH KAMARUDDIN

**TESISINI DIKEMUKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

April 2005



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PROFIL CASUARINA EQUISTIFOLIA DI PULAU TIGA, SABAH

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN.

SESI PENGAJIAN: 2002/2005.

Saya KHATEJAH KAMARUDDIN.

(HURUF BESAR)

mengaku membentarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sabaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Achyzat

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO 8 JLN 9A
PANDAMARAI JAYA*DR. KARTINI SAIBEH*

42000 PELABUHAN KLANG.

Nama Penyelia

Tarikh: 26-03-05

Tarikh: 26-03-05

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

- ** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu diklasaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

- @ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

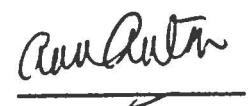
21 Februari 2005

KHATEJAH KAMARUDDIN

HS2002/3550



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN**Tandatangan****1. PENYELIA****(DR. KARTINI SAIBEH)****2. PEMERIKSA 1****(PROF. DATIN DR. ANN ANTON)****3. PEMERIKSA 2****(CIK CHEE FONG TYNG)****4. DEKAN****(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)****UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Bersyukur saya kehadrat Illahi kerana dengan izinNya dapat saya menyiapkan tesis ini. Ucapan ribuan terima kasih yang tidak terhingga kepada Dr. Kartini Saibeh selaku penyelia saya atas segala nasihat, tunjuk ajar, dan panduan yang telah diberikan sepanjang tempoh penyediaan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga kepada para pensyarah Biologi Pemuliharaan yang telah memberikan pandangan serta teguran yang membina. Terima kasih kepada pihak Sabah Parks yang telah membenarkan saya membuat kajian di sana dan juga pengurusan Pulau Tiga atas kerjasama yang cukup baik semasa kajian ini dilakukan.

Akhir sekali saya ingin merakamkan ucapan ribuan terima kasih buat semua ahli keluarga, dan rakan-rakan sepejuangan atas segala bantuan, galakan dan sokongan moral yang diberikan. Tidak dilupakan juga kepada semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung sepanjang penyediaan tesis ini dilakukan.

Semoga Allah merahmati kalian. Amin.

FEBRUARI 2005

KHATEJAH KAMARUDDIN



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Kajian *Casuarina equisetifolia* telah dijalankan bermula 27 November sehingga 17 Disember 2004, di tiga kawasan di Pulau Tiga iaitu Bukit Telu, Bukit Mat Salleh dan Bukit Layang-layang. Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji perbezaan taburan *Casuarina equisetifolia* di ketiga-tiga bukit, melihat hubungan antara ketinggian dan *dbh* dan mendapatkan profil taburannya. Kaedah pensampelan yang digunakan adalah kaedah kuadrat dan garis transek. Manakala untuk mengukur ketinggian prinsip geometri segi tiga sebentuk digunakan. Berdasarkan kepada 90 unit kuadrat (10mx10m) yang digunakan mendapati jumlah keseluruhan *Casuarina* adalah 384 batang pokok dengan julat ketinggian 40 hingga 44m. Taburan *Casuarina* banyak tertumpu di kawasan puncak dan pinggir pantai. Bukit Layang-layang mencatatkan bilangan *Casuarina* yang paling banyak iaitu 270 batang pokok. Ujian Kruskel-Wellis menunjukkan bahawa terdapat perbezaan signifikan ($p<0.05$), membuktikan bahawa taburan *Casuarina* adalah tidak sama di ketiga-tiga kawasan. Manakala pekali kolerasi Spearman 0.968 menunjukkan hubungan positif antara ketinggian dan *dbh*. Melalui kajian ini juga profil taburan *Casuarina* pada lokasi puncak bukit dan pinggir pantai Bukit Telu dan Bukit Layang-layang diperolehi.

***Casuarina equistifolia* PROFILE AT PULAU TIGA, SABAH**

ABSTRACT

A study on *Casuarina equistifolia* was carried out from 27th November to 17th December 2004 at three location, Bukit Telu, Bukit Mat Salleh, and Bukit Layang-layang in Pulau Tiga. The purpose of this research is to know the difference distribution of *Casuarina* at three location, the relationship between height and *dbh* and the profile. The sampling method are quadrats and line transects and for the estimation of total height of *Casuarina* the triangle geometri principle were used. Based on 90 units quadrat (10mx10m) to all amount of *Casuarina* were 384 trees with the total height range 40 to 44 meter. Many *Casuarina* were found at the top level, and Bukit Layang-layang shown the height total number of Casuarina (270 trees). There are significant differences ($p<0.05$) in Kruskel-Wallis test, that shown the distribution are not same at three location. While Spearman's rank order correlation is 0.968 shown the signification value and conclude that height and *dbh* are positive relationship. From this study also shown the *Casuarina* profile at Bukit Telu and Bukit Layang-layang.

KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI GAMBARAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN	1
1.2 JUSTIFIKASI KAJIAN	4
1.3 OBJEKTIF	5
1.4 HIPOTESIS	5
1.5 SKOP KAJIAN	5

BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 <i>Casuarina</i>	7
2.2 Taksonomi	8
2.2.1 Bakteria simbiosis, <i>Frankia</i>	11
2.3 Taburan <i>Casuarina equisetifolia</i>	12
2.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi taburan	13
2.3.1a Penyebaran biji benih	13
2.3.1b Persekutaran	15
2.4 Kegunaan dan nilai ekonomi	16



2.5 Jangkitan penyakit pada <i>Casuarina equisetifolia</i>	18
--	----

BAB 3 BAHAN DAN KAEADAH

3.1 Kedudukan kawasan kajian	20
3.1.1 Pulau Tiga	20
3.1.2 Bukit Telu, Bukit Mat Salleh, Bukit Layang-layang	23
3.2 Pembahagian plot	24
3.3 Pemetaan pokok	25
3.4 Pemungutan data pada setiap sampel	26
3.5 Analisis statistik	27

BAB 4 KEPUTUSAN

4.1 Data Pensampelan <i>Casuarina</i>	28
4.1.1 Data bilangan <i>Casuarina</i>	28
4.1.2 Data ketinggian	29
4.1.3 Data <i>dbh</i>	32
4.2 Analisis statistik	33
4.2.1 Ujian Kruskal-wellis	33
4.2.2 Kolerasi Spearman	33
4.3 Profil taburan <i>Casuarina</i>	34

BAB 5 PERBINCANGAN

5.1 Pensampelan <i>Casuarina</i>	39
5.1.1 Perbezaan bilangan <i>Casuarina</i> pada setiap lokasi	39
5.1.2 Ketinggian <i>Casuarina</i>	40
5.1.3 Perbezaan selang <i>dbh</i>	39
5.2 Rumusan keputusan analisis statistikal	41
5.2.1 Taburan Casuarina tidak sama pada setiap lokasi	42
5.2.2 Hubungan di antara ketinggian dan <i>dbh</i>	43
5.3 Profil pokok	43

BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN

6.1	Kesimpulan	45
6.2	Cadangan	46
RUJUKAN		48
LAMPIRAN		52

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
4.1	Jumlah bilangan <i>Casuarina</i> pada setiap cerun	29
4.2	Frekuensi bilangan <i>Casuarina</i> bagi setiap julat ketinggian	32
4.3	Frekuensi bilangan <i>Casuarina</i> pada setiap sela <i>dbh</i>	32

SENARAI RAJAH

No.Rajah	Halaman
3.1 Tiga puncak bukit pada keratan rentas dari Pantai Pagong-Pagong hingga ke Pantai Remis (Sanudin <i>et al.</i> , 1999)	22
3.2 Kedudukan garis transek dan pembahagian plot	24
3.3 Lakaran pembahagian Bukit Telu kepada tiga bahagian zon bawah (pinggir pantai), zon tengah, zon atas (puncak bukit)	25
3.4 Penggunaan prinsip geometri segi tiga sebentuk bagi mengukur ketinggian pokok.	26
4.1 Bilangan <i>Casuarina</i> mengikut julat ketinggian antara puncak Bukit Telu dan Bukit Layang-layang.	30
4.2 Bilangan <i>Casuarina</i> pada puncak di Bukit Telu dan Layang-layang	31



SENARAI GAMBARAJAH

No. Gambarajah	Halaman
4.1 Profil <i>Casuarina</i> pada pinggir pantai Bukit Telu	35
4.2 Profil <i>Casuarina</i> di puncak Bukit Telu	36
4.3 Profil <i>Casuarina</i> di pinggir pantai Bukit Layang-layang	37
4.4 Profil <i>Casuarina</i> di puncak Bukit Layang-layang	38



SENARAI SIMBOL

m	meter
cm	sentimeter
<i>dbh</i>	diameter at breast height
ANOVA	Analisis varians
Sig	keertian perbezaan



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran	Halaman
A Hasil ‘output’ analisis SPSS Ujian Kruskal-wellis	52
B Hasil ‘output’ analisis SPSS Kolerasi Spearman	53



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Casuarina equisetifolia (pokok ru) merupakan vegetasi yang sering kelihatan di pinggir-pinggir pantai. Selain memiliki ciri-ciri yang hampir dengan konifer dari genus *Pinus*, *Casuarina* merupakan spesies yang tumbuh meluas dan mempunyai kaitan dengan kewujudan awal vegetasi sejak 80 juta tahun dahulu iaitu pada zaman Mesozoik.

Ahli-ahli Casuarinaceae terdiri daripada 96 spesies dan diklasifikasikan di bawah empat genera iaitu *Allocasuarina*, *Casuarina*, *Ceuthorstoma* dan *Gymnostoma* (Turnbull, 1994). *Casuarina equisetifolia* diletakkan di bawah genus *Casuarina* bersama-sama *C. junghuhniana*, *C. crophila*, *C. cunninghamiana*, *C. grandis*, *C. oligodon*, *C. collina*, *C. glauca*, *C. obesa*, *C. cristala* dan *C. pauper*. Selain itu, *Casuarina equisetifolia* juga turut dikenali dengan nama lain antaranya Ru, Casuarina, Australian pine, Sheoak, Beefwood, Horsetail Tree, bois de fer, pin d'Australie, pinheiro-da-Australia, Strandkasuarine, dan Eisenholz.

Berdasarkan bukti fosil yang terdapat di selatan Australia, New Zealand, Afrika Selatan dan India, ahli-ahli dalam Casuarinaceae ini diletakkan dalam kumpulan Gondwan (Johnson & Wilson, 1989). *Casuarina* juga dipercayai adalah vegetasi yang berasal dari Australia, Malaysia dan Polynesia. Struktur daun dan bunga yang ringkas dan mudah gugur pada vegetasi ini menyebabkan kebanyakan ahli taksonomi terdahulu mempercayai famili Casuarinaceae ini adalah vegetasi yang primitif (Subbarao & Rodriguez-Barrueca, 1995).

Casuarina equisetifolia adalah spesies yang sering hadir sebagai spesies perintis di kawasan-kawasan yang terganggu. Spesies ini bersifat ceroboh dan bertabur secara rawak. Untuk mengatasi masalah kekurangan nutrien pada tanah yang dikolonasi, akar *Casuarina* mampu untuk menghasilkan sebatian nitrogen melalui tindakan mikrobial, *Frankia* pada nodul akarnya (Swearingen, 1997).

Selain itu, penyesuaian lain yang dimiliki oleh spesies ini adalah seperti kedormanan biji benih yang panjang, mudah bercambah di bawah keadaan yang cukup kelembapan, dan struktur tanah yang poros, dan spesies ini juga hanya mengambil masa antara empat sehingga lapan hari untuk bercambah (Elfers, 1988). Walaupun demikian, benih muda ini adalah sangat sensitif kepada kemarau, banjir dan kebakaran (Woodehouse, 1995). Pertumbuhan pesat spesies ini adalah di sekitar tujuh tahun terawal dan mula merosot seterusnya tetapi mempunyai tempoh maksimum pertumbuhan sehingga 20 tahun (Elfers, 1988).



Selain itu, penyesuaian lain yang dimiliki oleh spesies ini adalah seperti kedormanan biji benih yang panjang, mudah bercambah di bawah keadaan yang cukup kelembapan, dan struktur tanah yang poros, dan spesies ini juga hanya mengambil masa antara empat sehingga lapan hari untuk bercambah (Elfers, 1988). Walaupun demikian, benih muda ini adalah sangat sensitif kepada kemarau, banjir dan kebakaran (Woodehouse, 1995). Pertumbuhan pesat spesies ini adalah di sekitar tujuh tahun terawal dan mula merosot seterusnya tetapi mempunyai tempoh maksimum pertumbuhan sehingga 20 tahun (Elfers, 1988).

Di samping itu, pokok *C. equisetifolia* yang telah mencapai usia matang juga boleh menghasilkan buah dan biji benih yang sangat banyak. Biji benihnya yang bersayap, kecil dan ringan memudahkan penyebaran oleh angin (Elfers, 1988) dan air (Binggeli, 1997). Keadaan inilah yang membolehkan spesies ini dengan mudah mendominasi sesuatu tempat dengan cepat dan dapat bertoleransi dengan baik pada kawasan yang mempunyai kesuburan yang sangat rendah.

Kajian mengenai *Casuarina* terutama mengenai lokasi-lokasi taburannya dan kehadiran *Frankia* pada nodul akarnya telah lama dilakukan oleh pengkaji-pengkaji di luar negara. Namun, di Sabah sendiri belum ada sebarang kajian mengenai *Casuarina equisetifolia* yang dilakukan. Oleh itu, pemilihan Bukit Telu, Pulau Tiga sebagai lokasi kajian adalah bertepatan untuk mengetahui taburan *Casuarina* sebagai spesies perintis di pulau ini. Ini adalah kerana kewujudan Pulau Tiga adalah akibat daripada aktiviti volkano lumpur yang berterusan sehingga ke hari ini.

Taburan *C. equisetifolia* yang diperhatikan banyak terdapat di pulau ini ada kaitannya dengan sifat semulajadi vegetasi ini sebagai spesies perintis. Keadaan ini turut dicadangkan oleh Sanudin *et al.*, (1999) yang mengatakan bahawa kehadiran pokok-pokok *Casuarina* adalah disebabkan ia adalah pokok yang mula sampai di atas tanah tersebut dan benihnya secara umum tahan terhadap kepanasan daripada volkano lumpur berbanding tumbuhan yang lain. Dan penyebaran benih ini mungkin ada kaitan dengan kedudukan Pulau Tiga di mana pertemuan antara pinggir pantai Borneo dan pulau lain di Laut Cina Selatan (Phillipps, 1995).

Kajian mengenai *C. equisetifolia* di pulau ini akan dapat memberikan maklumat mengenai taburan dan faktor ekologi yang mempengaruhi pertumbuhan. Oleh kerana, ketinggian ketiga-tiga bukit adalah 300 meter dan 92 meter dari aras laut kemungkinan untuk mengetahui perbezaan taburan mengikut pembahagian zon iaitu zon pinggir pantai, zon pertengahan, dan zon puncak akan dapat diperolehi dan seterusnya profil hutan *Casuarina* boleh dilakarkan. Maklumat mengenai kajian akan diterangkan dengan lebih lanjut dalam bab-bab yang seterusnya.

1.2 JUSTIFIKASI KAJIAN

Kajian ini dilakukan adalah untuk mendapatkan maklumat mengenai taburan spesies *Casuarina equisetifolia* yang akan diinterpretasikan nilainya dalam bentuk data. Di samping itu, profil hutan yang diperolehi kelak akan digunakan sebagai cadangan bagi aktiviti pemeliharaan dan pemuliharaan hutan agar dapat diuruskan dengan lebih baik. Dan secara tidak langsung kajian ini dapat memperkenalkan Pulau Tiga sebagai

destinasi eko-pelancongan dan dapat mengetengahkan kelebihan dan nilai ekonomi vegetasi ini.

1.3 OBJEKTIF

Kajian ini berupa tinjauan spesies *Casuarina equisetifolia* di Bukit Telu, Pulau Tiga dan objektif kajian ini adalah untuk 1) mengkaji perbezaan taburan *Casuarina equisetifolia* pada ketiga-tiga bukit 2) mendapatkan profil taburan *Casuarina* di setiap lokasi melalui kaedah transek.

1.4 HIPOTESIS

Hipotesis bagi menguji perbezaan taburan *Casuarina equistifolia* pada ketiga-tiga bukit adalah seperti berikut:-

H_0 : Taburan *Casuarina equistifolia* pada setiap cerun di ketiga-tiga bukit adalah sama.

H_A : Taburan *Casuarina equistifolia* pada setiap cerun di ketiga-tiga bukit adalah tidak sama.

1.5 SKOP KAJIAN

Untuk memastikan pencapaian objektif, skop kajian telah ditetapkan. Kajian meliputi ketiga-tiga bukit di Pulau Tiga. Pengezonan pula dilakukan dengan membahagikan ketinggian Bukit Telu kepada tiga zon iaitu zon bawah (pinggir pantai), zon tengah,

dan zon atas (puncak bukit). Secara tidak langsung perbezaan kawasan ini turut dinilai untuk menganggarkan taburan *Casuarina equisetifolia* dan sekaligus memberikan profil hutan di Bukit Telu dan struktur taburan *Casuarina equisetifolia*.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 *Casuarina*

Casuarinaceae adalah ahli Coniferophyta yang terdiri daripada empat genera dan 82 spesies (Woodall & Geary 1995). Menurut Johson dan Wilson (1989), empat genera itu adalah *Casuarina* (17 spesies), *Allocasuarina* (59 spesies), *Gymnostoma* (18 spesies) dan *Ceuthorstoma* (dua spesies).

Perbezaan antara genera adalah berdasarkan kepada bilangan kromosom, morfologi akar, taburan stomata pada struktur reproduksi jantan dan betina, ciri pada kon dan taburan fosil mengikut biogeografi bagi setiap genera (Subbarao & Rodriguez-Barueco, 1995). Manakala antara spesies dalam sesuatu genera pula terdapat hubungan pada variasi genetiknya iaitu pada bijih benih, dimensi kon, ketinggian pokok dan musim bunganya.

Nama *Casuarina* diperolehi berdasarkan kepada kesamaan pada gugusan daunnya yang gugur dengan bulu burung Kasuari. Namun begitu, menurut Johnson

dan Wilson (1989), *Casuarina* lebih dikenali sebagai ‘sheoak’ oleh peneroka awal Australia kerana batang pokok ini menyerupai English Oak.

Semua spesies *Casuarina* adalah malar hijau, memiliki daun seperti sisik dan cabang-cabang kecil yang halus seperti jarum dan berkon kayu. Ciri-ciri yang dimiliki ini menyebabkan vegetasi ini kelihatan menyerupai seolah-olah konifer dari genus *Pinus*. Namun demikian, terdapat perbezaan antara kedua-duanya yang mana *Casuarina* memiliki ciri yang lebih hampir kepada angiosperma berbanding dengan konifer (Torrey & Berg, 1998).

Selain memiliki struktur daun dan bunga yang ringkas *Casuarina* juga memiliki batang yang kuat, kulit pokok yang kasar, dan cabang dan ranting yang mudah bertunas. Berdasarkan kepada anatomi, sitologi, taburan fosil dan lain-lain ciri, terdapat persetujuan untuk meletakkan famili ini kepada order Casuarinales, iaitu antara cabang dari Hamamelidales atau pada order Falages iaitu sub-kelas kepada Hamamelidae dalam Angiosperms (Subbarao & Rodriguez-Barrueco, 1995).

2.2 Taksonomi

Ciri yang paling menonjol dalam famili Casuarinaceae ini adalah penghasilan yang banyak daun bersisik dan cabang-cabang kecil seperti jarum yang berfungsi untuk menjalankan proses fotosintesis. Pada peringkat juvenil, terdapat empat bilangan urat daun pada setiap kelompok pada *Casuarina* dan *Allocasuarina* tetapi berbeza apabila mencapai tahap matang iaitu dari lima hingga 20 urat untuk *Casuarina* dan dari dua hingga 15 urat bagi *Allocasuarina*. Tetapi pada *Ceuthorstoma* dan *Allocasuarina*

bilangan daun pada kelompoknya adalah sama dari peringkat juvenil sehingga matang.

Panjang setiap urat daun adalah antara enam hingga lapan sentimeter dan diameter cabang antara 0.7 hingga 0.8 milimeter, penyesuaian semula jadi pada struktur daun ini dapat merencatkan kadar kehilangan air melalui proses evaporasi berbanding dengan struktur daun tipikal yang lain (Elfers, 1988). Keadaan ini juga adalah antara penyesuaian *Casuarina* untuk beradaptasi dengan keadaan persekitaran iklim yang kering, tanah yang rendah kandungan air dan nutrien, dan struktur tanah yang berpasir.

Bagi mengatasi masalah kekurangan nutrien pada tanah, *Casuarina* mempunyai hubungan simbiotik dengan bakteria pengikat nitrogen *Frankia* pada nodul akar dan memiliki mikrohiza pada akar yang menyerap tinggi kandungan fosfat. Selain itu, nodul pengikat nitrogen juga turut terdapat pada batang pokok beberapa spesies *Casuarina* yang lain (Duhoux *et al.*, 1993).

Pokok *Casuarina* adalah pokok berkayu, berbatang monopoli dan terbentuk daripada penebalan sekunder dan memiliki banyak cabang kecil yang halus pada setiap hujung rantingnya. Eperdemis pada batang *Casuarina* berkutikal tebal dan berlilin. Cabang-cabang kecil pada setiap hujung ranting ini memiliki tetulang dan alur pada setiap node yang merupakan tempat perlekatan kelompok daun di mana setiap cabang kecil ini berfungsi seolah-olah daun dan batang. Manakala kedudukan stomata terbenam pada paksi melintang internode pada setiap permukaan cabang.

RUJUKAN

- Abdul Hamid Mar Iman, 2000. Hutan, Pengurusan dan Penilaian. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur. 78.
- An, C.S., Riggsby, W.S. and Mullin, B.C., 1993. Deoxyribonucleic acid base composition of 12 *Frankia* isolates. *Canada Journal Botany* **61**, 2859-2862.
- Barbour, M.G., Jark, J.H., Pitts, W.D., Gillim, F.S., and Schwartz, M.W., 1999. *Terrestrial Plant Ecology*. 3rd ed. Addison Wesley Longman, New York. 218.
- Begum, R., and Rizwana, A.R., 1979. Blister disease of *Casuarina*. *Geobios*, **6** (1), 35-36.
- Binggeli, P., 1997. *Casuarina equisetifolia L.* (Casuarinaceae). *Woody Plant Ecology*. 50-55.
- Burrows, C.J., 1990. *Process of Vegetation Change*. Unwin Hyman, London. 136.
- Chapin, D.M. and Bliss, L.C., 1998. Seedling growth, physiology and survivorship in a subalpine, volcanic environment. *Ecology* **70** (5), 1325-1334.
- Chen, H., Harmen, M.E., Griffiths, R.P., and Hicks, W., 2000. Effect of temperature and moisture on carbon respiration from decomposing woody roots. *Forest Ecology and Management* **138**, 51-64.
- Duke, J.A., 1983. *Casuarina equisetifolia J.R. & G. Forst.*, Center for New Crops & Plant Products, Purdue University.
- Duhoux, E., Prin Y., and Dommergues, Y.R., 1993. *Symbiosis in Nitrogen Fixing Trees*. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi. 85-86.

- Elfers, S. C., 1988. Element Stewardship Abstract for *Casuarina equisetifolia*. The Nature Conservancy on Australian pine. Winter Park, FL: The Nature Conservancy.14.
- Harrison, R.B., Gessel, S.P., Zabowski, D., Henry, C.L., Xue, D., Cole, D.W., and Compton, J.E., 1996. Mechanisms of negative impacts of three forest treatment on nutrient availability. *Soil Science Society* **60**, 1622-1628.
- Johnson, L.A.S., 1988. Notes on *Casuarinaceae* III. The new genus *Ceuthostoma*. *Telopea* **3**, 133-137.
- Johnson, L.A.S., and Wilson, K.L., 1989. Casuarinaceae: a synopsis. *Higher Hamamelidea Systemics Association* **2**, 167-188.
- Krebs, C.J., 1985. *Ecology*. 3rd ed. Haper and Row Publishers, New York. 513-542.
- Kondas, S., 1994. *Casuarina Ecology Management and Utilization*. CSIRO. Melbourne. Australia. 66-67.
- Li, Z., and Ding, J., 1989. Isolation of *Frankia* sp. from root nodules of *Casuarina cunninghamiana* and its cultivation *in vitro* and nodulation conditions. *Acta Microbial* **26**, 295-301.
- Malik, M., and Sheik, M.I., 1997. Planting of trees in saline and water logged areas. *Science Journal* **33**, 1-7.
- Midgley, S.J., 1990. *Advances in Casuarina Research and Utilization*. Desert Development Center, AUC, Cairo. 220-221.
- Morton, F.J., 1980. *The Australian pine (Casuarina equisetifolia L.)*. Florida State Horticultural Soc., Florida.

National Research Council, USA. 1984. *Casuarinas: Nitrogen-fixing Trees for Adverse Sites*. National Academy Press, Washinton, DC.

Ng, B.H., 1996. The effects of salinity on growth, nodulation and nitrogen fixation of *Casurina equisetifolia*. *Plant and Soil* 103 (1), 123-130.

O'Connell, D.A., Ryan P.J., Mckenzie N.J., and Ringrose-Voase, A.J., 2000. Quantitative site and soil description to improve the utility of forest soil surveys. *Forest Ecology and Management* 138, 107-122.

Phillipps, S.M, 1995. *Enchanted Garden of Garden of Kinabalu*. Natural History Publications (Borneo) Sdn. Bhd., Kota Kinabalu. 23-29.

Sanudin, H.T. and Mazlan, A.G., 1990. Effects of the mud volcano activity on the morphology of Pulau Tiga. *Sains Malaysiana* 19 (1), 91-102.

Sanudin, H.T., Shabin, A.R., dan Baba Musta, 1999. *Geologi Pulau Tiga*. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. 1-17.

Siraj Omar, Ghazally Ismail, Kadderri Desa, Sanudin Tahir, Ahmad Jantan, Shafie Ahmad, Jumaat Adam, Robert Stuebing, Zaidi Isa dan Nicholas Johnston, 1984. Beberapa Pulau di Perairan Sabah: *Aspek Geologi Flora dan Fauna*. Siri Monograf Fakulti Sains dan Sumber Alam, UKM Sabah. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.

Subbarao, N.S., and Rodriguez-Barrueco, C., 1995. *Casuarinas*. Science Publishers, Inc. United State of America. 1-211.

Swearingen, J.M., 1997. *Australian Pine*. Washinton, D.C.: National Park Service, Plant Conservation Alliance, Alien Plant Working Group.



Tansley, A.G. and Chipp, T.F., 1926. *Aims and Method In The Study Of Vegetation.* The British Empire Vegetation Committee and The Crown Agents For The Colonies. London. 228-233.

Thiagalingam, K., 1994. *Role of Casuarina in Agroforestry.* CSIRO, Malbourne. Australia. 176-177.

Torrey, J.G., and Berg, R.H. 1988. Some morphological features for generic characterization among the Casuarinaceae. *America Journal Botany* 75, 864-874.

Turnbull, J.W., 1994. Taxonomy and genetic variation in Casuarinas. In: El-Lakany, M.H., Turnbull, J.W. and Brewbaker, J.L., *Advances in Casuarina Research and Utilization.* Desert Development Center, AUC, Cairo.1-11.

Turnbull, J.W., and Martenzs, P.N. 1983. Seed production, collection and germination in Casuarinaceae. In: Midgley, S.J., Turnbull, J.W., and Johnston, R.D., *Casuarina Ecology Management and Utilization.* CSIRO, Melbourne, Australia. 126-132.

Vinaya Rai, R.S., 1990. Seed management in Casuarina equisetifolia. In: El-Lakany, M.H., Turnbull, J.W. and Brewbaker, J.L., *Advances in Casuarina Research and Utilization.* Desert Development Center, AUC, Cairo.78-79.

Whitmore, T.C., 1984. *Tropical Rain Forests of the Far East.* Oxford University Press, Walton Street, Oxford. 217-219.

Woodall, S.L. and Geary, T.F., 1995. *Identity of Florida Casuarinas.* U.S.D.A. Southeast Forest Experiment Station, Research Note SE-332. 10-12.

Woodehouse, A., 1995. *Casuarina in Everglades National Park.* Everglades National Park.