

MODEL PEMBESARAN *ACACIA MANGIUM* DI SABAH

TIMY FOO

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM MATEMATIK DENGAN EKONOMI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Mac 2007



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Model Pembesaran Acacia mangium di Sabah

Ijazah: Sarjana Muda Sains dengan kepujian (Matematik DAN Ekonomi)

SESI PENGAJIAN: 2006/2007

Saya TIMY FOO

(HURUF BESAR)

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

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

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

SULIT

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KU. RIA, Peti Surat ~~2513~~ 2513, 89008

PN Daimerah Abda

Nama Penyelia

Keningau, Sabah

Tarikh: 25/4/2007

Tarikh: 25/4/2007

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 dikelaskan 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).

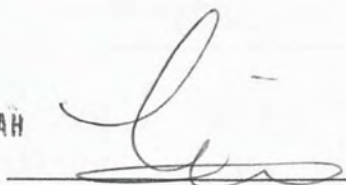


**PENAKUAN**

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

11 Mac 2007

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



TIMY FOO  
HS 2004-4084



## DIPERAKUKAN OLEH

## Tandatangan


1. PENYELIA

(PUAN DARMESAH GABDA)



2. PEMERIKSA

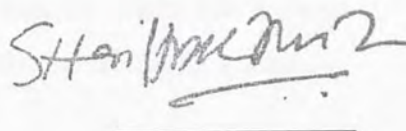
(PUAN SITI RAHAYU MOHD HASHIM)

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

3. DEKAN

(SUPT/KS.PROF. MADYA DR. SHARIFF A.

K. OMANG)



## PENGHARGAAN

DENGAN NAMA ALLAH YANG MAHA PEMURAH LAGI MAHA PENYAYANG Bersyukur saya ke hadrat Illahi kerana dengan limpah rahmat dan keizinannya, projek II yang merangkumi bab 1, bab 2, bab 3, bab 4 dan bab 5 dapat disediakan dalam masa yang ditetapkan.

Atas kesempatan ini saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada kesemua pensyarah dan guru-guru yang pernah memberikan ilmu kepada saya serta ibubapa yang selama ini yang memberi sokongan kasih sayang dan wang ringgit agar saya dapat meneruskan pengajian di universiti ini.

Ucapan terima kasih juga kepada penasihat saya iaitu Puan Darmesah Gabda yang banyak memberi tunjuk ajar serta teguran yang berguna kepada saya. Selain itu, tidak lupa juga kepada semua pensyarah yang mengajar subjek statistik: Puan Siti Rahayu Mohd Hashim, Professor Dr. Zainodin Haji Jubok, dan Puan Darmesah Gabda sendiri.

Selain itu, tidak lupa juga kepada kakitangan SFI, Yvone, Conrad Charle, David dan Shah yang telah memberikan kerjasama untuk membantu mendapatkan data *A. mangium*. Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan

Penghargaan juga kepada semua rakan seperjuangan saya yang juga turut membantu dalam proses penyiapan projek II ini. Akhir sekali, sekiranya terdapat kekasaran bahasa dan kesilapan sepanjang pengajian saya hinggalah penyiapan projek II ini sepuluh jari disusun memohon kemaafan.

Ikhlas,

TIMY FOO  
11 Mac 2007



## ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menyuaikan model pembesaran *A. mangium* menggunakan teknik regresi yang mematuhi andaian-andaian regresi berganda yang membawa kepada model yang terbaik. Model pembesaran *A. mangium* adalah berdasarkan kepada diameter aras dada, d.b.h, dan tinggi pokok. Data kajian adalah daripada lima plot tanaman ladang hutan di Mendulong. Data ini terdiri daripada data yang dalam julat 2 - 8 tahun yang dicerap dari tahun 1995-2005. Sebanyak 3280 model yang mungkin dijanakan untuk d.b.h dan tinggi untuk diregresikan secara berasingan. Sebanyak 14 model untuk d.b.h dan 18 model dipilih untuk disaring oleh lapan kriteria pemilihan model iaitu SGMASQ, FPE, HQ, SCHWARZ, AIC GCV, RICE dan SHIBATA untuk mencari model yang terbaik. Dalam akhir kajian, model untuk d.b.h dan tinggi didapati sangat baik iaitu mempunyai nilai-nilai  $\bar{R}^2$  yang sangat tinggi, SSE dan sisihan piawai yang rendah, dan model-model telah memenuhi kesemua andaian-andaian regresi berganda.



## ABSTRACT

This study is to derive *A. mangium* growth model by using polynomial regression technique, the validity of the models were based on polynomial regression assumption so that the models are unbiased. Data was used from five plantation plots; the data is between 2 – 8 years of age from year 1995-2005, taken from plantation in Mendulong, Sipitang. There are 3280 possible models generated to fit height grow and diameter breast height, d.b.h, respectively. TableCurve 2D was use to assist in the complex calculation process. Eighteen height models and 14 d.b.h models were chosen and filter by eight criteria to be selected as the best model separately. At the end of the study, a very good and unbiased model successfully derive for d.b.h and height where  $\bar{R}^2$  value for both models are high, SSE and standard deviation are minimum also the both models follows the assumption of the polynomial regression which suggested a reasonable flexibility for practical application.



## KANDUNGAN

Muka surat

PENGAKUAN	ii
PERAKUAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i> (Terjemahan Abstrak)	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SINGKATAN SENARAI SIMBOL	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Model Matematik	3
1.3 Kepentingan	4
1.3.1 Nilai Ekonomi Ladang Hutan	4
1.3.2 Pengurusan <i>Acacia mangium</i>	5
1.4 Skop Kajian	7
1.5 Objektif Kajian	8
<b>BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	
2.1 Pengenalan	9
2.2 Kajian Terdahulu	10
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	
3.1 Pengenalan	19
3.2 Transformasi	20
3.3 Ujian Korerasi	21
3.4 Penentuan Pemalar	21
3.5 Analisis Data	22
3.5.1 Ujian t dan nilai p	22
3.5.2 Analisis Residual	24





3.5.2.1 Ujian Kerawakan	24
3.5.2.2 Ujian Breush-Pagan	25
3.5.3 Menentukan Kebugusan Model	26
3.6 Perisian	27
3.7 Model-model Yang Mungkin	28
3.8 Kesimpulan	38
<b>BAB 4 KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA</b>	
4.1 Pengenalan	39
4.2 Ujian Korelasi	43
4.3 Penentuan Model	43
4.4 Ujian t dan Nilai p	45
4.5 Analisis Residual	47
4.5.1 Analisis Bergraf	47
4.5.2 Analisis Secara Kuantitatif	49
4.5.3 Ujian Homosedastisiti	51
4.5.4 Ujian Kenormalan	52
4.6 Kebugusan Model	53
<b>BAB 5 PERBINCANGAN</b>	
5.1 Perbincangan dan Cadangan	56
RUJUKAN	63
LAMPIRAN	67



## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1 Perladangan <i>Acacia mangium</i> di Semenanjung Malaysia melalui pemilikan (ha), tahun 2002	2
1.2 Statistik dan Kawasan ditanam di Sabah sehingga Disember 2004.	6
2.1 Penerangan umum data untuk kajian Forss <i>et al.</i> (1996).	11
2.2 Ringkasan statistik untuk 51 plot tanaman yang dikaji di Pendopo, Sumatra Selatan.	14
4.1 Diskriptif data untuk tinggi (m).	41
4.2 Diskriptif data untuk d.b.h (cm).	42
4.3 Hubungan korelasi di antara $y$ (d.b.h dan Tinggi) dan $x$ (tahun).	43
4.4 Nilai ujian $t$ dan $p$ untuk persamaan 4.1.	46
4.5 Nilai ujian $t$ dan $p$ untuk persamaan 4.2.	46
4.6 Nilai residual untuk persamaan 4.1.	49
4.7 Nilai residual untuk persamaan 4.2.	49
4.8 Output SPSS untuk ujian kenormalan d.b.h.	52
4.9 Output SPSS untuk ujian kenormalan tinggi.	52
4.8 Senarai model tinggi yang dipilih.	54
4.9 Senarai model d.b.h yang terpilih.	54
4.10 Jadual ANOVA untuk persamaan 4.1.	55
4.11 Jadual ANOVA untuk persamaan 4.2.	55



**SENARAI RAJAH**

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Gambarajah tinggi dan d.b.h yang diukur.	7
1.2 Ketinggian d.b.h yang diukur 1.5m daripada tanah.	8
3.1 Carta alir bagi menentukan model-model pembesaran <i>A. mangium</i> .	38
4.1 Taburan d.b.h data <i>A. mangium</i> .	40
4.2 Taburan data tinggi data <i>A. mangium</i> .	40
4.3 Residual bagi persamaan 4.1.	47
4.4 Residual untuk persamaan 4.2.	48



## SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

$\alpha$	Nilai kritikal
$\tilde{\beta}_i$	Anggaran bagi pekali $x_i$
$\tilde{\beta}_0$	Anggaran bagi pintasan
$\tilde{\beta}$	Mewakili parameter $\tilde{\beta}_i$ $i = 0, 1, \dots, k$
$\beta_i$	Pekali $x_i$
$\beta_0$	Pintasan
d.b.h	Diamater aras dada (cm)
ESS	Kuasa dua hasil tambah ralat
G	Luas pangkal
$\gamma$	Parameter transformasi untuk x
Ha	Hektar
$h$	Tinggi
$k$	Bilangan parameter
$Kb$	Kebarangkalian
$\lambda$	Parameter transformasi untuk y
m	meter
MSE	Min kuasa dua ralat
n	bilangan cerapan.
$r$	Nilai korelasi Pearson
$R^2$	Pekali penentu
$\bar{R}^2$	Pekali penentu yang diubahsuai

$\Sigma$	Hasil tambah	
$Ste_{\hat{\beta}_0}$	Sisihan piawai $\hat{\beta}_0$	
$Ste_{\hat{\beta}_1}$	Sisihan piawai $\hat{\beta}_1$	
$s_x^2$	varians $x_i$ .	$i = 1, 2, 3, \dots, n$
$s_y^2$	varians $y_i$ .	$i = 1, 2, 3, \dots, n$
$s$	sisihan piawai untuk sample.	
SSR	Hasil tambah kuasa dua regressi	
SST	Hasil tambah kuasa dua jumlah	
$t_{\alpha, n-1}$	nilai t dalam jadual	
$t_{cerap}$	nilai t untuk parameter anggaran $\hat{\beta}_i$ .	
$u$	Ralat rawak	
$\hat{u}_i$	Residual ke $i$	
$\mu$	min bagi populasi	
$V$	Isipadu	
$X^T$	Matrix $X$ yang di transpos	
$\bar{x}$	min sample $x_i$ .	
$\bar{y}$	min sample $y_i$ .	
$\hat{y}$	nilai anggaran	

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

*Acacia mangium* (*A. mangium*) merupakan pokok yang mempunyai kadar pembesaran yang tinggi, yang berasal daripada famili Leguminosae. Menurut Turnbull (1986) *A. mangium* merupakan tumbuhan kormesil yang paling penting dan ditanam meluas secara ladang di Indonesia dan Malaysia untuk menampung permintaan membuat kertas dan bahan api. Jabatan Perhutanan dalam tahun 1979, jabatan ini mendapati pada masa hadapan akan terdapatnya kekurangan pengeluaran kayu kayan. Dengan mengambil tindakan yang perlu kerajaan telah menjalankan program Penanaman Hutan Semula (CFPP) yang dilancarkan di Semenanjung Malaysia. Menurut statistik yang dikeluarkan oleh FRIM, penanaman hutan ladang di Semenanjung Malaysia meliputi 74,022 ha pada tahun 2002 (Krishnapillay dan Ong, 2003). Jumlah penanaman *A. mangium* di Semenanjung Malaysia sehingga tahun 2002 adalah seperti berikut:



**Jadual 1.1** Perladangan *Acacia mangium* di Semenanjung Malaysia melalui pemilikan (ha), tahun 2002.

Negeri	Sektor Swasta	Agency Kerajaan	Persendirian	Jumlah
Johor	6 470	11 942	1 195	19 607
Kedah	0	0	0	0
Kelantan	0	3 293	1	3 294
Melaka	0	0	0	0
N. Sembilan	585	4 171	34	4 790
Pahang	0	16 550	2 776	20 534
Perak	291	2 963	560	3 814
Perlis	0	0	0	0
P. Pinang	1 208	0	0	0
Selangor	0	9 022	0	9 022
Terengganu	0	1 978	1 309	3 287
W. Persekutuan	0	0	0	0
<b>Jumlah</b>	<b>8544</b>	<b>49919</b>	<b>5875</b>	<b>67348</b>

(Krishnapillay dan Ong, 2003)

Ekologi pokok ini adalah biasanya di padang rumput dan tumbuh ditanah rendah beraltitud 10-50 m. Pokok ini juga mampu hidup dalam keadaan subtropika yang kering serta keadaan hutan yang lembab (Spesis pokok yang lain berkemungkinan tidak tumbuh dalam keadaan ini) (Tham C. K.,1979).

Spesis ini telah mengatasi *Albizia falcataria*, *Gmelina arborea* (dikatakan di antara pokok yang paling cepat membesar dalam dunia,(NAS, 1979), dan *Pinus caribaea* yang mampu hidup dalam keadaan yang tidak sesuai seperti, bekas kebakaran, lapisan tanah liat yang beradunkan batu gunung berapi, bekas pertanian pindah dan tebing yang ditumbuhi dengan spesis *Eupatorium* serta *Imperata*. Spesis ini mampu bertahan dalam air yang ditakung sebanyak 10 hingga 45 dm atau lebih dalam setahun, maksimum min suhu 31-34°C pada musim panas, minimum min suhu 12-25°C pada musim sejuk, dan pH 4.2-7.5 (NAS, 1983).

## 1.2 Model Matematik

Pemodelan pembesaran pokok *Acacia mangium* merupakan suatu proses matematik yang membantu memahami tabiat pembesaran pokok ini dalam bentuk persamaan matematik. Walaupun suatu model pembesaran yang lengkap telah disesuaikan, ia tidak semestinya 100% sama dengan taburan pembesaran yang sebenar, ia sekadar memimik atau hampir sama dengan nilai sebenar dengan bercirikan kriteria pemilihan model yang akan dibincangkan dalam bab 3. Persamaan Polinomial yang umum adalah seperti berikut:





$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2^2 + \dots + \beta_i x_i^k + u \quad (1.1)$$

pembolehubah bersandar adalah  $y$ , pembolehubah tidak bersandar adalah  $x_i$ ,  $\beta_0$  merupakan pintasan,  $\beta_i$  ialah pekali  $x_i$  dan  $u_i$  merupakan ralat rawak,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Dalam projek ini,  $x$  merujuk kepada masa(tahun) (George dan Alan, 2003).

### 1.3 Kepentingan Kajian

Model pembesaran *A. mangium* mempunyai kepentingannya kepada pemaju hutan. Untuk membuat pengurusan hutan yang dinamik model pertumbuhan boleh dijalankan agar penebangan dan penanaman dapat dianggarkan supaya dapat menampung permintaan kayu yang semakin meningkat (Malcolm, 1990).

#### 1.3.1 Nilai Ekonomi Ladang Hutan

Ladang hutan akan membantu mengekalkan pembangunan industri berasaskan kayu di Negeri Sabah di samping juga menyediakan peluang-peluang untuk mempelbagaikan aktiviti ekonomi kepada sektor swasta dan mengurangkan pengaliran keluar tukaran asing negara melalui aktiviti pemprosesan kayu dan produk-produk kertas untuk kegunaan tempatan dan juga untuk kegunaan pasaran luar negara. Ladang hutan membantu mempelbagaikan ekonomi Negeri Sabah dan mengurangkan pengaliran keluar tukaran asing negara melalui aktiviti pemprosesan kayu dan produk-produk kertas untuk kegunaan tempatan dan juga untuk kegunaan pasaran luar negara. China dan Vietnam

menawarkan permintaan yang tinggi terhadap *A. mangium*, membawa keuntungan sebanyak US\$60-US\$65 per kubik meter (Daily Express, 2006). Di Sibu, Sarawak, satu projek dengan 60, 000 hektar *A. mangium* dan Acacia Irbid untuk program perhutanan semula dengan tempoh masa 10 tahun. Dengan Jepun merupakan pembeli yang tertinggi diikuti United Kingdom dan Korea Selatan (Utusan Online 2007).

### 1.3.2 Pengurusan *Acacia mangium*

Pengurangan sumber hutan di Sabah telah menjadi satu realiti. Adalah wajar untuk membincangkan isu ini secara berterusan untuk mengekalkan industri berasaskan kayu di Sabah dan untuk menyeimbangkan pengaliran keluar tukaran asing dari negeri ini. Seksyen Perladangan Hutan telah ditubuhkan pada tahun 1966. Fungsi yang utama seksyen ini ialah untuk menunjukkan kemungkinan untuk menubuhkan ladang hutan menggunakan spesies kayu cepat tumbuh di Sabah (Jabatan Perhutanan Sabah, 2007).

Di Sabah, kira-kira 10,000 hektar ladang hutan telah dimajukan dengan jenis-jenis pokok yang cepat membesar melalui usahasama di antara Yayasan Sabah dengan sebuah syarikat swasta. Lembaga Kemajuan Hutanan Sabah (SAFODA) telah ditubuhkan pada tahun 1976 untuk menanam semula hutan di kawasan seluas kira-kira 200,000 hektar yang terjejas (rosak) akibat aktiviti pertanian pindah dan ditumbuhialang (*Imperata cylindrica*) terutamanya di bahagian Utara negeri Sabah (SAFODA, 2000). Di Sarawak, ladang hutan *A. mangium* seluas Kira-kira 1,800 telah dibuka di bawah program

penghutan semula. Pusat penyelidikan silvikultur juga telah ditubuhkan di Bintulu bagi menjalankan penyelidikan perhutanan.

**Jadual 1.2** Statistik dan Kawasan hutan ladang yang ditanam di Sabah sehingga Disember 2004.

<b>Spesies</b>	<b>Kawasan Ditanam (Ha)</b>
<i>Acacia mangium</i>	75 120
<i>Paraserianthes falcataria</i>	8 642
<i>Gmelina arborea</i>	4 463
<i>Eucalyptus deglupta</i>	1 767
<i>Pinus cribaea</i>	154
<i>Eucalyptus</i> lain	1 530
<i>Calamus sp.</i>	17 200
<i>Teutona grandis</i>	6 047
Spesies lain (getah dan lain-lain)	81 524
<b>Jumlah</b>	<b>202 494</b>

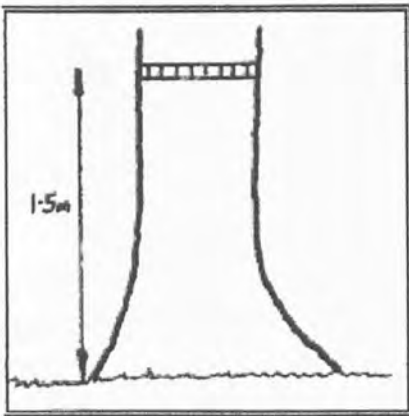
Sumber: Laman Web Jabatan Perhutanan Sabah – Pengurusan Hutan.

## 1.4 Skop Kajian

Pembolehubah tidak bersandar bagi model ini adalah umur pokok dalam tahun yang disimbolkan sebagai tahun  $x$ , manakala pembolehubah yang bersandar adalah tinggi  $h$ , dan juga diameter dominan aras dada (*diameter breast height*), d.b.h. Berikut merupakan gambarajah takrifan untuk tinggi dan d.b.h bagi *A. mangium*.



Rajah 1.1 Gambarajah tinggi dan d.b.h yang diukur.



**Rajah 1.2** Ketinggian d.b.h yang diukur 1.5m daripada tanah.

Rajah 1.1 menunjukkan takrifan untuk pengukuran tinggi, manakala Rajah 1.2 pula menunjukkan pengukuran d.b.h diambil daripada satu perpuluhan lima meter dari tanah.

Data yang digunakan adalah daripada data sekunder yang didapati daripada kawasan penanam hutan landang *A. mangium* oleh Sabah Forest Industri di Sipitang Sabah.

### 1.5 Objektif Kajian

Kajian akan tertumpu kepada penyuaian model untuk tinggi dominan dan d.b.h, dengan menggunakan teknik regresi berganda. Objektif kajian ini adalah:

- i) Mendapatkan model pembesaran *A. mangium* untuk tinggi dominan  $h$  dalam meter.
- ii) Mendapatkan model pembesaran *A. mangium* untuk diameter aras dada aras dada, d.b.h, dalam cm.

## Bab 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Pengenalan

*Acacia mangium* merupakan tumbuhan yang banyak kegunaannya, yang utama ia adalah pokok yang boleh dijadikan pokok pembalakan dan sebagai bahan api (spesifikasi graviti = 0.65). Ia berwarna coklat-cerah yang berketumpatan tinggi pada batang dan lurus apabila tumbuh. Ini menjadikannya suatu tumbuhan yang ideal untuk membuat papan lapis yang banyak digunakan untuk membuat perabot. Selain itu ia juga boleh dijadikan kertas dan pemulpaan. Pokok ini juga mampu menyelesaikan masalah tentang kawasan berumput Imperata (Tham, 1979), di mana kawasan berumput Imperata menghalang pertumbuhan tumbuhan yang lain.

Menurut Anderson (1978) gam *A. mangium* mengandungi 5.4% abu, 0.98% N, 1.49% metosil, dan dengan kiraan, 32.2% asid uronik. Kandungan gula selepas



hidrólisis ialah: 9.0% asid 4-0-metilglukoronik , 23.2% asid glukoronik, 56% galaktosa, 10% arabinosa, dan 2% ramnosa. Pokok ini kebanyakannya tumbuh di beberapa kawasan kecil di Papua New Guinea, Moluccas, serta di Semenanjung Cape Cork. Di Indonesia, *A. mangium* tumbuh di Taliabu, kebanyakannya di kepulauan sebelah barat dan Sanana, kepulauan selatan di Kumpulan Pulau Sula dan di dekat Waesalan di barat laut Ceran. Pokok ini diperkenalkan di Bangladesh, Cameroon, Costa Rica, Hawaii, Indonesia, Malaysia, Nepal, Papua dan Philippines (NAS, 1983).

## 2.2 Kajian Terdahulu

Forss *et al.* (1996) telah melakukan kajian untuk menyuaikan model pertumbuhan ladang-ladang *A. mangium* yang tidak djarangkan di Selatan Kalimantan Indonesia, dengan erti kata lain kajian dilakukan pada kawasan ladang *A. mangium* yang tidak dijaga. Kajian ini telah memodelkan tinggi dominan dengan menggunakan fungsi tiga parameter Chapman-Richard tinggi-umur. Walaubagaimanapun, fungsi tiga parameter Chapman-Richard telah diubahsuai mengikut kehendak data yang akhirnya membawa kepada penggunaan model anamorfik. Selain itu, sisihan piawai terhadap pekali pemalar dan juga ralat model juga ditentukan.

Kajian tersebut juga telah mendapatkan model untuk ketahanan hidup, luas pangkal (*basal area*), dan d.b.h. Persamaan yang digunakan adalah fungsi ketahanan hidup Peinaar untuk menyuaikan ketahanan hidup, model Clutter dan Jones untuk menyuaikan luas pangkal serta d.b.h. Data yang digunakan dari pelbagai peringkat umur

dan nilai-nilai cerapan untuk setiap tahun adalah berbeza-beza, iaitu pada umumnya data yang digunakan untuk sukatan pertama adalah seperti berikut:

**Jadual 2.1** Penerangan umum data untuk kajian Forss *et al.* (1996).

	$A$	$N$	$d_g$	$h_{dom}$	$G$
Nilai minimum	2.3	935	5.7	7.5	3.8
Nilai maksimum	6.8	2333	18.9	27.5	26.2
Min	4.7	1451	12.1	17.9	16.6

Dengan,  $A$  = tahun;  $N$  = batang per hektar  $d_g$  = kuadratik min diameter (cm),  $h_{dom}$  = tinggi dominan, tinggi-tinggi yang tertebal daripada 100 batang pokok per hektar,  $G$  = luas pangkal per luas ( $m^2 ha^{-1}$ ) (Forss *et al.*, 1996).

Hasil penyuaian model yang diperolehi oleh Forss *et al.* (1996) seperti berikut:

Model tinggi dominan:

$$h_{dom2} = h_{dom1} \left[ \frac{1 - e^{-0.12975 A_2}}{1 - e^{-0.12975 A_1}} \right]^{1.31906} \quad (2.1)$$



## RUJUKAN

- Antoni T., Margaria T., Jari M., 2004. Growth and yield model for *Pinus halepensis* Mill. in Catalonia, north-east Spain. *Forest Ecology and Management*. 203, ms 49-62.
- Anderson, D.M.W. 1978. Chemotaxonomic aspects of the chemistry of acacia gum exudates. *Kew Bull.* **32(3)**:ms 529-536.
- Box, G.E.P., dan D. R. Cox., 1964. *An Analysis of Transformation*. J. Ryal Stat. Society, Series B.
- Breush, T. S., dan A. R. Pagan., 1979, A Simple Test for Heteroscedastisity and Random Coefficient Variation. *Econometrica* 47: ms 128-1294.
- Chan, H.H. 1986. Graded sawn timber recovery study of *Acacia Mangium*. *Malaysian Forester* 47(1-2). ms 116-124.
- Daily Express, 2006. Sabah should cash in on Acacia on demand, Daily Express, 04 may 2006. <http://www.dailyexpress.com.my/news.cfm?NewsID=?>
- E. Forss, K. Von Gadow, dan J. Saborowski, 1996. Growth Models for Unthinned *Acacia mangium* Plantation in South Kalimantan, Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science* **8(4)**: ms 449-462
- George A. F. Seber dan Alan J.L., 2003. *Linear Regression Analysis*. Wiley-Interscience. Auckland, New Zealand. Ed. Ke-2. ms 38 dan 165.
- Gomal K. Kanji, 1993. *100 Statistical Tests*. Sage Publication, London. ms 33



- Ismail, B. M. 2007. Unimodality test for Global Optimization of single variable function using statistical method. *Malaysian Journal of Mathematical Science*. 1(2): ms 1-11
- Jabatan Perhutanan Sabah, 2007. Laman Rasmi Jabatan Perhutanan Sabah-Pengurusan Hutan. <http://www.forest.sabah.gov.my/malay/PengurusanHutan/tabid/74/Default.aspx>
- James A. Duke, 1983. Handbook of Energy Crops. <http://www.hort.purdue.edu>
- Krishnapillay, B. and Ong, T.H., 2003. Private Sector Forest Plantation Development in Peninsular Malaysia, *FAO Corporate Document Repository*, FAO, Thailand. ms 15, appendix 2.
- Laman web Jabatan Perhutanan Sabah-pengurusan hutan.  
<http://www.forest.sabah.gov.my/malay/portals/0/pdf/bab5/520PerladanganHutan.pdf>
- Mangium-industries, 2007. <http://www.mangium-industries.com.my/timber.htm>
- M. Shah Newaz & M. Millat-E-Mustafa, 2003. Growth and Yield Model for *Acacia mangium* Grown in the Plantation of the Central Region of Bangladesh. *New Forest*, Kluwer Academic Publisher, Netherland, 27, ms 81-88.
- Malcolm L. Hunter, Jr., 1990. Wildlife Forest, and Forestry, *Principles of Managing Forests for Biological Diversity*. Prentice Hall Career & Technology Prentice-Hall, Inc., New Jersey, ms 268-269
- Mariola S. G., Miren del R., Isabel C., & Gregoria Montero, 2006. Distance independent tree diameter growth model for cork oak stands. *Forest Ecology and Management*. 225 ms 262-270. <http://www.sciencedirect.com>



- N.A.S. 1979. Tropical legumes: resources for the future. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- N.A.S. 1983d. *Mangium and Other Acacias of the Humid Tropics*. National Academy Press, Washington, DC.
- R. Ramanathan, 1994. *Introductory Econometrics with Application* Ed. ke-3, Harcourt College Publisher, San Diego, California. ms 84
- Raymond H. Myers, 1990. *Classical and Modern Regression with Applications*, Duxbury Press, Belmont, California, **2**. ms 35.
- Ronald C., 1996. *Analysis Variance, Design and Regression: Applied Statistic Methods*. Chapman & Hall. New York. ms 17-20.
- S. Kurinobu, H. Arisman, E. Hardinyato, & T. Miyaura, 2006. Growth Model for Predicting Stand Development of *Acacia mangium* in South Sumatra, Indonesia, Using the Reciprocal Equation of Size-Density Effect. *Forest Ecology and Management* **228**, ms 91-97. <http://www.sciencedirect.com>
- SAFODA, 2007. <http://www.sabah.gov.my/bkd/safoda.htm>
- Saija H. & Jari M., 2006, Stand-level growth models for young Scots pine stands in Finland. *Forest Ecology and Management*. **241**, ms 49-61.
- Tan, K.C 1991. The effect of topographic position on the growth of *Gmelina arborea* and *Acacia mangium*. ms 390-400.



- Tham, C.K. 1979. Trials of *Acacia mangium* Willd. as a plantation species in Sabah. *Forest Genetic Resources Information* 9. FAO Forestry Occasional Paper 1979 (No. 1). <http://www.fao.org/docrep/006/N2511e/ns511e08.htm#ch8>
- Turnbull, J.W.,(1986), Multipurpose Australian Trees and Shrubs. *Lesser-known Species for Fuelwood and Agroforestry*. ACIAR Monograph No. 1. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. ms 316 .
- Tan, K.C 1991. The effect of topographic position on the growth of *Gmelina arborea* and *Acacia mangium*. ms 390-400.
- Tham, C.K. 1979. Trials of *Acacia mangium* Willd. as a plantation species in Sabah. *Forest Genetic Resources Information* 9. FAO Forestry Occasional Paper 1979 (No. 1). <http://www.fao.org/docrep/006/N2511e/ns511e08.htm#ch8>
- Turnbull, J.W.,(1986), Multipurpose Australian Trees and Shrubs. *Lesser-known Species for Fuelwood and Agroforestry*. ACIAR Monograph No. 1. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. ms 316 .
- Utusan Online,2007. Ta Ann embarks on year 10-year re-afforestation programme, march 7 2007.  
[http://www.utusari.com/my/utusan/content.asp?pub=Utusan\\_Malaysia&sec=korporat](http://www.utusari.com/my/utusan/content.asp?pub=Utusan_Malaysia&sec=korporat)
- Vadim S. & Boris Z., 1996. Investigating Parameter of Growth Equation, *Can. J. For. Res. Canada*,26, ms 1980-1990
- Woo-Kyun L. *et al.*, 2004. DBH growth model for *Pinus densiflora* and *Quercus variabilis* mixed forests in central Korea. *Ecological Modelling*. 176, ms 187–200. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

