



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**RESPONS DAN ADAPTASI ANAK BENIH KOKO
(THEOBROMA CACAO) TERHADAP BANJIR**

MOHD NOH BIN ABD JALIL

FP 1991 14

RESPONS DAN ADAPTASI ANAK BENIH KOKO
(*THEOBROMA CACAO*) TERHADAP BANJIR

Oleh

MOHD NOH BIN ABD JALIL

Tesis yang Dikemukakan bagi Memenuhi Syarat
untuk Memperolehi Ijazah Doktor Falsafah dari Jabatan
Agronomi dan Hortikultur, Fakulti Pertanian,
Universiti Pertanian Malaysia

April 1991

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya mengucapkan syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan izinNya dapat saya menjayakan dan menyiapkan tesis ini. Hasil kajian yang dibentangkan di dalam tesis ini telah dijalankan di bawah Jabatan Agronomi dan Holtikultur, Fakulti Pertanian, Universiti Pertanian Malaysia.

Saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Prof. Madya Dr Raja Muhammad bin Raja Harun dan Prof. Madya Dr Mohd Khalid bin Mohd Nor yang menjadi penyelia dan memberi dorongan serta tunjuk ajar selama melaksanakan kajian ini. Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada Dr Hj Mohd Yusuf bin Hashim (Ketua Pengarah MARDI), Dr Mohd Sharif bin Ahmad (Timbalan Ketua Pengarah Pembangunan MARDI), Dr Hj Hashim bin Abd Wahab (Timbalan Ketua Pengarah Penyelidikan MARDI), Dr Musa bin Mohd Jamil (Pengarah Bahagian Koko/Kelapa MARDI) dan rakan-rakan sejawatan saya yang memberi sokongan dari segi moral, pandangan, pengalaman dan sebagainya.

Terima kasih juga saya tujukan kepada Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) yang memberi kebenaran menjalankan kajian ini serta memberi sokongan kewangan dan pelbagai kemudahan di sepanjang kajian ini.

Tidak lupa juga saya ucapkan terima kasih kepada isteri-isteri saya Kamariah bte Sarep dan Russiah bte Ahmad, anak-anak saya Alias, Azmi, Siti Aishah, Mohd Ayyub, Siti Atiqah, Siti Atiah, Mohd Dhirar, Mohd Ahnaf, Mohd Yassir, Mohd Ammar, Mohd Fida'uddin dan Mohd Thamlikha juga yang dikasihi kedua ibu dan ayah saya yang sentiasa memberi dorongan, hiburan, semangat dan sebagainya.

Akhirnya, tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada tuan guru yang saya kasihi, Ustaz Hj Ashaari bin Muhammad yang sentiasa membimbing dan mentarbiah saya di bidang agama serta memberi galakan, semangat dan doa dalam menjalankan kajian saya ini, juga sahabat-sahabat seperjuangan saya atas segala-galanya.

JADUAL ISI KANDUNGAN

	Muka surat
PENCHARGAAN	ii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI PLAT	xv
SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xxi

BAB

1 : PENDAHULUAN	1
2 : RUJUKKAN BAHAN BERTULIS	4
Banjir dan Kerosakan Tanaman	4
Kesan Banjir ke atas Tanah	6
Kesan Banjir ke atas Pokok	7
Percambahan Biji Benih	7
Pergerakan Stomata	7
Transpirasi	9
Fotosintesis	10
Permeabiliti Akar	11

Hubungan dengan Penyerapan Unsur-unsur Mineral	12
Tumbuhan Pokok	14
Mekanisma Berlakunya Kecelakaan Akibat Banjir	17
Ketahanan Pokok terhadap Banjir	27
Adaptasi terhadap Banjir	29
Pembentukan Lentisel Hipertrofid	30
Regenerasi Akar	30
Ciri-ciri Anatomi	33
Pengangkutan Oksigen dan Pengoksidanan Rhizosfera	36
Adaptasi Metabolik	37
3 : RESPONS ANAK BENIH KOKO TERHADAP BANJIR	39
Pendahuluan	39
Bahan Tanaman dan Kaedah	39
Bahan Tanaman	39
Perlakuan Eksperimen	43
Pengukuran	43
Keputusan	48
Perubahan-perubahan Fisiologi dan Morfologi	48
Perubahan-perubahan Morfologi dan Anatomi	58
Tumbuhan dan Penghasilan Berat Kering	61
Perbincangan	75
Kesimpulan	88

4 : ADAPTASI ANAK BENIH KOKO TERHADAP BANJIR: PERANAN LH DAN AWR	89
Pendahuluan	89
Bahan Tanaman dan Kaedah	90
Eksperimen untuk Menentukan Perkaitan antara LH dan AWR dengan Tumbesaran dan Penghasilan Berat Kering	90
Eksperimen untuk Menentukan Kesan Cantasan AWR ke atas Tumbesaran Anak Benih Koko	91
Eksperimen untuk Meneliti Kesan Pemberian Nutrien kepada AWR ke atas Tumbesaran	94
Keputusan	96
Perkaitan antara LH dan AWR dengan Tumbesaran dan Penghasilan Berat Kering	96
Kesan Cantasan AWR ke atas Tumbesaran Anak Benih Koko	100
Kesan Pemberian Nutrien kepada AWR ke atas Tumbesaran	105
Perbincangan	110
Kesimpulan	112
5: ADAPTASI ANAK BENIH KOKO TERHADAP BANJIR: PERANAN ETILENA	113
Pendahuluan	113
Bahan Tanaman dan Kaedah	114
Penghasilan Etilena pada Anak Benih Koko yang Dibanjirkan	114
Eksperimen untuk Meneliti Kesan Perlakuan Etilena ke atas Anak Benih Koko yang Dibanjirkan	119

Keputusan	123
Penghasilan Etilena oleh Anak Benih Koko yang Dibanjirkan	123
Kesan Etilena ke atas Anak Benih Koko yang Dibanjirkan	128
Perbincangan	138
Kesimpulan	143
6: PERANAN OKSIGEN DALAM AIR KE ATAS PEMBENTUKAN DAN PERKEMBANGAN LENTISEL HIPERTROFIK DAN AKAR AIR ADVENTISIOUS	144
Pendahuluan	144
Bahan Tanaman dan Kaedah	145
Eksperimen untuk Meneliti Perkaitan di antara Kedalaman Air dengan Kandungan Oksigen dan Kesannya ke atas Pembentukan dan Perkembangan LH dan AWR	145
Eksperimen untuk Meneliti Kesan Perlakuan Pengudaraan ke atas Perkembangan LH dan AWR	148
Keputusan	150
Perkaitan antara Kedalaman Air dengan Kandungan Oksigen dan Kesannya ke atas Pembentukan dan Perkembangan LH dan AWR	150
Kesan Perlakuan Pengudaraan ke atas Pembentukan dan Perkembangan LH dan AWR	165
Perbincangan	174
Kesimpulan	180

7: PERANAN SELULASE DALAM MERANGSANG PEMBENTUKAN DAN PERKEMBANGAN LH	182
Pendahuluan	182
Bahan Tanaman dan Kaedah	183
Kesan Banjir ke atas Aktiviti Selulase pada Anak Benih Koko	183
Kesan Perlakuan Selulase ke atas Pembentukan dan Perkembangan LH	184
Ekstraksi dan Pengukuran Aktiviti Selulase	184
Pengukuran Aktiviti Selulase	185
Keputusan	187
Kesan Banjir ke atas Aktiviti Selulase	187
Kesan Perlakuan Selulase ke atas Pembentukan dan Perkembangan LH	189
Perbincangan	190
Kesimpulan	192
8 : PERBINCANGAN UMUM DAN KESIMPULAN	193
BAHAN RUJUKAN	209
VITA	257

SENARAI JADUAL

<u>JADUAL</u>	Muka surat
1 Keluasan Kawasan Tanaman Koko di Malaysia tahun 1965-1984	3
2 Mekanisma yang Memungkinkan Kecederaan ke atas Sistem Akar Pokok yang Terendam Air	19
3 Kesan Perlakuan Banjir ke atas Nilai Keupayaan Air (MPa) Daun L4 Anak Benih Koko	51
4 Kesan Perlakuan Banjir ke atas Kadar Transpirasi Daun L4 Anak Benih Koko	53
5 Kesan Perlakuan Banjir ke atas Darjah Epinasti Daun Anak Benih Koko selepas 90 Hari Perlakuan	56
6 Kesan Perlakuan Banjir ke atas Tumbuhan Akar Primari, Akar Sekunder dan Akar Tersiar Anak Benih Koko Terendam	69
7 Prestasi Pertumbuhan Anak Benih Koko yang Dibanjirkan Selama 120 Hari mengikut Kemampuannya Mengeluarkan LH dan AWR	99
8 Kesan Cantasan AWR ke atas Luas Permukaan Daun-daun Baru, Pemanjangan Akar dan Penghasilan Berat Kering Anak Benih Koko	104
9 Kesan Pemberian Nutrien dan Tanah kepada AWR ke atas Tumbuhan Anak Benih Koko yang Terendam	107

10	Kesan Nutrien ke atas Penghasilan Berat Kering dan Nisbah Akar:Pucuk (R:S), 42 hari selepas Perlakuan	109
11	Kesan Pemberian Etilena melalui Sistem Akar dalam Larutan Kultura ke atas Senesens dan Keluruhan Daun Anak Benih Koko	134
12	Kesan Perlakuan Etilena ke atas Perkembangan LH pada Anak Benih Koko yang Dibanjirkan	137
13	Kandungan Oksigen di beberapa Peringkat Kedalaman Air daripada Permukaan mengikut Perlakuan Kedalaman 6 cm, 12 cm dan 24 cm	151
14	Kesan Kedalaman Air Banjir ke atas Pembentukan dan Perkembangan LH pada Anak Benih Koko	152
15	Peratus Bilangan Anak Benih Koko yang Mengeluarkan AWR dalam masa 30 Hari Terendam mengikut Kedalaman Air	155
16	Kesan Kedalaman Air (6 cm; 12 cm dan 24 cm) ke atas Tinggi Pokok (cm), Bilangan Daun dan Jarak Internod Anak Benih Koko	163
17	Kesan Kedalaman Air ke atas Penghasilan Berat Kering (Akar, Pucuk dan Jumlah), Nisbah Akar:Pucuk (R:S) Anak Benih Koko	164
18	Kesan Pengudaraan melalui Larutan ke atas Pengeluaran AWR dan NR pada Anak Benih Koko, 21 hari Selepas Perlakuan Diberikan	166
19	Kandungan Kimia Tanah Semaian yang digunakan dalam Semua Eksperimen di sepanjang penyelidikan ini	253

SENARAI RAJAH

<u>RAJAH</u>	Muka surat
1 Mekanisma yang Memungkinkan Berlakunya Kecederaan ke atas Sistem Pucuk akibat Banjir	21
2A Peringkat-peringkat Perkembangan Aerenkima pada Pokok yang Terendam Air	36
2B Ilustrasi Skema Menunjukkan Tindakbalas Selulase dalam Perkembangan Aerenkima	36
3 Struktur Tong Logam dan Kedudukan Anak Benih Koko yang Sedia untuk Digunakan dalam Eksperimen	41
4 Susunan Anak Benih mengikut Rekabentuk Blok Rawak Bebas	42
5 Kaedah Pengukuran Darjah Penundukan (Epinasti) Daun Menggunakan Pembaris dan Penyelang	46
6 Rintangan Stomata (rs) Daun L4 mengikut Hari Perlakuan	49
7 Kandungan Klorofil Daun L4 mengikut Hari Perlakuan	54
8 Bilangan Daun Anak Benih mengikut Hari Perlakuan	57
9 Ketinggian Anak Benih mengikut Hari Perlakuan	64
10 Garispusat Batang (10A) dan Jarak Internod (10B) mengikut Hari Perlakuan	65

11	Kesan Perlakuan Banjir ke atas Aktiviti Cetusan Pucuk Selama 252 Hari	67
12	Berat Kering Sistem Pucuk (12A) dan Sistem Akar (12B) mengikut Hari Perlakuan	72
13	Jumlah Berat Kering Anak Benih mengikut Hari Perlakuan	73
14	Nisbah Akar:Pucuk (R:S) mengikut Hari Perlakuan	74
15	Bilangan AWR mengikut Keamatan LH	98
16	Berat Kering (Akar, Pucuk, Akar + Pucuk) mengikut Bilangan AWR (16A) dan Nisbah:Pucuk mengikut Bilangan AWR (16B)	101
17	Kesan Cantasan AWR ke atas Tumbuhan Anak Benih Koko Berumur 3 Bulan (17A, Bilangan Daun, 17B, Tinggi Pokok; 17C, Saiz Batang)	102
18	Bahagian-bahagian Sampel Anak Benih Koko untuk Pengukuran Pengeluaran Etilena	116
19	Tiga Sistem Perlakuan Etilena; (i) melalui Air Banjir (19A); (ii) melalui sistem Akar Dalam Larutan Kultura (19B) dan (iii) melalui Kanopi Anak Benih Koko (19C)	121
20	Pengeluaran Etilena pada Anak Benih Koko yang Dibanjirkan dalam Eksperimen Pertama	124
21	Pengeluaran Etilena; (i) daripada Bahagian Batang yang Terendam (21A); (ii) daripada Bahagian Batang di atas Permukaan Air (21B)	126

22	Pengeluaran Etilena oleh Anak Benih Koko yang Terendam Selama 28 Hari	127
23	Perkaitan antara Pengeluaran Etilena Batang dengan Perkembangan LH dan AWR pada Anak Benih Koko	129
24	Kesan Perlakuan Etilena Melalui Air Banjir ke atas Perkembangan LH	131
25	Keratan-keratan Sampel daripada Anak Benih untuk Analisa Pengeluaran Etilena	147
26	Pengeluaran Etilena mengikut Keratan-keratan Sampel pada Perlakuan Kedalaman Air 6 cm	157
27	Pengeluaran Etilena mengikut Keratan-keratan Sampel pada Perlakuan Kedalaman Air 12 cm	158
28	Pengeluaran Etilena mengikut Keratan-keratan Sampel pada Perlakuan Kedalaman Air 24 cm	159
29	Kesan Perlakuan Pengudaraan ke atas Kepekatan Oksigen dan ke atas Pembentukan dan Perkembangan LH	167
30	Perkaitan antara Pengeluaran Etilena Batang Terendam dengan Perkembangan LH mengikut Perlakuan Pengudaraan (Hari ke-7)	168
31	Perkaitan antara Pengeluaran Etilena Batang Terendam dengan Perkembangan LH mengikut Perlakuan Pengudaraan (Hari ke-10)	169
32	Kesan Banjir ke atas Aktiviti Selulase dan Perkembangan LH di bahagian Batang Koko Terendam	188

33	Peringkat-peringkat Berurutan dalam Pembentukan LH di Bahagian Batang Terendam Anak Benih Koko	191
34	Illustrasi Skema Menunjukkan Tindakbalas Selulase dalam Pembentukan LH di bahagian Batang Terendam Anak Benih Koko	192
35	Illustrasi Skema Menunjukkan Peranan Etilena dalam Adaptasi Anak Benih Koko terhadap Banjir	202
36	Illustrasi Penggunaan Kebok Tekanan	242
37	Keluk Menunjukkan Berat Daun mengikut Masa Transpirasi	245
38	Tinggi Puncak Etilena mengikut Masa Pemisahan	255
39	Tinggi Puncak mengikut Kepekatan Etilena	256
40	Ketumpatan Optik (OD) mengikut Kepekatan Glukosa	257

SENARAI PLAT

<u>PLAT</u>	Muka surat
1 Pembentukan dan Perkembangan LH dan AWR pada Bahagian Batang Terendam Anak Benih Koko	59
2 Perbezaan di antara AWR (2A) dengan; (i) Akar Biasa (2B); dan (ii) AWR yang Telah Berubah menjadi Akar Biasa (2C)	60
3 Perbezaan Tempat Keluar bagi AWR dan SWR pada Anak Benih Koko yang Terendam	60
4 Keratan Rentas Batang Anak Benih Koko yang Dibanjirkan dengan yang Tidak Dibanjirkan menunjukkan Pembentukan dan Perkembangan LH	62
5 Keratan Rentas Akar Koko menunjukkan Perbezaan antara AWR (5A) dan Akar Biasa (5B)	63
6 Kesan Perlakuan Banjir terhadap Tumbuhan Sistem Akar Anak Benih Koko	68
7 Pertumbuhan Akar-akar Baru selepas 30 Hari Banjir Dikeringkan	68
8 Keadaan Anak Benih Koko; (a) yang Sedia untuk Dirawat (8A); dan (b) Kedudukan Anak Benih yang Sedang Diperlakukan dengan Larutan Nutrien (8B)	93
9 Keadaan Tumbuhan Anak Benih Koko selepas 120 Hari Terendam mengikut Kemampuannya Mengeluarkan LH dan AWR	97

10	Kesan Perlakuan Nutrien (melalui Satu Jalur AWR) terhadap Tumbesaran Anak Benih Koko yang Terendam	106
11	Kesan Perlakuan Etilena melalui Pembentukan LH dan Epinasti Daun Anak Benih Koko yang Terendam	130
12	Perlakuan Etilena Merangsang Pembentukan LH, tetapi Tidak Merangsang Pengeluaran AWR	130
13	Kesan Perlakuan Etilena (melalui Larutan Kultura) terhadap Pembentukan LH pada Anak Benih Koko Terendam	133
14	Kesan Perlakuan Etilena (melalui Kanopi) terhadap Pembentukan LH pada Anak Benih Koko Terendam	136
15	Kesan Kedalaman Air ke atas Pembentukan LH dan AWR pada Anak Benih Koko	153
16	Kesan Pengudaraan (melalui Larutan Kultur) terhadap Tumbesaran dan Pengeluaran Akar-akar pada Baru Anak Benih	173
17	Keratan Rentas Batang Anak Benih Koko menunjukkan Kesan Perlakuan Selulase terhadap Pembentukan LH	188
18	Alat Pengukur Oksigen sedang digunakan mengukur kandungan Oksigen dalam Air	251

SINGKATAN

ACC	- 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid
AVG	- Aminoethoxyvinylglycine
AWR	- Adventitious water roots
BA	- Benzil adenin
CMC	- Carboxy methyl cellulose
DNSA	- 3,5-dinitrosalicylic acid
Co ²⁺	- Ion kobal
FELCRA	- Lembaga Penyatuan dan Pemulihan Tanah Persekutuan
FELDA	- Lembaga Kemajuan Tanah Persekutuan
GA	- Asid giberelik
g	- gm
ha	- Hektar
IAA	- Indole-3-acetic acid
LH	- Lentisel hipertrofid
MARDI	- Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
NWR	- Non-adventitious Water Roots
OD	- Ketumpatan optikal
RISDA	- Pihak Berkuasa Kemajuan Pekebun-pekebun Kecil Perusahaan Getah
SAM	- S-adenosyl-methionine
SWR	- Soil Water Roots/ Akar Air Tanah

Abstrak Tesis yang Dikemukakan kepada Senat Universiti
Pertanian Malaysia bagi Memenuhi Syarat untuk
Memperolehi Ijazah Doktor Falsafah

RESPONS DAN ADAPTASI ANAK BENIH KOKO
(*THEOBROMA CACAO*) TERHADAP BANJIR

Oleh

MOHD NOH BIN ABD JALIL

April 1991

Penyelia : Profesor Madya Dr Raja Muhammad
bin Raja Harun

Fakulti : Pertanian

Satu kajian telah dilakukan untuk menyelidiki respons dan adaptasi anak benih koko jenis "*Amelonado*" terhadap banjir. Anak benih koko tersebut didapati tahan terhadap banjir berterusan sedalam 6 cm sehingga lebih daripada 500 hari. Di antara respons awal akibat keterendam air adalah berlakunya penutupan stomata, terencatnya transpirasi, berlakunya epinasti, senesens dan keluruhan daun yang lebih awal. Berdasarkan penutupan stomata dan menurunnya transpirasi boleh diambil diduksi bahawa kadar fotosintesis juga menurun. Akibatnya tumbesaran vegetatif dan penghasilan berat kering terencat.

Perlakuan banjir juga menyebabkan pembentukan Lentisel Hipertrofid (LH) dan Akar Air Adventisius (AWR) di bagian batang yang terendam; kedua-duanya merupakan struktur morfologi terpenting dalam meningkatkan adaptasi anak benih koko terhadap banjir. Eksperimen-eksperimen yang berikutnya menyelidiki peranan LH dan AWR serta mekanisme pembentukan dan perkembangannya. Pembentukan AWR pada anak benih koko didapati ada kaitan secara linear dengan pembentukan LH. Anak benih yang lebih berjaya mengeluarkan LH dan AWR didapati lebih tahan banjir berbanding dengan anak benih yang kurang berjaya mengeluarkan LH dan AWR. Struktur LH yang mengandungi susunan sel-sel yang longgar dan mempunyai ruang-ruang antara sel yang luas adalah sesuai berfungsi sebagai tempat pertukaran gas antara pokok dengan persekitarannya. AWR boleh menyerap air dan nutrien dan meningkatkan ketahanan pokok terhadap banjir.

Perlakuan banjir juga meningkatkan kandungan etilena dalam akar, batang dan daun anak benih koko. Peningkatan etilena ini didapati ada kaitan dengan peningkatan enzim selulase dan pembentukan LH di bagian batang yang terendam. Perlakuan etilena eksogen didapati merangsang aktiviti enzim selulase dan pembentukan LH. Perlakuan selulase eksogen juga didapati merangsang pembentukan LH.

Keputusan yang didapati dalam kajian ini menunjukkan bahawa peningkatan etilena akibat keterendaman merangsang aktiviti selulase. Enzim ini bertindak memodifikasikan dinding-dinding sel dan membesarkan sel-sel, seterusnya menyebabkan pemecahan sel-sel membentuk kumpulan sel-sel lentisel (membentuk LH). Kajian ini menandakan bahawa keadaan anaerobik semasa anak benih terendam merangsang penghasilan 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) iaitu pemula bagi sintesis etilena yang dialirkan ke atas dalam batang dan diubah kepada etilena apabila dapat berhubung dengan udara.

Abstract of the Thesis Submitted to the Senate of
Universiti Pertanian Malaysia in Fulfilment of the
Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy

RESPONSE AND ADAPTATION OF COCOA (*THEOBROMA CACAO*)
SEEDLINGS TO FLOODING

By

MOHD NOH BIN ABD JALIL

April 1991

Supervisor : Assoc. Professor Dr Raja Muhammad
bin Raja Harun

Faculty : Agriculture

An investigation was conducted to study the response and adaptation of "Amelonado" cocoa seedlings to flooding. These seedlings could withstand continuous flood of 6 cm depth for more than 500 days. Among the early responses to flooding included stomatal closure, reduced transpiration, occurrence of epinasty, early leaf senescence and abscission. Based on the stomatal closure and reduced transpiration, it can be deduced that photosynthetic rate was also reduced. As a result, vegetative growth and dry weight increment were also reduced.

Flooding also led to the formation of Hypertrophied Lenticels (LH) and Adventitious Water Roots (AWR) on the submerged stem; both of which were important morphological structures to increase the adaptation of cocoa seedlings to flooding. Subsequent experiments investigated the role of LH and AWR as well as their mechanism of formation and development. The formation of AWR on cocoa seedlings were linearly related to LH formation. Seedlings which produced more LH and AWR were more tolerant to flood as compared to the seedlings which were less successful in their production. LH are an arrangement of loose cells with large air spaces between them. Large air spaces between loosely produced cells of the LH enabled greater gas exchange in submerged stems whereas AWR enabled increased absorption of water and nutrients leading to greater tolerance of the seedlings to flooding.

Flooding treatment also increased ethylene content in roots, stem and leaves of the cocoa seedlings. This increase was related to increased cellulase enzyme activity and the formation of LH on submerged portions of the stems. Exogenous ethylene treatment also increased cellulase activity and formation of LH. The application of exogenous cellulase also induced LH production.

The above findings showed that ethylene production as a result of flooding induced greater cellulase activity which modified the cell walls and increased the cell sizes. Subsequently, these cells break to form a group of lenticels cells (LH formation). The studies suggested that anaerobic conditions during flooding stimulates the production of 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid (ACC), an ethylene precursor, which is translocated upwards in the stem and converted to ethylene on contact with air.

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada masa kini koko (*Theobroma cacao*) merupakan tanaman ketiga terpenting di negara ini selepas kelapa sawit dan getah. Keluasan yang ditanam dengan koko meningkat dari 2,940 ha pada tahun 1965 kepada 241,000 ha pada tahun 1984 (Mohd. Sharif, 1986). Pada tahun 1984, 147,000 ha (61%) tanaman koko terdapat di Sabah, 80,000 ha (33%) di Semenanjung Malaysia dan 15,000 ha (6%) di Sarawak. Kadar pertumbuhan yang diperhatikan pada dekad yang lepas adalah amat tinggi di mana keluasan dari tahun 1974-1984 bertambah sebanyak sepuluh kali ganda. Berdasarkan kadar perkembangan pada masa ini, jumlah kawasan tanaman koko dijangka akan melebihi 400,000 ha pada penghujung abad ini (Mohd. Yusuf, 1986).

Jadual 1 menunjukkan perkembangan kawasan tanaman koko di Malaysia antara tahun 1965-1984. Di Semenanjung Malaysia, kawasan utama koko terdapat di kawasan Pantai Barat Semenanjung, juga di kawasan Labis-Segamat-Jasin, Trengganu Tengah, Pahang Tengah dan Pahang Barat, dan ianya sedang dikembangkan di seluruh pelusuk Semenanjung Malaysia termasuk di Kelantan, Seberang Perai, Kedah, Perlis dan Langkawi.

Di kawasan Pantai Barat Semenanjung Malaysia, kebanyakan tanaman koko terdapat di kawasan Hilir Perak (meliputi kawasan Hutan Melintang dan Bagan Datoh), Barat Laut Selangor (meliputi kawasan Sabak Bernam, Kuala Selangor dan Klang) dan Johor Barat