



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**KEPELBAGAIAN DAN PEWARISAN GENETIK SIFAT KANDUNGAN
PEMAKANAN UBI KELEDEK (*IPOMOEA BATATAS* (L) LAM.)**

MOHAMAD BAHAGIA BIN AB GHAFAR

FP 1997 18

**KEPELBAGAIAN DAN PEWARISAN GENETIK SIFAT KANDUNGAN
PEMAKANAN UBI KELEDEK (*IPOMOEA BATATAS* (L) LAM.)**

MOHAMAD BAHAGIA BIN AB GHAFAR

**MASTER SAINS PERTANIAN
UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

1997



**KEPELBAGAIAN DAN PEWARISAN GENETIK SIFAT KANDUNGAN
PEMAKANAN UBI KELEDEK (*IPOMOEA BATATAS* (L) LAM.)**

Oleh :

MOHAMAD BAHAGIA BIN AB GHAFAR

**Tesis yang diserahkan sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah
Master Sains Pertanian di Fakulti Pertanian,
Universiti Putra Malaysia.**

Ogos 1997



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur kehadiran Allah S.W.T kerana dengan limpah dan rahmatNya dapatlah saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya.

Saya ingin merakamkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada Dr. Mohd Said Saad, Pensyarah Jabatan Agronomi dan Hortikultur, selaku Pengerusi Jawatankuasa Penyelia di atas segala bimbingan, tunjuk ajar dan galakan dalam menjayakan kajian ini. Kajian ini dibiayai sebahagiannya oleh IRPA (kod projek 51057) dan CIP (kod 63433).

Seterusnya, ucapan terima kasih ditujukan kepada Ahli Jawatankuasa Penyelia Dr. Asbi, Dr. Ghani dan Prof. Yap Thoo Chai di atas nasihat dan tunjuk ajar yang diberikan. Tidak ketinggalan kepada En. Roslan, En. Sharil, En. Osman, pembantu-pembantu makmal Fakulti Pertanian dan Teknologi Pemakanan serta kakitangan Pejabat Ladang di atas bantuan dan sokongan mereka semasa kajian ini dijalankan.

Akhir sekali, ucapan terima kasih yang abadi buat isteri (Mazlina Osman), anak (Mas Amirah Nabilah), Ayah, ibu, mertua dan teman-teman yang menjadi sumber inspirasi. Hanya tuhan sahaja dapat membalas jasa mereka.



SENARAI KANDUNGAN

Muka surat

PENGHARGAAN.....	ii
SENARAI KANDUNGAN.....	iii
SENARAI JADUAL.....	v
SENARAI RAJAH.....	vii
SENARAI SINGKATAN NAMA.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xii
BAB	
1 PENGENALAN.....	1
2 KAJIAN BAHAN BERTULIS.....	3
Sejarah Perkembangan Tanaman Keledek.....	3
Status Tanaman Keledek.....	3
Pengeluaran Keledek.....	3
Kegunaan.....	6
Botani dan Morfologi Keledek.....	7
Kandungan Pemakanan Keledek.....	9
Kanji.....	10
Gula.....	12
Gentian.....	13
Protein.....	14
Abu.....	15
Pembiakbakaan Keledek.....	16
Latar Belakang Program Pembiakbakaan Keledek di Malaysia.....	17
Kebolehwarisan.....	19
Pertalian Sifat Kandungan Pemakanan.....	20
“Near Infra-red Spectroscopy”.....	21
3 BAHAN DAN KAEDAH.....	23
Bahan Tanaman.....	23
Kajian di Ladang dan Rekabentuk Eksperimen.....	23
Amalan Agronomi.....	25
Analisis Kandungan Pemakanan.....	26
Kalibrasi NIRS.....	26
Pengesanan NIRS.....	26



	Analisis Makmal.....	27
	Penentuan Kandungan Gula.....	27
	Penentuan Kandungan Kanji.....	28
	Penentuan Kandungan Gentian.....	29
	Penentuan Kandungan Protein.....	30
	Penentuan Kandungan Abu.....	31
	Pengkaliibrasian NIRS.....	31
	Pengumpulan Data.....	32
	Kandungan Pemakanan.....	32
	Data Hasil.....	34
	Berat Kering.....	34
	Hasil Sepokok.....	34
	Panjang Jalar.....	35
	Luas Daun.....	35
	Bentuk Daun.....	35
	Berat Jalar.....	35
	Warna Kulit Ubi dan Warna Isi.....	36
	Analisis Statistik.....	36
4	KEPUTUSAN.....	39
	Kalibrasi NIRS.....	39
	Kepelbagaian Sifat Kandungan Pemakanan.....	41
	Kepelbagaian Sifat Kandungan Pemakanan Berdasarkan Lokasi Asal.....	49
	Kepelbagaian Mengikut Kelompok.....	54
	Kebolehwarisan.....	64
	Korelasi antara Sifat Kandungan Pemakanan.....	64
	Korelasi antara Sifat Kandungan Pemakanan dengan Sifat Morfologi.....	67
5	PERBINCANGAN	69
6	KESIMPULAN.....	76
	BIBLIOGRAFI.....	78
	LAMPIRAN.....	86
	VITA.....	92

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka surat
1	Asal dan Bilangan Aksesori Keledek yang digunakan dalam Kajian ini.....	24
2	Senarai Sifat dan Kaedah Penentuannya untuk Tanaman Keledek yang digunakan dalam Kajian ini.	33
3	Jadual ANOVA Menunjukkan Min Kuasadua Dijangka bagi 198 Aksesori keledek	38
4	Statistik Pengkalibrasian NIRS bagi Kandungan Protein, Kanji, Gula, Gentian dan Abu dengan Menggunakan Kaedah "Partial Least Square Regression"	40
5	Perbandingan Nilai Kandungan Pemakanan (% Berasaskan Berat Kering) dari Analisis Makmal dan NIRS bagi Sampel Verifikasi.....	47
6	Min, Julat dan C.V bagi Sifat Kandungan Pemakanan untuk 198 Aksesori Keledek dari Pelbagai Kawasan.....	48
7	Min Kuasadua (MKD) bagi Hasil dan Sifat Kandungan Pemakanan Mengikut Aksesori dan Lokasi Asal Keledek dari Pelbagai Kawasan.....	50
8	Min dan Julat (Dalam Kandungan) bagi Sifat Kandungan Pemakanan dan Hasil Mengikut Lokasi Asal Keledek di Semenanjung Malaysia.....	51
9	Min dan Julat (Dalam Kandungan) bagi Sifat Kandungan Pemakanan Mengikut Lokasi Asal Tanaman.....	53
10	Ujian Statistik Univariat untuk Membandingkan di antara Kumpulan Keledek Berdasarkan Pembahagian yang dibuat dengan Menggunakan Sifat Kandungan Pemakanan Mengikut Kaedah Peminimuman Varian Ward.....	56

11	Nilai Min Kandungan Pemakanan bagi 5 Kelompok Aksesori dari Analisis Kelompok Peminimum Varian Ward.....	57
12	Korelasi Konanikal Kuasadua, 'Eigenvalue', Perkadaran dan Kumulatif Variasi Yang Diwakili oleh 4 Konanikal Variat daripada Analisis Diskriminan Menggunakan 5 Sifat Kandungan Pemakanan ke atas 198 Aksesori Keledek.....	59
13	Muatan Sifat pada Empat Konanikal Variat daripada Analisis Diskriminan ke atas 198 Aksesori Keledek Menggunakan 5 Sifat Kandungan Pemakanan.....	60
14	Jumlah Aksesori Mengikut Lokasi Asal dan Kumpulan Berdasarkan Kaedah Peminimuman Varian Ward ke atas 5 Sifat Kandungan Pemakanan.....	63
15	Nilai Varian Fenotip, Persekitaran, Genotip dan Peratus Keboleherwarisan bagi Sifat Kandungan Pemakanan.....	65
16	Pekali Korelasi di antara Sifat-sifat Kandungan Pemakanan Keledek.....	66
17	Pekali Korelasi di antara Sifat-sifat Kandungan Pemakanan dan Sifat Morfologi bagi Tanaman Keledek.	68
18	Senarai Aksesori, Lokasi Asal, Kumpulan Analisis Kelompok dan Nilai Min Kandungan Pemakanan.....	87



SENARAI RAJAH

Rajah		Muka Surat
1	Garisn Regrasi yang Menunjukkan Perhubungan Nilai NIRS dan Nilai Makmal untuk Sampel Kalibrasi bagi Kandungan Protein dalam keledak.....	42
2	Garisn Regrasi yang Menunjukkan Perhubungan Nilai NIRS dan Nilai Makmal untuk Sampel Kalibrasi bagi Kandungan Kanji dalam keledak.....	43
3	Garisn Regrasi yang Menunjukkan Perhubungan Nilai NIRS dan Nilai Makmal untuk Sampel Kalibrasi bagi Kandungan Gula dalam keledak.....	44
4	Garisn Regrasi yang Menunjukkan Perhubungan Nilai NIRS dan Nilai Makmal untuk Sampel Kalibrasi bagi Kandungan Gentian dalam keledak.....	45
5	Garisn Regrasi yang Menunjukkan Perhubungan Nilai NIRS dan Nilai Makmal untuk Sampel Kalibrasi bagi Kandungan Abu dalam keledak.....	46
6	Fenogram dari Analisis Kelompok Peminimuman Varian Ward Menggunakan 5 Sifat Kandungan Pemakanan Memisahkan 198 Aksesn Kepada 5 Kumpulan pada Nilai R^2 Separa = 0.049.....	55
7	Plot Konanikal Variat 2 (CAN2) dan 1 (CAN1) Menunjukkan Keahlian Kumpulan Keledak yang didapati daripada Analisis Kelompok Varian Peminimuman Ward.....	62



SENARAI NAMA SINGKATAN

AVRDC	:	Asian Vegetable Research Development Centre
CIP	:	International Potato Centre
FAO	:	Food and Agriculture Organization
MARDI	:	Malaysian Agriculture Research and Development Institute
NIRS	:	Near Infra-red Spectroscopy
SAPPRAD	:	Southeast Asian Program for Potato Research and Development
SAS	:	Statistical Analysis System
UPM	:	Universiti Putra Malaysia



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan Ijazah Master Sains Pertanian.

**KEPELBAGAIAN DAN PEWARISAN GENETIK SIFAT KANDUNGAN
PEMAKANAN UBI KELEDEK (*IPOMOEA BATATAS* (L) LAM.)**

Oleh :

MOHAMAD BAHAGIA BIN AB GHAFFAR

Ogos 1997

Penyelia : Dr. Mohd Said Saad

Fakulti : Pertanian

Kandungan pemakanan sebanyak 198 aksesori keledak dari Semenanjung Malaysia, Sabah, Sarawak dan AVRDC telah dianalisa menggunakan NIRS. Semua sifat pemakanan yang dikaji menunjukkan nilai CV melebihi 20% kecuali kanji (6.7%) dan berat kering (12.1%). Nilai purata bagi semua kandungan pemakanan adalah hampir sama dengan nilai yang pernah dilaporkan oleh para penyelidik seluruh dunia iaitu 21.9% (berat kering), 74.8% (kanji), 3.5% (protein), 14.4% (gula), 3.1% (gentian) dan 1.4% (abu). Kajian juga menunjukkan aksesori keledak dari Kelantan dan Terengganu mempunyai nilai kandungan pemakanan yang



hampir sama dari segi purata dan julat kandungan pemakanan. Kemungkinan ia terdiri dari keledak yang sama.

Analisis peminimum varian Ward telah memisahkan 198 aksesori keledak tersebut kepada 5 kumpulan. Kumpulan 2 adalah kumpulan terbanyak yang mengandungi 112 aksesori dan menunjukkan nilai kandungan pemakanan yang sederhana. Kumpulan 5 pula adalah kumpulan terkecil yang hanya mengandungi 6 aksesori sahaja. Ia mempunyai kandungan kanji yang melebihi 85%. Kumpulan 4 pula adalah kumpulan yang mempunyai nilai kandungan pemakanan yang terbaik. Sementara kumpulan 3 mempunyai nilai kandungan pemakanan yang paling rendah. Keputusan analisis ini menunjukkan kebanyakan varieti keledak yang ditanam oleh petani amnya di Malaysia mempunyai kualiti pemakanan yang agak rendah. Ini menunjukkan sifat pemakanan tidak diberi perhatian oleh petani dalam pemilihan varieti yang akan ditanam.

Nilai kebolehwarisan bagi semua kandungan pemakanan adalah sederhana sekitar 50% kecuali sifat kandungan abu dan kandungan kanji iaitu 26.0% dan 39.11%. Hampir semua sifat ini juga menunjukkan pertalian korelasi yang sangat bererti sesama sendiri. Peningkatan nilai berat kering akan mempengaruhi juga kenaikan kandungan gentian tetapi akan

mengurangkan nilai protein dan gula. Manakala kanji berkurang pada kadar yang rendah. Pertalian korelasi di antara sifat morfologi dan kandungan pemakanan pula tidak banyak ditunjukkan. Didapati kandungan protein mempunyai pertalian korelasi negatif dengan sifat menjalar ubi. Korelasi negatif yang bererti juga ditunjukkan di antara kandungan kanji dengan warna isi dan hasil sepokok.

Kajian ini menunjukkan varieti-varieti keledak di Malaysia, amnya mempunyai kepelbagaian genetik yang tinggi. Walau bagaimanapun kebanyakan varieti yang diperolehi tidak menunjukkan sifat pemakanan yang baik.

Abstract of thesis submitted to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfillment of the requirements for the Master of Agriculture Science

GENETIC VARIABILITY AND INHERITANCE FOR NUTRITIONAL CHARACTER OF SWEETPOTATO (*IPOMOEA BATATAS* (L) LAM.)

By

MOHAMAD BAHAGIA BIN AB GHAFFAR

August 1997

Supervisor : Dr Mohd Said Saad

Faculty : Agriculture

A total of 198 sweetpotato accessions from Peninsular Malaysia, Sabah, Sarawak and AVRDC was evaluated and their nutritional contents were measured using NIRS. With the exception of starch (6.7%) and dry matter content (12.1%), other characters showed more than 20% CV values. Mean values for all characters were similar to those reported by other researchers. The mean values for dry matter, starch, protein, sugar, fiber and ash were 21.1%, 74.8%, 3.5%, 14.4%, 3.1% and 1.4%,



respectively. This study also showed that accessions from Kelantan and Terengganu were similar. This was probably due to the fact that varieties from these two states were from the same source.

The Ward's Cluster Analysis grouped the 198 sweetpotato accessions into 5 groups. Group 2, the majority group, contained 112 accessions and comprised these accessions with moderate value for all nutritional characters. While group 5, the minority group (6 accessions) had high starch content more than 85%. Group 4 contained the highest nutritive value while group 3 the lowest. The result showed that the varieties planted by farmers in Malaysia had low nutritional quality.

Estimate of heritability showed that all nutritional characters studied had moderate values of around 50%, except for ash and starch content with the values of 26.0% and 38.11%, respectively.

Correlation analysis showed that increase in dry matter content will also increase the fiber content but will reduce the value of protein and sugar. However starch was affected at a slightly lesser rate. There was not much correlation between nutritional character and morphological



character. Protein content correlated negatively with vine length. Negative correlation was also shown between starch and flesh colour and yield.

This study indicated that the local variety of sweet potatoes have high nutritional genetic variability. However most of the varieties studied showed poor quality in nutritional content.

BAB 1

PENGENALAN

Keledek (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) adalah tanaman berubi dari famili Convolvulaceae yang mempunyai nilai ekonomi (Woolfe, 1992). Ia menduduki tempat yang ke lapan dari segi jumlah pengeluaran tanaman makanan dunia dan merupakan tanaman berubi ke tiga terpenting selepas ubi kayu (*Manihot esculenta*) dan kentang (FAO, 1994). Keledek berasal dari Amerika Selatan dan telah berkembang luas ke seluruh dunia terutama di Asia yang memaparkan lebih 90% kawasan pengeluaran keledek dunia (FAO, 1994).

Keledek boleh dikategorikan sebagai salah satu tanaman pemakanan yang terpenting berdasarkan nilai kandungan karbohidrat yang tinggi (Collin dan Walter, 1982) iaitu hingga 80 peratus daripada berat kering (Bradbury dan Holloway, 1988). Menurut Collin dan Walter (1982), 113g keledek dapat membekalkan 5% tenaga yang diperlukan oleh seorang lelaki dewasa yang berumur di antara 23-50 tahun. Papua New Guinea (Kanua dan Rangai, 1989) menjadikan keledek sebagai makanan utama mereka. Keledek juga mengandungi protein, vitamin dan mineral. Amnya keledek kaya dengan sumber tenaga, sederhana kandungan

vitamin dan mineral tetapi rendah kandungan proteinnya. Julat kandungan pemakanan utama keledak adalah besar. Bradbury dan Holloway (1986) mendapati nilai kandungan berat kering keledak adalah di antara 11%-39%, kanji 30%-85%, protein 1.2%-10% dan gula 5%-38%. Ini memberi gambaran nilai kandungan pemakanan keledak berpotensi ditingkatkan melalui pemilihan dalam program pembiakbakaan.

Kajian berhubung dengan nilai pemakanan keledak di Malaysia adalah amat terhad. Ini kerana penentuan kandungan pemakanan memerlukan kos yang tinggi dan memakan masa yang lama. Walau bagaimanapun masalah itu boleh diatasi dengan penggunaan alat spektroskopi gelombang pendek infra-merah atau NIRS (Near Infra-red Spectroscopy) yang dapat menentukan nilai kandungan pemakanan dengan lebih mudah dan cepat dengan kos jangka panjang yang minima (Osborne, 1986). Lebih banyak sampel boleh dianalisis dan lebih banyak maklumat boleh diperolehi tanpa memusnahkan sampel.

Kajian terdahulu oleh Saad (1993) mendapati bahawa janaplasma keledak dari Malaysia mempunyai kepelbagaian sifat morfologi yang tinggi. Lanjutan dari itu, objektif kajian ini ialah untuk menentukan dan menganalisa kepelbagaian genetik kandungan pemakanan janaplasma keledak Malaysia.

BAB 2

KAJIAN BAHAN BERTULIS

Sejarah Perkembangan Tanaman Keledek

Berdasarkan hasil penemuan fosil di Gua Chika Canyon (Woolfe, 1992) dan kewujudan kepelbagaian yang tinggi, keledek dipercayai berasal dari bahagian Tengah Amerika Selatan (Yen, 1982). Tanaman ini telah dibawa ke Amerika Tropika dan kawasan Pasifik sebelum zaman Columbus iaitu sebelum tahun 1492 (Yen, 1982). Keledek dipercayai dibawa masuk ke kawasan Asia oleh pengembara Portugis dan Sepanyol pada abad ke 10 (Brand, 1971; Yen, 1982) dan mula ditanam di kawasan Asia sejak 400 tahun dahulu (Martin, 1985). Keledek di Malaysia dipercayai telah ditanam sejak lebih 100 tahun (Saad, 1993).

Status Tanaman Keledek

Pengeluaran Keledek

Tanaman keledek yang berasal dari bahagian tengah Amerika Selatan ini telah berkembang luas ke kawasan tropika, sub-tropika dan

iklim kawasan sederhana. Ia didapati tumbuh di lebih 100 buah negara (Horton, 1987). Dalam tahun 1994, seluas 9.3 juta hektar kawasan dunia telah di tanam dengan keledak dan dari jumlah itu sebanyak 124 juta tan ubi keledak telah dihasilkan (FAO, 1994). Kira-kira 90 % dari keseluruhan kawasan keledak dunia terdapat di Asia, 5% di Afrika dan lain-lain kawasan sebanyak 5%. Hanya 2% sahaja yang diusahakan di negara-negara maju seperti Amerika Syarikat dan Jepun (Woolfe, 1992).

China adalah negara pengeluar keledak terbesar dan utama dunia dengan pengeluaran sebanyak 105 juta tan ubi keledak setahun dari 6.5 juta hektar kawasan, diikuti oleh Uganda (478 000 ha), Vietnam (393 000 ha), Tanzania (205 000 ha), Indonesia (197 000 ha), Rwanda (160 000 ha), Filipina (140 000 ha), India (138 000 ha) dan Papua New Guinea (107 000 ha) (FAO, 1994). Walau bagaimanapun pengeluaran perkapita dunia tertinggi terdapat di Kepulauan Solomon, diikuti oleh Tonga, Rwanda, Papua New Guinea dan Uganda (Horton 1987). Kebanyakan negara tersebut menjadikan keledak sebagai sumber makanan utama mereka (Horton, 1987).

Arah pengeluaran keledak dunia -meningkat 50% dari tahun 1961 ke 1973 tetapi berkurangan pada tahun berikutnya sebanyak 13% (Horton, 1988). Ini disebabkan oleh pengurangan keluasan kawasan tanaman keledak. Keluasan tanaman keledak di China berkurangan dari 9 juta ha hingga 6.9 juta ha pada tahun 80-an. Walaupun jumlah pengeluaran

keledek berkurangan secara keseluruhannya tetapi pengeluaran perunit kawasan menunjukkan peningkatan (Mackay, 1989). Kemajuan teknologi pengeluaran pertanian seperti pembentukan varieti baru adalah penyumbang utama. Varieti Jinshan 57 (J57) yang dihasilkan dari program pembiakbakaan tanaman di China dapat menghasilkan keledek sehingga 60-70 kg/ha (Chen *et al*, 1995).

Pengeluaran dan penggunaan keledek berubah dari masa ke semasa mengikut tahap pertumbuhan ekonomi dan sosial penduduk. Ia berkait rapat dengan permintaan dan pemasaran (Lin *et al*, 1983). Varieti keledek yang mempunyai kandungan berat kering dan kanji yang tinggi didapati mempunyai lebih banyak permintaan dan pasaran (Opena *et al*, 1989). Ini disebabkan varieti seumpama ini sesuai digunakan dalam pemprosesan makanan. Kajian juga menunjukkan bahawa varieti yang mempunyai kandungan berat kering yang tinggi lebih tahan disimpan dalam jangka masa yang panjang (Opena *et al*, 1989).

Tanaman keledek di Malaysia kebanyakannya diusahakan secara kecil-kecilan dan digunakan dalam bentuk segar (Saad, 1993). Jumlah luas kawasan keledek berbeza mengikut tahun iaitu seluas 2851 ha pada tahun 1981 dan berkurangan kepada 1154 ha pada tahun 1985 (Tengku Mahmud, 1994). Bagaimanapun keluasan tanaman keledek bertambah semula kepada 2208 ha pada tahun 1989 dan dijangka bertahan pada paras 2000 ha ke atas (Tengku Mahmud, 1994).

Hampir kesemua pengeluaran keledak di Malaysia digunakan untuk kegunaan tempatan (Tengku Mahmud, 1994). Negeri pengeluar utama ialah Kedah, Johor, Selangor, Pahang, dan Negeri Sembilan (Tengku Mahmud, 1994). Nilai eksport keledak pada 1993 adalah rendah iaitu RM931 284 berbanding dengan nilai importnya sebanyak RM 1.4 juta (DOS, 1993; Tengku Mahmud, 1994).

Kegunaan

Purata penggunaan ubi keledak dunia ialah 19 kg perkapita setahun (Horton, 1987). Asia merupakan pengguna tertinggi iaitu 29 kg perkapita setahun. Kajian FAO (1985) mendapati 77% keledak digunakan sebagai makanan, 13% sebagai makanan ternakan dan 3% digunakan dalam industri pemprosesan. Seseengah tempat seperti di Filipina (Villamayor, 1989), Papua New Guinea (Kanua dan Rangai, 1989), Irian Jaya (Soernarjo, 1989) dan China keledak digunakan sebagai makanan utama. Keledak di Malaysia hanya dijadikan sebagai makanan tambahan sahaja seperti di dalam pembuatan kuih dan makanan ringan (Hasidah dan Khatijah, 1993).

Penggunaan keledak dalam bidang pemprosesan bukan merupakan sesuatu yang baru. Kajian Woolfe (1992) mendapati petani-petani di Jiangsu, China telah menggunakan keledak dalam bidang pembuatan kanji

sejak 100 tahun dahulu. Sementara pengeluaran alkohol pula telah diusahakan sejak tahun 1919 (Woolfe, 1992). Walau bagaimanapun, penggunaannya hanyalah untuk pasaran yang kecil atau keperluan isirumah sahaja. Penggunaan teknologi baru terkini menjadikan keledak sebagai tanaman industri pemakanan secara komersial di negara-negara maju. Sebanyak 35% daripada pengeluaran keledak di Jepun dan Korea digunakan di dalam industri pemprosesan (Hsu, 1987). Keledak di Amerika Syarikat digunakan sebagai kepingan goreng yang ditinkan dan didinginkan (Truong, 1989). Selain itu keledak juga digunakan dalam pembuatan kerepek, perasa (Chen dan Chiang, 1985), jem (Truong, 1987), kek, biskuit (Seralathan dan Thirumaran, 1990), pembuatan sos (Saad, 1993), asid askorbik, glukos dan fruktosa (Woolfe, 1992.).

Bahagian pucuk keledak digunakan sebagai sayur di Filipina, Indonesia (Villareal *et al* 1979) dan Malaysia (Saad dan Yap, 1986; Hasidah dan Khatijah, 1994). Bahagian jalarnya pula digunakan sebagai makanan ternakan di China dan Indonesia (Horton, 1987).

Botani dan Morfologi Keledak

Keledak tergolong di bawah genus *Ipomoea* dan famili Convolvulaceae. Ia adalah heksaploid dengan bilangan kromoson $2n=6x=90$ (King dan Bamford, 1937). Lebih daripada 100 spesies dari genus *Ipomoea* ini telah ditemui di kawasan 15^o Selatan hingga 45^o Utara

(Mackay, 1989) termasuklah di kawasan gurun, savana dan tanah tinggi (Golson, 1971). *Ipomoea batatas* (Keledek) merupakan spesies yang terpenting dari segi ekonomi sebagai bahan makanan (Woolfe, 1992). Walau bagaimanapun, pengetahuan tentang spesies lain dalam genus *Ipomoea* juga penting terutama dalam program pembiakbakaan untuk menggabungkan sifat-sifat berguna yang terdapat pada spesies lain dengan tanaman keledek melalui proses pengacukan. Iwanaga *et al* (1989), mendapati spesies keledek liar (*Ipomoea trifida*) mempunyai ciri yang berguna seperti rintangan pada serangga dan penyakit, tinggi nilai kandungan protein dan berat kering.

Keledek merupakan tanaman yang mempunyai kepelbagaian yang tinggi terutamanya sifat morfologi. Yen (1974) telah mengelaskan keledek kepada tiga jenis iaitu rimbun, separa rimbun dan menjalar. Keledek yang rimbun mempunyai pertumbuhan yang perlahan dan batang yang tidak melebihi 1 meter panjang, manakala jenis menjalar pula mempunyai batang yang panjang sehingga 3 meter dengan kadar pertumbuhan yang lebih cergas (Saad dan Yap, 1986). CIP (International Potato Centre) telah menyenaraikan lebih dari 20 sifat morfologi keledek secara terperinci untuk membuat pengelasan terhadap koleksi-koleksi keledek yang dikutip di seluruh dunia (Zosimo, 1992). Sifat-sifat yang dititikberatkan ialah sifat panjang jalar, bentuk daun, warna daun, bentuk ubi, warna kulit luar ubi dan warna isi ubi. Selain itu, SAPPRAD (Southeast Asian Program for Potato Research and

Development) telah mengidentifikasi keledak dengan menggunakan sifat hasil, kecergasan tanaman, nilai kandungan pemakanan dan kegunaan di samping sifat morfologi (Rasco dan Amente, 1994).

Kandungan Pemakanan Keledak

Keledak adalah satu dari tanaman berubi yang menjadi penyumbang tenaga utama dunia selain daripada tanaman bijirin dan kacang (FAO, 1994). Sebanyak 100 gram keledak (berdasarkan berat basah) dapat membekalkan kira-kira 465 Kj (11 Kcal) tenaga (Woolfe, 1992). Nilai ini dapat membekalkan sebanyak 10%, 8%, dan 7% daripada jumlah tenaga yang disyorkan di dalam pemakanan seharian kanak-kanak yang berumur di antara 1-2 tahun, 2-3 tahun dan 3-5 tahun. Orang dewasa memerlukan di antara 3%-8% bergantung kepada umur mereka (FAO, 1985).

Tanaman berubi seperti keledak mempunyai kandungan berat kering yang rendah iaitu di antara 11%-39% dengan nilai purata 30% (Bradbury dan Holloway, 1988). Kajian di AVRDC mendapati kandungan berat kering keledak adalah antara 15%-42% (Tsou *et al*, 1989) bergantung kepada kultivar, lokasi, iklim, jangkamasa siang, jenis tanah, kerosakan oleh serangga atau penyakit dan pengairan. Cereda *et al* (1982) mendapati julat kandungan berat kering yang tertinggi pernah dilaporkan pada kultivar keledak dari Brazil ialah 23%-48%.