



INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN
FRI GLAMI LEMI



MANUAL TANAMAN TUMBUHAN AKUATIK

NORHANIZAN SAHIDIN
EDITOR: SITI NORITA MOHAMAD

Cetakan Pertama 2020

First Print 2020

Hak Cipta /*Copyright* Institut Penyelidikan Perikanan (FRI), 2020

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan mana-mana bahagian artikel, ilustrasi, dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan apa jua sama ada cara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau cara lain sebelum mendapat izin daripada Ketua Pengarah Jabatan Perikanan Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

All rights reserved. No part of the articles, illustrations and contents of this publication may be reproduced in any form and by any means, electronic, photocopying, mechanical, recording or otherwise without prior permission of the Director General of Fisheries Malaysia. Negotiations are subject to the calculation of royalty or honorarium.

Diterbitkan oleh/*Published by*
INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN
Fisheries Research Institute (FRI)
11960 Batu Maung, Pulau Pinang.
Tel: +604-6263925
Fax: +604-6262210
Website: www.fri.gov.my
Email: helpdesk@fri.gov.my

Dicetak oleh/ *Printed by*
PENCETAKAN PMI (IP0095034-U)
No. 201 & 203, Jalan Taiping
Parit Buntar Kerian
34200 Parit Buntar Perak, Malaysia

Perpustakaan Negara Malaysia

Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

Norhanizan Sahidin

MANUAL TANAMAN TUMBUHAN AKUATIK / NORHANIZAN SAHIDIN;

Editor: Siti Norita Mohamad.

ISBN 978-967-18365-1-4

1. Aquatic plants.
2. Water gardens.
3. Government publications--Malaysia.

I. Siti Norita Mohamad. II. Judul.

635.9674

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum W.B.K.

Dengan Nama Allah yang Maha Pemurah dan Maha Pengasih. Pujian dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT kerana dengan berkat, rahmat dan kurniaNya, buku Manual Tanaman Tumbuhan Akuatik dapat dihasilkan pada tahun ini.

Industri perikanan negara boleh dibahagikan kepada 3 bahagian iaitu industri akuakultur, industri tangkapan ikan dan industri ikan hiasan. Industri ikan hiasan merangkumi ikan hiasan, tumbuhan akuatik dan aksesori berkaitan akuarium ikan hiasan. Industri ikan hiasan di Malaysia adalah berorientasikan eksport dan telah banyak menyumbang kepada ekonomi negara. Pada tahun 2019, Malaysia telah mengeluarkan ikan hiasan sebanyak 287.5 juta ekor ikan bernilai RM 506.45 juta dan 51.7 juta ikat tumbuhan akuatik yang bernilai RM 20.65 juta. Permintaan dari dalam dan luar negara terhadap pokok akuatik didapati semakin meningkat. Justeru itu terdapat keperluan untuk meningkatkan bilangan pengusaha tumbuhan akuatik.

Manual yang dihasilkan ini sangat bertepatan dengan hasrat untuk menambah bilangan pengusaha dan peminat tumbuhan akuatik di Malaysia. Kandungan buku ini adalah hasil kajian dan bahan pengajaran kursus tumbuhan akuatik anjuran Jabatan Perikanan Malaysia. Dengan adanya buku ini, adalah diharapkan lebih ramai pengusaha berminat menceburi bidang penanaman tumbuhan akuatik samada secara serius atau secara hobi.

Saya juga ingin merakamkan ucapan penghargaan kepada penulis yang terbabit dalam menghasilkan manual yang bermanfaat ini, hasil daripada kajian yang telah dijalankan di dalam Rancangan Malaysia ke 11. Saya juga menghargai kerjasama yang telah diberikan oleh semua pihak terutamanya para pengusaha tumbuhan akuatik yang telah banyak berkongsi ilmu penanaman tumbuhan akuatik ini.

Terima kasih.

DR ZAINODDIN JAMARI

Pengarah Kanan Penyelidikan



PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, dengan izin-Nya manual ini dapat diterbitkan.

Tujuan utama manual ini ditulis dan diterbitkan adalah untuk dijadikan rujukan oleh sesiapa yang berminat dengan tumbuhan akuatik sama ada bagi tujuan ilmiah menjana pendapatan atau sebagai hobi memelihara tumbuhan akuatik. Saya dijemput sebagai penceramah untuk kursus tumbuhan akuatik. Manual ini teretus dari nota-nota kursus tumbuhan akuatik yang dijalankan di Pusat Ikan Hiasan Enggor. Manual ini boleh juga dijadikan rujukan oleh para pelajar sekolah atau siswazah. Nota kursus ini hasil daripada kajian yang dijalankan di FRI Glami Lemi, pengalaman dan perkongsian ilmu yang diperolehi oleh saya daripada para pengusaha tumbuhan akuatik. Semoga dengan adanya buku ini dapat serba sedikit membantu mengembangkan industri tumbuhan akuatik di Malaysia.

Saya mengucapkan jutaan terima kasih kepada Pengarah Kanan Penyelidikan, Dr. Hj. Zainoddin Jamari serta Pengarah Inprokom, Dr. Wan Norhana Md Noordin atas bimbingan dan sokongan yang diberikan dalam penulisan manual ini. Saya ingin mengambil kesempatan untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada kakitangan pelaksana dari FRI Glami Lemi terutamanya Pn. Noorafidah binti Kamarudin, Pn. Nor Azura binti Selamat, dan En. Muhammad Khairi bin Rusli atas komitmen, sokongan dan bantuan yang telah dihulurkan dalam menjayakan kajian berkaitan sehingga terhasilnya manual ini. Terima kasih juga kepada semua kakitangan di Pusat Ikan Hiasan Enggor (PIHE), Enggor, Perak terutamanya Ketua Pusat PIHE, Pn. Nor Mastura binti Hasan, Pn. Siti Norzahida binti Yusof dan En. Mohamad Sani bin Thalib. Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada semua anak-anak murid Cikgu yang pernah datang kursus. Selamat Maju Jaya.

Sekian, wasalam.

NORHANIZAN SAHIDIN

FRI Glami Lemi

ISI KANDUNGAN

BIL. PERKARA	MUKA SURAT
1.0 PENGENALAN	1
1.1 Industri Tumbuhan Akuatik di Malaysia.....	1
1.2 Pengenalan Tumbuhan Akuatik	2
1.2.1 Anatomi Tumbuhan Akuatik.....	3
1.2.2 Morfologi Tumbuhan Akuatik	3
1.2.3 Habitat Tumbuhan Akuatik.....	4
1.2.4 Keperluan Pertumbuhan Tumbuhan Akuatik.....	4
2.0 AKUASKAP	6
2.1 Definisi Akuaskap.....	6
2.2 Rekabentuk Akuaskap	6
2.2.1 Gaya Belanda (Dutch Style).....	6
2.2.2 Gaya Semulajadi (Nature Style).....	7
2.2.3 Gaya Biotope (Biotope Style)	9
2.2.4 Gaya Paludarium / Vivarium.....	10
2.2.5 Gaya Terumbu Karang	11
3.0 BIOLOGI DAN PEMILIHAN SPESIES.....	13
3.1 Pengkelasan Tumbuhan Akuatik.....	13
3.1.1 Pengkelasan Mengikut Habitat.....	13
3.1.1.1 Terapung Bebas	13
3.1.1.2 Terapung Tidak Bebas.....	16
3.1.1.3 Tumbuhan Tenggelam.....	17
3.1.1.4 Tumbuhan Termuncul.....	18
3.2 Pengkelasan Mengikut Bahagian Taksonomi Utama.....	21
3.2.1 Bahagian Bryophyta	21
3.2.2 Bahagian Pteridophyta (Pakis dan Jenis - Jenis Pakis)	23
3.2.3 Bahagian Magnoliophyta (Angiosperma)	23
3.2.3.1 Kelas Magnoliopsida (Dikot).....	24
3.2.3.2 Kelas Liliopsida (Monokot)	24
4.0 PENANAMAN TUMBUHAN AKUATIK DI LADANG	28
4.1 Pemilihan Spesies Tumbuhan Akuatik.....	28
4.2 Teknik - Teknik Pembiakan Tumbuhan Akuatik	28
4.2.1 Pembiakan Secara Vegetatif	28

4.2.2	Kaedah Pembiakan Seksual (Biji Benih atau Spora)	31
4.2.3	Kaedah Penanaman Secara Kultur Tisu	33
4.2.4	Kelebihan Kaedah Kultur Tisu	34
4.3	Penanaman di Dalam Rumah Hijau.....	37
4.4	Penyediaan Tapak Semaian di Kolam atau Tangki	38
4.4.1	Penyediaan Kolam Tanaman Tumbuhan Akuatik	41
4.4.2	Penyediaan Sumber Air.....	42
4.4.3	Kawalan Haiwan Perosak.....	43
4.4.4	Pembajaan	44
4.5	Penanaman Tumbuhan Akuatik.....	44
4.5.2	Tumbuhan Akuatik Terapung Tidak Bebas	46
4.5.3	Tumbuhan Akuatik Tenggelam	47
4.5.4	Tumbuhan Akuatik Termuncul	48
4.5.5	Penanaman di Atas Substrat.....	50
4.6	Penjagaan Tanaman	51
4.7	Penuaian dan Pengendalian Hasil Tanaman	53
5.0	PEMBUNGKUSAN DAN PENGHANTARAN HASIL TANAMAN	56
5.1	Kaedah Pembungkusan.....	57
6.0	JUALAN/ EKSPORT	64
7.0	GLOSSARI	65
8.0	RUJUKAN.....	69

1.0 PENGENALAN

1.1 Industri Tumbuhan Akuatik di Malaysia

Negara Malaysia sangat bertuah kerana mempunyai cuaca tropika iaitu hujan dan panas sepanjang tahun yang sangat sesuai untuk tanaman tumbuhan akuatik. Malaysia sangat kaya dengan tumbuhan akuatik. Tumbuhan akuatik terdapat di habitat sungai, paya atau air terjun. Antara spesies tumbuhan akuatik endemik Malaysia yang bernilai tinggi adalah dari spesies *Cryptocoryne* seperti *Cryptocoryne elliptica* dan *Cryptocoryne purpurea*. Selain terdapat di kawasan semulajadi, tumbuhan akuatik turut ditanam di ladang-ladang akuatik sebagai produk untuk tumbuhan hiasan akuarium dan kolam-kolam hiasan.

Tanaman tumbuhan akuatik ini telah dijalankan secara perladangan bermula sejak tahun 80'an lagi di Negeri Johor. Kebanyakan ladang-ladang tumbuhan akuatik di Johor adalah kepunyaan syarikat tumbuhan akuatik dari Singapura. Pada masa kini, hanya Negeri Johor, Negeri Sembilan dan Kedah yang dilaporkan menghasilkan tumbuhan akuatik untuk keperluan tempatan dan eksport. Jadual 1.1 menunjukkan nilai pengeluaran tumbuhan akuatik Malaysia daripada tahun 2010 hingga 2017. Nilai pasaran dunia dan nilai matawang Malaysia mempengaruhi pasaran dan nilai tumbuhan akuatik tersebut.

Secara umumnya industri tumbuhan akuatik di Malaysia adalah berorientasikan eksport. Negeri pengeksport utama di Malaysia adalah Johor. Manakala negara-negara pengimport adalah seperti negara Eropah, Singapura, Jepun, Taiwan, Hongkong, Brunai, China dan Rusia. Industri tumbuhan akuatik tempatan masih rendah dan kebanyakan jualan tumbuhan akuatik hanya di kedai-kedai akuarium di bandar-bandar besar dan jualan runcit secara kecil-kecilan melalui laman sosial sahaja. Namun kesedaran orang ramai tentang keindahan dan estetik tumbuhan akuatik telah semakin meningkat serta mula mendapat perhatian dan tempat di hati peminat ikan hiasan tempatan.

Terdapat lebih daripada 100 spesies dan varieti tumbuhan akuatik yang telah dihasilkan atau ditanam di ladang. Tumbuhan akuatik yang digunakan sebagai hiasan di dalam akuarium juga dikenali sebagai tumbuhan akuarium. Tumbuhan akuatik yang digunakan bergantung kepada jenis dan kesesuaian pokok tersebut serta mengikut kreativiti dan konsep hiasan yang dibuat.

Jadual 1.1 Bilangan dan nilai pengeluaran tumbuhan akuatik hiasan dari Malaysia dari tahun 2010 hingga 2017.

	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017
Bilangan(Juta)	143.65	187.95	238.56	306.50	371.45	336.52	112.25
Nilai (RM Juta)	14.47	20.82	25.29	76.89	146.17	215.08	12.98

Sumber: Perangkaan Jabatan Perikanan Malaysia 2010 - 2017

1.2 Pengenalan Tumbuhan Akuatik

Apakah itu tumbuhan akuatik?

Tumbuhan akuatik adalah tumbuhan yang mempunyai bahagian yang boleh menjalankan fotosintesis sepanjang masa atau sekurang-kurangnya untuk beberapa bulan dalam setahun, tenggelam atau terapung di permukaan air (Cook et al., 1974). Tumbuhan akuatik adalah hidupan eukariot yang tergolong di bawah alam "Plantae". Ia terdiri daripada jenis tumbuhan herba berbunga (angiosperma) dan tidak berbunga (gymnosperma).

1.2.1 Anatomi Tumbuhan Akuatik

Tisu pada batang tumbuhan ini mengandungi gentian yang rendah iaitu kebanyakannya adalah terdiri daripada tisu parenkima dan sedikit sklerenkima. Ini menyebabkan tumbuhan akuatik bersifat lembut dan rapuh. Bilangan ruang udara yang banyak pada tisu batang dan daun

mbolehkan tumbuhan ini terapung di atas atau di dalam air. Terdapat beberapa jenis tumbuhan akuatik dari jenis terapung yang mempunyai liang stoma di permukaan atas dan bawah daun bagi membolehkan pertukaran gas masuk dan keluar antara daun dengan persekitaran. Tumbuhan akuatik mempunyai kandungan air yang tinggi di dalam batang dan daunnya dan ia juga dikenali sebagai tumbuhan “*sukulen*”.

1.2.2 Morfologi Tumbuhan Akuatik

Tidak seperti tumbuhan daratan peringkat tinggi, tumbuhan akuatik tidak bergantung sepenuhnya kepada sistem akar untuk memperoleh nutrien. Tumbuhan ini boleh menyerap nutrien melalui keseluruhan bahagian tumbuhan terutama daripada bahagian epidermis daun. Contoh tumbuhan tenggelam yang tidak mempunyai akar adalah *Utricularia* sp. dan *Ceratophyllum* sp. dan tumbuhan yang mempunyai akar yang sangat pendek adalah *Elodea* sp. dan *Najas* sp. Ini menunjukkan bahawa bukan hanya komposisi tanah yang dikira penting tetapi juga kandungan mineral di dalam air juga adalah penting kerana ia akan diserap terus oleh tumbuhan. Perkara ini adalah penting dalam penyediaan akuarium dan pemilihan media bagi menanam tumbuhan akuatik.

1.2.3 Habitat Tumbuhan Akuatik

Kebanyakan tumbuhan akuarium adalah berasal dari kawasan tropika dan sub-tropika dan hanya dalam bilangan kecil sahaja ditemui di kawasan iklim sederhana yang agak panas. Iklim negara Malaysia yang panas sepanjang tahun adalah amat sesuai bagi pertumbuhan tumbuhan akuatik ini. Secara semulajadinya tumbuhan akuatik hidup melata di atas batu atau pokok di sungai, paya atau air terjun. Tumbuhan ini tumbuh di kawasan perairan tetap atau bermusim seperti kolam, alur air, tasik, sungai, sawah padi dan kawasan terusan.

1.2.4 Keperluan Pertumbuhan Tumbuhan Akuatik

Tumbuhan akuatik memerlukan cahaya untuk menjalankan fotosintesis. Fotosintesis adalah proses tumbuhan menghasilkan makanan untuk tumbesaran. Cahaya memainkan peranan penting dalam proses fotosintesis dan secara langsung akan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan pucuk dan daun. Kekeruhan dan kedalaman air boleh mempengaruhi kadar penembusan cahaya kepada tumbuhan akuatik jenis tumbuhan tenggelam. Kebiasaannya tumbuhan akuatik dijumpai di kawasan air yang cetek. Kawasan yang mempunyai kedalaman melebihi 2 meter dengan kekeruhan yang tinggi, tiada tumbuhan akuatik akan ditemui.

Selain cahaya, proses fotosintesis tumbuhan juga memerlukan gas karbon dioksida (CO_2). Di kawasan semulajadi, karbon dioksida boleh diperolehi daripada hasil pernafasan hidupan akuatik atau daripada sumber karbon organik dan tak organik hasil penguraian bahan-bahan organik oleh mikro-organisma (humus). Sumber karbon diperlukan oleh tumbuhan dengan menukarkan karbon kepada bentuk gula iaitu makanan kepada tumbuhan. Di dalam tangki akuarium, tumbuhan dibekalkan dengan gas karbon dioksida yang diperolehi secara komersial atau dihasilkan sendiri menggunakan yis.

Peningkatan suhu sekeliling yang sangat tinggi boleh menyebabkan peningkatan kadar transpirasi air dari dalam tumbuhan keluar ke persekitaran dengan kadar yang sangat tinggi. Ini akan menyebabkan tumbuhan cepat kering dan layu. Bagi mengelakkan keadaan ini berlaku, kawasan penanaman tumbuhan akuatik biasanya dipasang jaring hitam dengan kadar penembusan cahaya sebanyak 70%.

Nilai pH air dan tanah adalah bergantung kepada jenis tumbuhan yang hendak ditanam. Tumbuhan akuatik yang hidup di kawasan yang mempunyai kandungan reputan (humus) tinggi adalah sesuai kepada persekitaran pH berasid atau tanah masam (tanah gambut). Sekiranya tanah yang hendak digunakan bagi penanaman tumbuhan akuatik mempunyai pH yang rendah atau berasid, rawatan peneutralan tanah boleh dibuat menggunakan kapur

sejuk.

Keperluan lain dalam pertumbuhan tumbuhan akuatik ialah bekalan nutrien atau garam galian, contoh nitrogen, fosforus dan kalium. Ini dapat diperolehi daripada tanah persekitaran tumbuhan atau melalui pembajaan dengan baja organik dan tak organik. Kawasan perairan yang rendah nutrien atau berair jernih (dipanggil oligotrofik) mengandungi kurang daripada 0.01 g/l nutrien, kebiasaannya kurang tumbuhan akuatik akan tumbuh di situ. Kawasan perairan yang subur dengan bahan organik akan ada banyak tumbuhan akuatik di dalamnya.

2.0 AKUASKAP

2.1 Definisi Akuaskap

Akuaskap ialah seni menyusun tumbuhan akuatik, termasuk batuan, batu kerikil atau tunggul kayu untuk mendapat keadaan yang menyenangkan secara aestetik di dalam akuarium. Aktiviti ini seolah-olah berkebun di dalam air (Istilah bahasa melayu, Dewan Bahasa dan Pustaka).

2.2 Rekabentuk Akuaskap

Terdapat beberapa bentuk akuaskap yang diminati oleh peminat akuarium iaitu:

- Gaya Belanda
- Gaya Semulajadi
- Gaya Biotope
- Gaya Paludarium / Vivarium
- Gaya Terumbu Karang

2.2.1 Gaya Belanda (Dutch Style)

Akuarium ini mempunyai pelbagai jenis pokok akuatik yang berlainan warna, saiz dan tekstur. Gaya Belanda (Dutch style) adalah gaya yang meniru konsep kebun bunga di daratan. Gaya ini telah bermula sejak tahun 1930 an lagi di Belanda, di mana pada ketika itu peralatan akuarium mudah untuk diperolehi. Pokok akuatik yang ditanam di dalam akuarium mempunyai ketinggian yang berlainan iaitu tumbuhan akuatik yang rendah akan berada di hadapan dan tumbuhan akuatik yang tinggi berada di sebelah belakang.

Antara tumbuhan yang sering digunakan ialah *Limnophila aquatica*, pelbagai jenis *Hygrophila*, tumbuhan berdaun merah seperti *Alternanthera reineckii*, *Ammania gracilis*, dan pelbagai jenis *Rotala* sp. Lebih daripada 80% komposisi lantai akuarium diliputi dengan tumbuhan dan hanya sedikit sahaja atau tiada substrat atau tanah yang dapat dilihat dari hadapan akuarium. Tumbuhan yang tinggi berfungsi sebagai pelindung peralatan yang berada di belakang akuarium daripada kelihatan pada pandangan.



Pemandangan dalam akuarium mengikut konsep Gaya Belanda. Gambar oleh Shay Fertig (2008) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Enchanted_Garden_by_Shay_Fertig.jpg, 11 April 2020).

2.2.2 Gaya Semulajadi (Nature Style)

Pada masa kini, konsep akuaskap yang sangat popular, yang menggunakan pendekatan baru adalah gaya semulajadi. Gaya ini telah diperkenalkan oleh Takashi Amano pada tahun 1990 an. Melalui tiga siri buku Amano, bertajuk 'Nature Aquarium World' telah menimbulkan fenomena dan minat para hobi seluruh dunia untuk menghias akuarium dengan konsep semulajadi.

Konsep ini meniru lanskap semulajadi dengan menghias akuarium menggunakan pokok-pokok akuatik, batuan dan tunggul. Ia mewujudkan lanskap miniture. Stail ini asal dari konsep estatik Jepun Wabi-sabi, yang fokus kepada konsep miniture yang indah dan Iwagumi iaitu konsep menyusun batuan dalam akuarium.



Pemandangan dalam akuarium yang meniru habitat ikan di dalam sungai.



Taman akuatik oleh Josh Sim dari Malaysia: Tempat pertama dalam pertandingan “The International Aquatic Plants Layout Contest 2017 (<https://www.adana.co.jp/en/contents/iapl/2017/index.html>, 11 April 2020)”

2.2.3 Gaya Biotope (*Biotope Style*)

Gaya biotope adalah merujuk kepada kaedah menghias akuarium yang menyerupai habitat asal atau kawasan semulajadi yang sebenar. Biotope akuaskap direka untuk meniru keadaan sebenar sesuatu habitat akuatik pada lokasi geografi tertentu. Ia tidak semestinya mempamerkan keadaan taman. Tumbuhan akuatik, ikan, sebarang batuan atau pasir mestilah mengikut habitat asal biotope tersebut termasuk bahan kimia air. Misalnya akuaskap kawasan perairan tanah gambut hendaklah menggunakan tumbuhan akuatik, ikan hiasan, tunggul, batuan, pasir dan tanah daripada kawasan tanah gambut juga.



Aquaskap biotope: Gambar oleh Khairuldin Mohd Isha dengan tajuk 'Peat swamp forest in the central west of Peninsular Malaysia' telah berjaya mendapat tempat ke sebelas dalam Pertandingan Biotope Aquarium Design Contest 2017. (<http://biotope-aquarium.info/aquariums/peat-swamp-forest-in-the-central-west-of-peninsular-malaysia-60-l/>. 11 April 2020)

2.2.4 Gaya Paludarium / Vivarium

Gaya paludarium juga dikenali sebagai gaya vivarium. Akuaskap paludarium kebiasaanya mempunyai sebahagian kawasan yang ditenggelami air dan sebahagian lagi kawasan di luar air (kawasan tanah). Kawasan berair diletakkan tumbuhan akuatik dan kawasan di atas ditanam pokok seperti *Cyperus alternifolius*, *Spathiphyllum wallisii*, *Anubias* sp. dan "bromeliads". Akar tumbuhan ada yang berada di dalam air, ada yang tenggelam dan ada tumbuhan yang terapung seperti *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes*. Akuarium *paludarium* sesuai untuk digunakan untuk membela haiwan amfibia seperti katak dan labi-labi.



Akuarium vivarium yang menggunakan tumbuhan akuatik dan tumbuhan terrarium (darat) sebagai hiasan di dalam akuarium.



Akuaskap paludarium yang menggunakan pelbagai jenis pokok periuk kera sebagai hiasan di bahagian atas dan di bahagian berair diletakkan tumbuhan terapung dan ikan hiasan.

2.2.5 Gaya Terumbu Karang

Gaya terumbu karang adalah hiasan akuarium yang meniru keadaan terumbu karang. Akuarium ini mempunyai pelbagai jenis terumbu, ikan marin dan invertebrata marin. Cahaya sangat penting dalam akuaskap terumbu. Kualiti air akuarium marin perlu sentiasa dalam keadaan yang sesuai untuk pertumbuhan terumbu karang. Banyak terumbu tridacnid clams, mengandungi '*symbiotic fluorescent algae-like protozoa*' dikenali zooxanthellae. Gelombang ultraviolet akan menimbulkan warna-warna terang yang dikeluarkan oleh mikroorganisma berpendarfluor.



Akuarium marin yang mempunyai pelbagai terumbu karang dan hidupan laut. Gambar oleh Tappinen (2005) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reef_Aquarium_At_Home.jpg 11 April 2020).



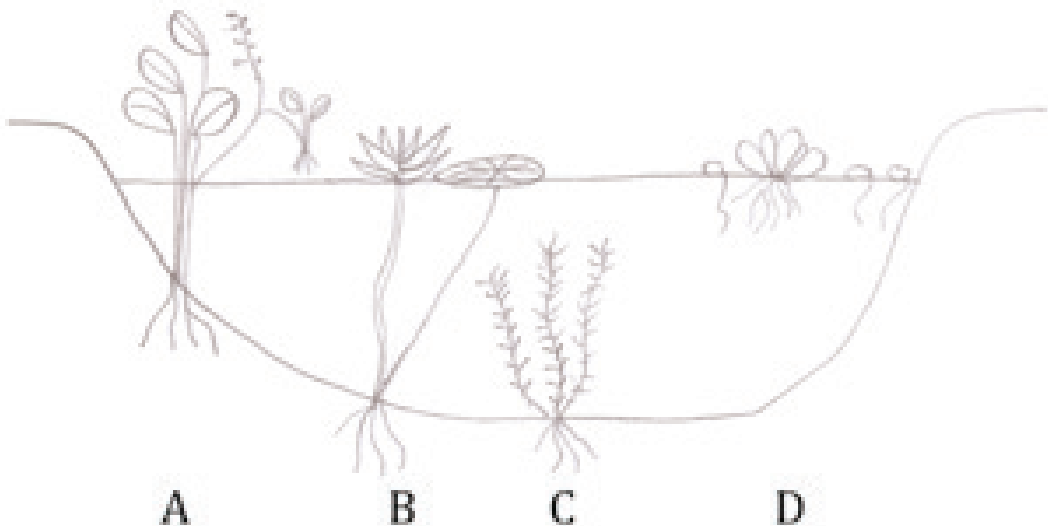
Ikan nemo merupakan salah satu ikan marin yang popular sebagai ikan hiasan marin.

3.0 BIOLOGI DAN PEMILIHAN SPESIES

3.1 Pengkelasan Tumbuhan Akuatik

3.1.1 Pengkelasan Mengikut Habitat

Menurut kamus dewan bahasa dan pustaka, maksud habitat adalah tempat tinggal atau persekitaran. Pengkelasan mengikut habitat adalah merujuk kepada pengkelasan berdasarkan kawasan pertumbuhan pokok akuatik tersebut pada kebanyakan masa. Mengikut habitat, tumbuhan akuatik terbahagi kepada empat kategori iaitu tumbuhan terapung bebas (*floating*), tumbuhan terapung tidak bebas (*floating attached*), tumbuhan termuncul (*emergent*) dan tumbuhan tenggelam (*submerged*).



Jenis tumbuhan akuatik bergantung kepada habitat (A) termuncul (B) terapung dan melekat pada substrat (C) tenggelam (D) terapung bebas.

3.1.1.1 Terapung Bebas

Tumbuhan akuatik di bawah kategori terapung bebas adalah tumbuhan yang mempunyai hampir keseluruhan bahagian tumbuhan ini berada di atas permukaan air. Tumbuhan jenis ini ada yang berakar dan ada yang tiada

akar. Bagi tumbuhan yang mempunyai akar, akarnya tergantung bebas di dalam air dan tidak berpaut pada tanah. Tumbuhan ini akan bergerak mengikut arah angin dan arus air. Contoh tumbuhan ini ialah kiambang *Pistia stratiotes* (*water lettuce*), keladi bunting *Eichhornia crassipes*, *Lemna* sp., *Azolla* sp., *Trapa natan* dan *Salvinia auriculata*.



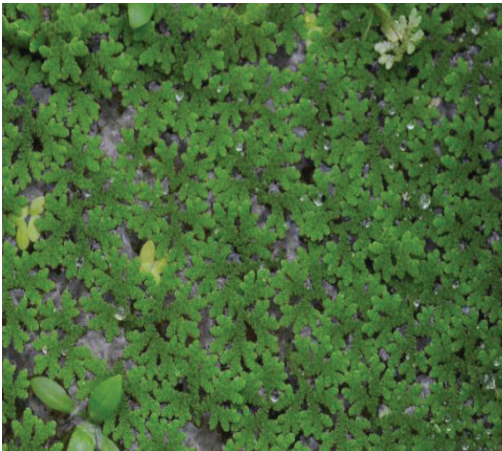
Trapa natan



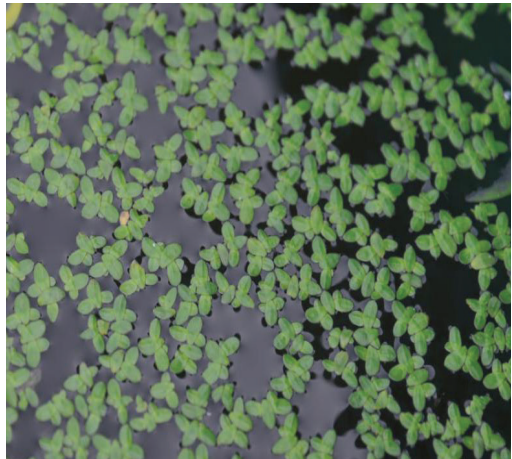
Kiambang, *Pistia stratiotes* (water lettuce)



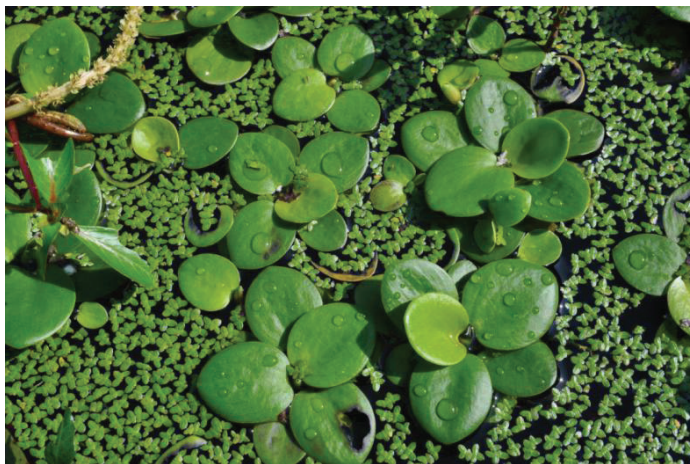
Keladi bunting, *Eichhornia crassipes*



Azolla sp.



Lemna sp.



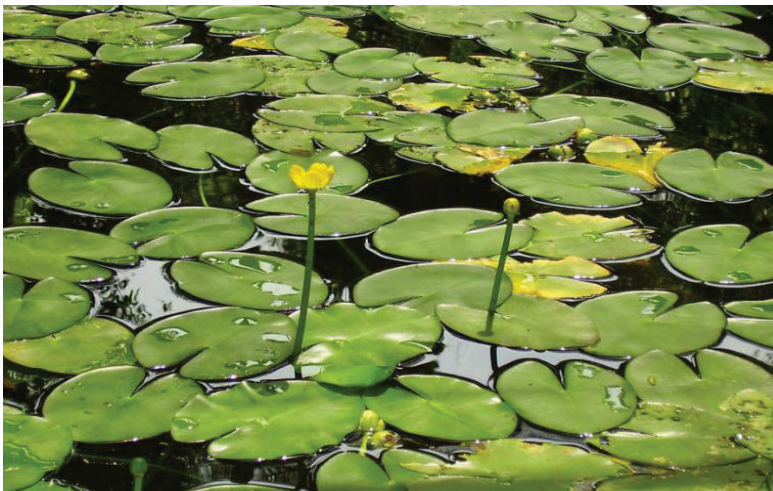
Limnobium laevigatum dan *Lemna* sp.

3.1.1.2 *Terapung Tidak Bebas*

Tumbuhan akuatik terapung tidak bebas mempunyai ciri-ciri daun yang berongga serta terapung di atas permukaan air dan akar tumbuhan ini berpaut pada substrat seperti tanah. Daun-daun pokok ini disambungkan ke dasar oleh petiol atau batang. Contoh tumbuhan ini ialah telipuk *Nymphaea* sp.



Pokok telipuk
Nymphaea sp.



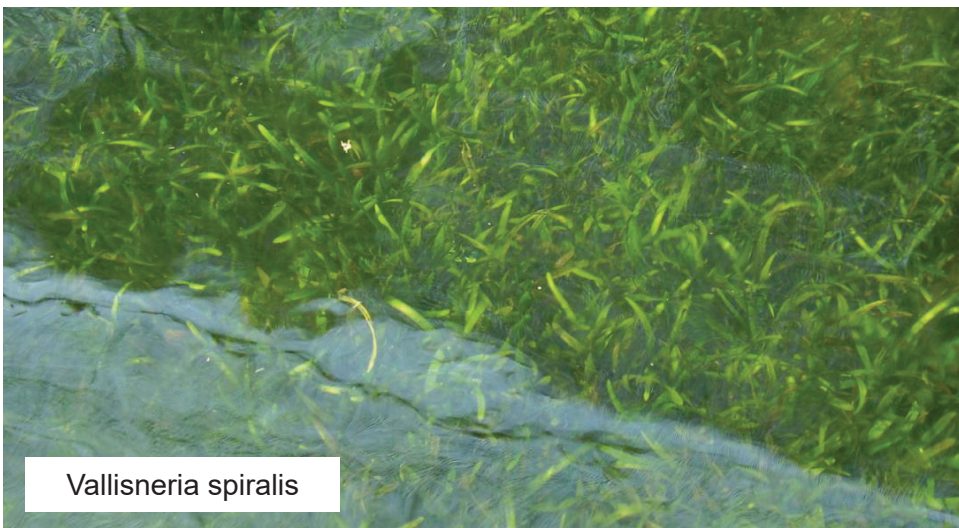
Pokok telipuk,
Nymphoides
peltate.

3.1.1.3 Tumbuhan Tenggelam

Tumbuhan akuatik tenggelam adalah merujuk kepada tumbuhan akuatik yang hidup tenggelam secara keseluruhan di dalam air kecuali bahagian bunga dan buah yang muncul di permukaan air. Akar tumbuhan ini berpaut pada substrat tanah dan bahagian vegetatifnya akan tetap berada di bawah permukaan air. Contoh tumbuhan ini ialah *Aponogeton* sp., *Cabomba* sp., *Eloдея* sp. dan *Vallisneria* sp.



Cabomba caroliniana



Vallisneria spiralis



Aponogeton sp.

3.1.1.4 Tumbuhan Termuncul

Sebahagian besar tumbuhan akuatik adalah tergolong dalam kumpulan tumbuhan termuncul. Tumbuhan termuncul ini mempunyai akar dan bahagian basal tumbuh di bawah air manakala daun dan batang berada di atas daripada permukaan air. Contoh tumbuhan ini ialah pokok teratai *Nelumbo* sp., *Anubias* sp., *Cryptocoryne* sp., *Hygrophila* sp., *Echinodorus* sp. dan *Microsorium pteropus*.



Pokok teratai,
Nelumbo
nucifera.



*Echinodorus
parviflorus*



*Cryptocoryne
lucens*



*Microsorium
pteropus
'windelov'*



Anubias barteri



Ceratopteris thalictroides



Hygrophila corymbosa

3.2 Pengkelasan Mengikut Bahagian Taksonomi Utama

Alam tumbuhan mempunyai beberapa bahagian taksonomi utama iaitu Bahagian Bryophyta, Bahagian Pteridophyta dan Bahagian Magnoliophyta (Angiosperms).

3.2.1 Bahagian Bryophyta

Tumbuhan yang tergolong dalam bahagian ini tidak mempunyai sistem vaskular yang jelas untuk mengangkut makanan dan air. Oleh itu ia perlu hidup di kawasan berair dan lembap. Generasi diploid dikenali sebagai *sporophyte* dan generasi haploid dikenali sebagai *gametophyte*. Terdapat dua kelas tumbuhan yang sering digunakan sebagai tumbuhan akuarium iaitu Kelas Hepatica (Lumut hati) dan Kelas Musci (Lumut).

Tumbuhan akuatik yang tergolong dalam kelas Hepatica (Lumut hati) adalah *Riccia fluitans* (Ricciaceae) dan *Pellia endiviifolia* (Pelliaceae) yang sering digunakan sebagai tumbuhan akuarium. Antara tumbuhan akuatik di dalam kelas Kelas Musci (Lumut) pula adalah *Fissidens grandifrons* (Fissidentaceae), *Fontinalis antipyretica* (Fontinalaceae) dan *Vesicularia dubyana* (Hypanaceae).



Riccia fluitans



Vesicularia dubyana (Java Moss)



Pellia endiviifolia



Vesicularia montagnei (Christmas Moss)

3.2.2 *Bahagian Pteridophyta (Pakis dan Jenis - Jenis Pakis)*

Tumbuhan akuatik di bawah kategori Pteridophyta adalah jenis pakis Java fern, kumpulan Azollaceae, Salviniaceae dan Ceratopteridaceae. Contoh tumbuhan kategori paku pakis adalah *Bolbitis heudelotii*, *Ceratopteris thalictroides*, *Microsorium pteropus* dan *Microsorium pteropus* 'Windelov'

3.2.3 *Bahagian Magnoliophyta (Angiosperma)*

Bahagian ini termasuk tumbuhan akuatik berbunga yang mempunyai biji di dalam ovari. Kebanyakan tumbuhan akuatik adalah tergolong dalam kumpulan ini.

3.2.3.1 *Kelas Magnoliopsida (Dikot)*

Embrio mempunyai dua kotilidon. Terdapat dalam 250 famili dalam kelas ini. Berikut adalah beberapa famili yang mempunyai wakil dalam habitat air tawar: Acanthaceae, Amaranthaceae, Apiaceae (Umbelliferae), Asteraceae, Brassicaceae, Cabombaceae, Ceratophyllaceae, Crassulaceae, Callitrichaceae, Elatinaceae, Euphorbiaceae, Halograceae, Hippuridiaceae, Lentibularaceae, Lobeliaceae, Lythraceae, Menyanthaceae, Nymphaeaceae, Polygalaceae, Podostemonaceae, Primulaceae, Ranunculaceae, Saururaceae, Scrophulariaceae dan Trapaceae.

3.2.3.2 *Kelas Liliopsida (Monokot)*

Embrio hanya mempunyai satu kotilidon. Famili yang penting dalam kelas ini ialah: Alismataceae, Amaryllidaceae, Aponogetaceae, Araceae, Butomaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Hydrocharitaceae, Iridaceae, Juncaceae, Lemnaceae, Mayacaceae, Najadaceae, Orchidaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Ruppiaceae, Sparganiaceae dan Typhaceae.

Faktor Biologi Tumbuhan

Beberapa contoh tumbuhan akuatik dan keperluan tumbuhan tersebut:

Genus ► Anubias

Famili ► Araceae

Spesies ► *Anubias barteri* var. 'nana'

Kategori ► tumbuhan termuncul

pH ► 5.5 - 8.0

Suhu ► 22°C - 28°C

Kekerasan air - sedikit keras

Cahaya ► sederhana



Genus ► Bacopa

Famili ► Scrophulariaceae

Spesies ► *Bacopa caroliniana*

Kategori ► tumbuhan termuncul

pH ► 5.0 - 8.0

Suhu ► 15°C - 30°C

Kekerasan air ► sedikit keras

Cahaya ► terang



Genus ► Cryptocoryne

Famili ► Araceae

Spesies ► *Cryptocoryne lingua*

Kategori ► tumbuhan termuncul

pH ► 6.5 - 6.9

Suhu - 20°C - 25°C

Kekerasan air ► lembut

Cahaya ► sederhana



Genus ► Elatine
Famili ► Hydrocharitaceae
Spesies ► *Eleocharis parvula*
Kategori ► tumbuhan termuncul
pH ► 5.5 - 7.5
Suhu ► 18°C - 25°C
Kekerasan air ► sederhana
keras
Cahaya ► terang



Genus ► Microsorium
Famili ► Polypodiaceae
Spesies ► *Microsorium pteropus*
Kategori ► tumbuhan termuncul
pH air ► 5.0 - 8.0
Suhu ► 18°C - 30°C
Kekerasan air ► sedikit keras
Cahaya ► sederhana



Genus ► Myriophyllum
Famili ► Haloragaceae
Spesies ► *Myriophyllum scabratum*
Kategori ► tumbuhan termuncul
pH air ► 6.5 - 7.5
Suhu ► 18°C - 24°C
Kekerasan air ► sederhana
lembut
Cahaya ► terang



Genus ► Rotala
Famili ► Lythraceae
Spesies ► *Rotala indica*
Kategori ► Tumbuhan termuncul
pH air ► 5.8 - 7.0
Suhu ► 22°C - 26°C
Kekerasan air ► lembut
Cahaya ► sederhana



Genus ► Trapa
Famili ► Trapaceae
Spesies ► *Trapa natans*
Kategori ► terapung bebas
pH air ► 6.0 - 7.2
Suhu ► 18°C - 28°C
Kekerasan air ► lembut
Cahaya ► terang



4.0 PENANAMAN TUMBUHAN AKUATIK DI LADANG

4.1 Pemilihan Spesies Tumbuhan Akuatik

Tumbuhan akuatik ada beberapa kategori seperti jenis terapung, tenggelam dan separa tenggelam. Pengetahuan tentang tumbuhan akuatik perlu ada untuk membuat pemilihan tumbuhan akuatik yang sesuai. Pemilihan tumbuhan akuatik untuk kolam hiasan bergantung kepada tema, kategori (tenggelam, terapung), keperluan pertumbuhan, keserasian flora dan fauna manakala untuk hiasan akuarium bergantung kepada tema, kategori tumbuhan, jenis ikan dan keperluan pertumbuhan. Pemilihan tumbuhan akuatik untuk tanaman di ladang adalah bergantung kepada permintaan pasaran, kesesuaian habitat (kolam, tangki, tanah) dan keperluan pertumbuhan.

4.2 Teknik - Teknik Pembiakan Tumbuhan Akuatik

Pembiakan tumbuhan dijalankan dengan beberapa tujuan iaitu memperbanyakkan bilangan tumbuhan, meneruskan kesinambungan hidupan tersebut, menyimpan stok untuk masa hadapan dan kegunaan untuk kajian lanjutan terhadap tumbuhan seperti kajian ketahanan penyakit, manipulasi gen dan peningkatan penghasilan produktiviti. Terdapat tiga kaedah pembiakan iaitu pembiakan secara vegetatif (tampang), pembiakan secara seksual iaitu penghasilan biji benih atau spora dan pembiakan menggunakan kaedah bioteknologi iaitu kaedah kultur tisu.

4.2.1 Pembiakan Secara Vegetatif

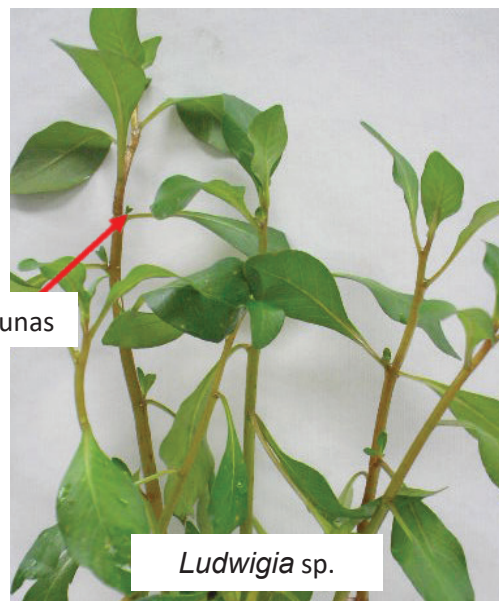
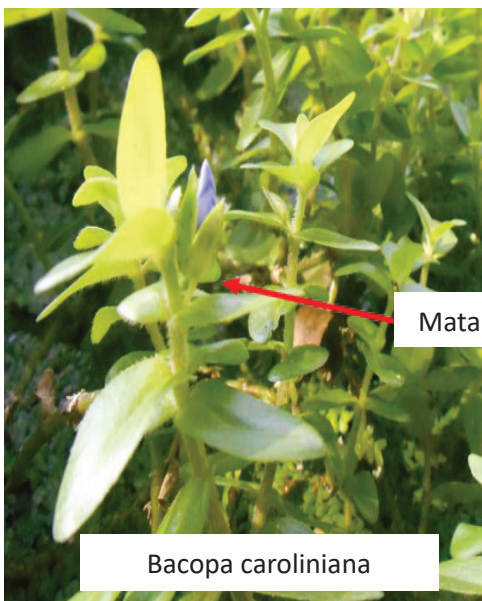
Pembiakan secara vegetatif adalah kaedah pembiakan yang tidak melalui proses seksual. Cara pembiakan adalah dengan menggunakan kaedah keratan batang, pucuk, daun, ubi, sulur, rizom dan tuber. Pembiakan vegetatif sangat penting untuk tumbuhan yang tidak mengeluarkan biji

benih dan tumbuhan yang bunganya tidak subur. Kebaikan utama kaedah vegetatif adalah ia merupakan kaedah atau cara yang mudah untuk menghasilkan pokok dengan baka tulen dan ia juga dapat memendekkan tempoh kematangan pokok.

Kaedah pembiakan secara vegetatif adalah melalui kaedah keratan, tut, cantuman, belahan, rumpun dan bebawang. Tumbuhan akuatik seperti *Rotala* sp., *Bacopa* sp. dan *Ludwigia* sp. dibiakkan melalui keratan batang. Manakala pokok akuatik seperti pokok *Anubias* sp. menghasilkan anak tumbuhan baru pada rizom pokok. Rizom berserta anak baru boleh dipotong dan disemai berasingan daripada tumbuhan induk.

Kaedah pembiakan secara keratan batang adalah seperti berikut:

1. Pilih batang pokok yang sihat dan segar serta mempunyai beberapa nod. Batang pokok sepanjang 6 inci dipotong.
2. Keratan batang tadi ditanam secara menegak atau dibaringkan di atas tanah basah.
3. Bahagian nod akan mengeluarkan tunas dan pucuk baru dan akar pokok.



Tumbuhan yang mempunyai nod dan mata tunas pada batang pokok



Mata tunas

Rotala sp. juga mempunyai nod dan mata tunas di sepanjang batang pokok.

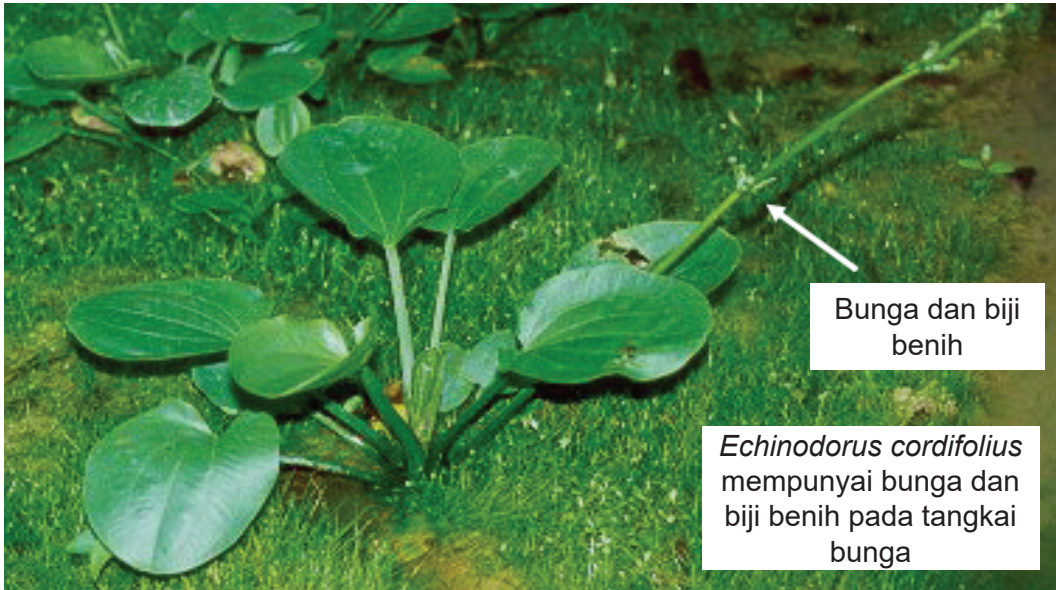
4.2.2 Kaedah Pembiakan Seksual (Biji Benih atau Spora)

Pembiakan seksual adalah merujuk kepada kaedah pembiakan melalui persenyawaan antara bahagian jantan dan betina tumbuhan. Hasil persenyawaan adalah biji benih untuk tumbuhan berbunga atau spora untuk tumbuhan tidak berbunga. Anak pokok diperolehi daripada biji benih yang terhasil contohnya *Echinodorus* sp. dan *Aponogeton* sp. dan pokok yang terhasil dari spora contohnya *Microsorium pteropus* dan *Ceratopteris* sp.

Tangkai bunga yang mengandungi biji benih akan tumbuh apabila bersentuh dengan tanah basah atau tanah berair. Biji benih yang bersentuh tanah akan tumbuh dengan mengeluarkan akar dan pucuk baru. Anak pokok boleh juga tumbuh pada tangkai bunga dan hanya berpisah daripada induk apabila ia mencecah tanah. Bunga yang tangkainya melampaui hingga

menyentuh permukaan tanah akan dengan sendirinya melekat ke tanah dan mengeluarkan akar dan tumbuhan baru terhasil pada ruas tangkai bunga.

Manakala bagi tumbuhan tidak berbunga, kaedah pembiakan seksualnya adalah dengan mengeluarkan spora. Spora ini terdapat pada bahagian belakang daun. Spora yang matang berwarna hijau tua atau kehitaman. Anak pokok akan tumbuh dari spora dibelakang daun ini.



Microsorium pteropus mempunyai spora pada belakang daun.

4.2.3 Kaedah Penanaman Secara Kultur Tisu

Penanaman secara kultur tisul adalah kaedah pembiakan bahagian tumbuhan (explant) yang aktif membiak seperti bahagian pucuk, di atas medium nutrien di dalam keadaan steril. Kaedah kultur tisul juga dikenali sebagai mikropropagasi. Anak pokok yang terhasil melalui kaedah ini adalah serupa (klon). Kaedah ini membolehkan penghasilan tanaman yang seragam serta berkualiti tinggi. Selain itu, tanaman boleh dihasilkan secara pukal dalam masa yang singkat berbanding dengan kaedah penanaman biasa.

Propagasi kultur tisul bermula dengan pemilihan pokok yang terbaik dan sihat sebagai eksplan atau sumber tisul. Eksplan boleh terdiri dari mana-mana bahagian tumbuhan seperti pucuk, daun, petiol dan akar. Eksplan akan melalui prosidur sterilisasi kimia dan ditumbuhkan dalam bekas bertutup yang mengandungi medium pertumbuhan di bawah keadaan bebas kuman. Medium pertumbuhan yang sering digunakan medium Murashige and Skoog. Proses pengkulturan dijalankan di dalam kebuk laminar kerana persekitaran yang steril diperlukan semasa proses pengkulturan tersebut.

Eksplan akan dibiakkan di dalam bilik kultur. Bilik kultur adalah bilik yang bersih di mana suhu bilik sentiasa antara 21°C - 23°C. Eksplan diletakkan di atas rak-rak yang dipasang lampu kalimantang selama 8 jam sehari. Eksplan akan tumbuh dan membiak di dalam bilik kultur dengan penghasilan pucuk-pucuk baru. Dari pucuk-pucuk ini akan tumbuh anak - anak pokok yang baru. Anak-anak pokok yang telah membesar ini akan dikeluarkan dari botol kultur dan dijalankan kultur semula (sub-kultur) atau dipindahkan ke dalam nurseri atau rumah hijau untuk adaptasi ke persekitaran luar. Tumbuhan yang telah mencapai saiz pasaran boleh dijual. Selain itu, tumbuhan tisul kultur yang masih dalam botol kultur boleh juga terus dijual setelah mencapai saiz yang sesuai.

4.2.4 Kelebihan Kaedah Kultur Tisu

Kultur tisul mempunyai banyak kelebihan seperti:

1. Ia merupakan salah satu kaedah untuk menyimpan stok-stok tumbuhan akuatik yang unik, yang berharga atau pun yang sedang diancam kepupusan.
2. Ia juga sebagai kaedah penyimpanan stok tumbuhan di dalam ruangan atau kawasan yang kecil.
3. Kaedah untuk memelihara biodiversiti tumbuhan.
4. Ia juga berupaya untuk memendekkan masa pengeluaran.
5. Ia juga boleh memperbanyakkan bilangan tumbuhan tersebut daripada bilangan yang terhad.
6. Tumbuhan yang terhasil melalui kaedah ini adalah seragam dan serupa (klon).
7. Kaedah ini menghasilkan tumbuhan yang bebas penyakit.
8. Penghasilan varieti-varieti baru yang lebih menarik melalui kaedah manipulasi genetik.
9. Tumbuhan yang dibiakkan secara tisul kultur adalah tumbuhan yang mempunyai nilai komersial yang tinggi dan kadar tumbesaran tumbuhan yang perlahan.



ALIRAN PROSES
PENGKULTURAN
TUMBUHAN
AKUATIK

Aktiviti penyediaan medium kultur



Eksplan dipotong menggunakan forcep dan pisau di dalam kawasan steril (dalam kebuk laminar).



Aktiviti sub kultur tumbuhan akuatik.



Tumbuhan disimpan di dalam bilik kultur untuk proses pertumbuhan.



Kultur tisu *Bacopa caroliniana*.

4.3 Penanaman di Dalam Rumah Hijau

Rumah hijau (*green house*) adalah kemudahan penanaman bertutup dan berbumbung. Bumbung dan dinding daripada lapisan plastik lutsinar dan di bahagian dalam dipasang jaring hitam dengan penembusan cahaya 70%. Rumah hijau adalah rumah kalis haiwan perosak seperti serangga dan katak. Kebanyakan tumbuhan akuatik yang ditanam di dalam rumah hijau adalah untuk penanaman secara sistem hidroponik. Penyiraman dilakukan setiap tiga jam menggunakan '*sprinkler*'.



Tanaman tumbuhan akuatik secara hidroponik di dalam rumah hijau.



Penanaman tumbuhan di dalam rumah hijau untuk menjaga kualiti tumbuhan tersebut.

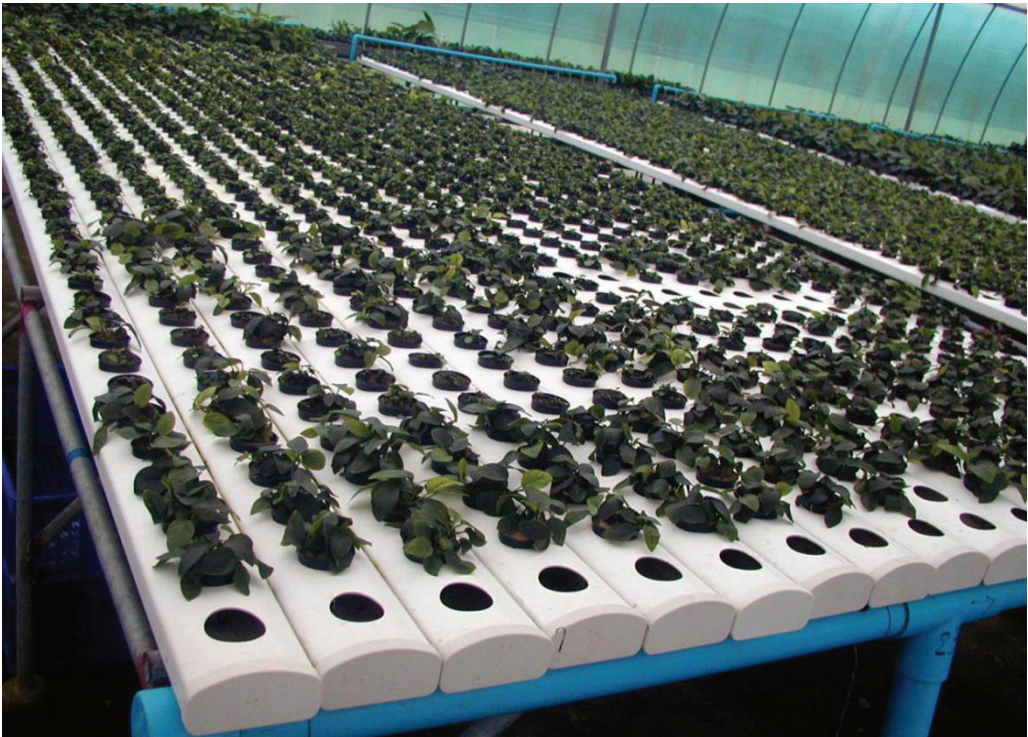
4.4 Penyediaan Tapak Semaian di Kolam atau Tangki

Kaedah penanaman tumbuhan akuatik di ladang kebanyakannya adalah secara penanaman di dalam kolam tanah atau di atas tanah bench. Penanaman tumbuhan akuatik di dalam kolam memerlukan beberapa peringkat penyediaan kolam sebelum aktiviti penanaman dijalankan iaitu:

1. Penyediaan kolam
2. Penanaman tumbuhan akuatik
3. Penjagaan tanaman



Tumbuhan akuatik di tanam di atas tanah bercah.



Tumbuhan akuatik di tanam secara hidroponik di dalam rumah hijau.



Tumbuhan akuatik di tanam di atas tanah bencah di dalam kolam tanah.



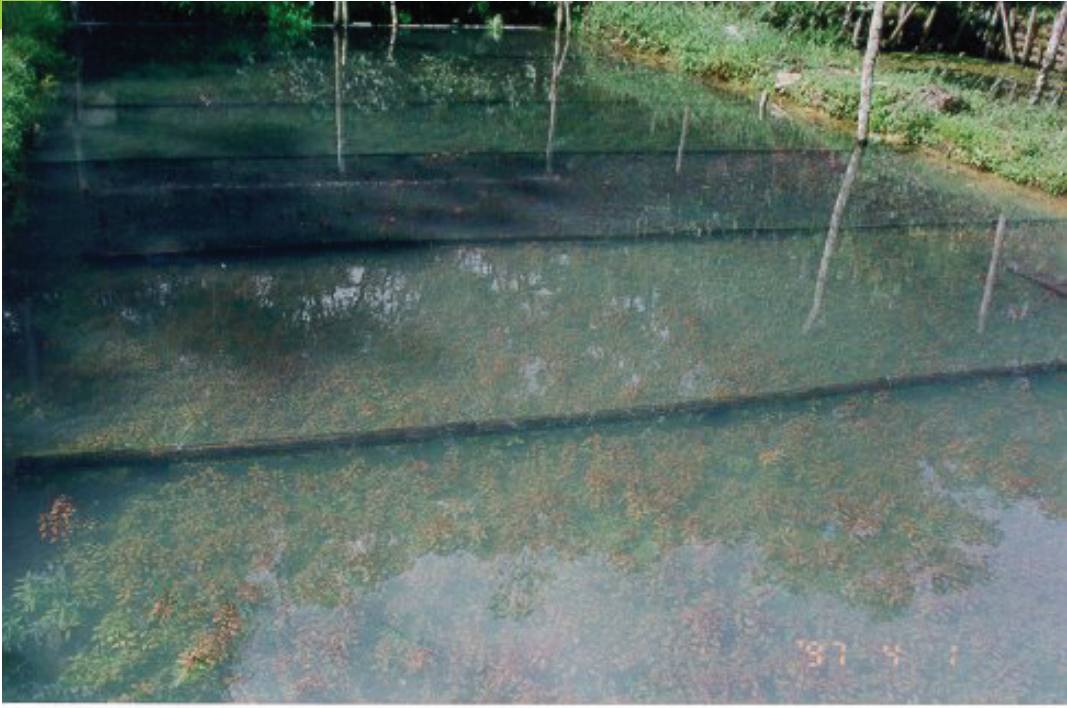
Tumbuhan akuatik jenis terapung dibiakkan di dalam kolam.

4.4.1 Penyediaan Kolam Tanaman Tumbuhan Akuatik

Kolam penanaman tumbuhan akuatik merupakan kolam dasar tanah dengan dinding kolam adalah tanah atau dinding konkrit. Kolam-kolam dipasang jaring orkid hitam dengan 70% penembusan cahaya. Bergantung kepada jenis tanaman tumbuhan akuatik, terdapat juga kolam-kolam yang tidak memerlukan jaring orkid hitam. Sistem air masuk dan keluar dari kolam tanaman perlu ada dan sebaik-baiknya terdapat pergerakan air mengalir masuk dan keluar.



Jaring hitam atau orkid dipasang dengan penembusan cahaya 70% di atas kolam tanaman tumbuhan akuatik



Tumbuhan tenggelam (*Ludwigia* sp.) yang ditanam di dalam kolam tanah.

4.4.2 Penyediaan Sumber Air

Sumber air yang sesuai adalah air dari anak sungai yang tidak tercemar atau mata air. Sumber air untuk kegunaan bagi kolam tumbuhan akuatik hendaklah dipastikan bebas daripada musuh atau haiwan perosak. Air yang masuk perlu ditapis (filter) bagi memastikan makhluk perosak tidak masuk ke dalam kolam tanaman. Haiwan perosak yang tersebar melalui air adalah seperti siput air, serangga air, anak pematung, cacing (nematod), ikan, labi-labi dan lain-lain. Haiwan perosak ini akan memusnahkan tumbuhan yang ditanam jika tidak disekat kemasukannya. Penggunaan kolam tadahan adalah digalakkan dan ini akan memudahkan proses rawatan air.

Bekalan air domestik juga boleh digunakan untuk penanaman tumbuhan akuatik. Namun air tersebut mengandungi klorin dan ianya perlu dirawat terlebih dahulu. Bahan klorin boleh dirawat dengan dengan menggunakan

bahan anti-klorin seperti *sodium thiosulphate* atau air tersebut ditadah dan dibiarkan selama beberapa hari dalam keadaan diberikan pengudaraan.



Sistem air masuk dan keluar ke tangki tanaman tumbuhan akuatik

4.4.3 Kawalan Haiwan Perosak

Tumbuhan akuatik juga tidak terlepas dari ancaman haiwan perosak. Haiwan perosak boleh datang dari air atau udara. Kawalan haiwan perosak pada peringkat awal boleh dilakukan terutama semasa penyediaan kolam. Sebelum tanaman akuatik ditanam, kolam yang telah dikeringkan akan ditabur dengan hampas biji teh (*tea seed cake*) dan dibiarkan selama 2 - 3 hari. Hampas biji teh tidak membahayakan pokok akuatik dan ia akan menjadi baja untuk tanaman akuatik.

4.4.4 Pembajaan

Selepas kolam tanah dibajak dan disediakan, kolam akan dibaja dengan baja komersial Triple Super Phosphate (TSP) atau baja tahi ayam proses (bentuk pelet). Baja tersebut ditabur di dasar kolam yang masih bencah. Hanya satu sudu besar (10g) baja bagi setiap meter persegi kawasan tanaman. Pembajaan dilakukan seminggu sekali. Baja yang berlebihan akan menyebabkan air cepat hijau dan algae tumbuh.

4.5 Penanaman Tumbuhan Akuatik

Benih-benih tumbuhan akuatik yang hendak ditanam mestilah dari benih-benih yang sihat dan bebas penyakit atau serangan haiwan perosak. Benih-benih terdiri dari keratan batang, keratan tuber, anak pokok terutama jenis 'rosette', daun, bawang, spora atau biji benih.

Tumbuhan terapung ada dua jenis iaitu tumbuhan akuatik terapung bebas dan tumbuhan akuatik terapung tidak bebas (attached). Manakala tumbuhan akuatik tenggelam adalah tumbuhan akuatik yang hanya tumbuh di dalam air, cuma bahagian bunga dan buah akan keluar dari air. Contoh tumbuhan akuatik tenggelam adalah *Vallisneria sp.*, *Elodea sp.*, *Rotala sp.* dan *Cabomba sp.* Tumbuhan akuatik termuncul pula adalah tumbuhan akuatik yang sebahagian besar tumbuhan berada di atas permukaan air. Bahagian akar berada di dalam tanah dan sentiasa ditenggelami air.

4.5.1 Tumbuhan Akuatik Terapung Bebas

Penanaman tumbuhan terapung bebas sangat mudah. Tumbuhan ini tidak memerlukan substrat. Akar tumbuhan ini terapung di dalam air. Benih pokok boleh diletakkan terus di atas permukaan air di dalam kolam tanaman. Tumbuhan terapung bebas yang dibiakkan hendaklah dipastikan tidak terlepas atau hanyut ke dalam sungai atau perairan luar. Contoh tumbuhan akuatik terapung bebas adalah kiambang *Pistia stroites*, *Trapa natan*, *Lemna sp.*, *Azolla sp.*, *Salvinia natan* dan *Wolffia sp.*



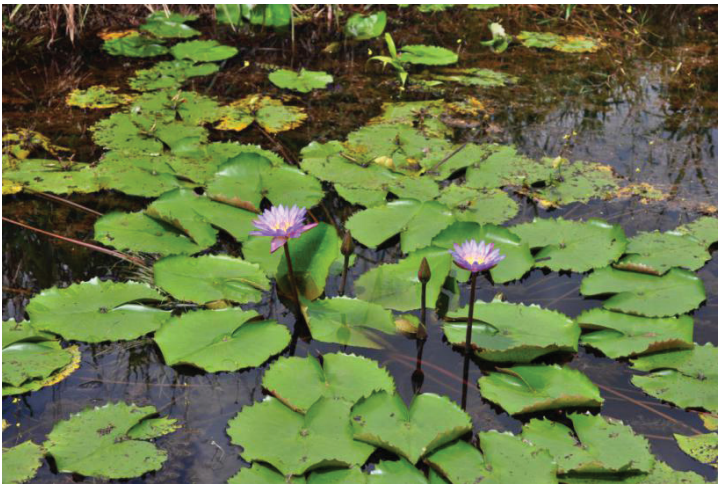
Tumbuhan akuatik terapung bebas *Trapa natans*



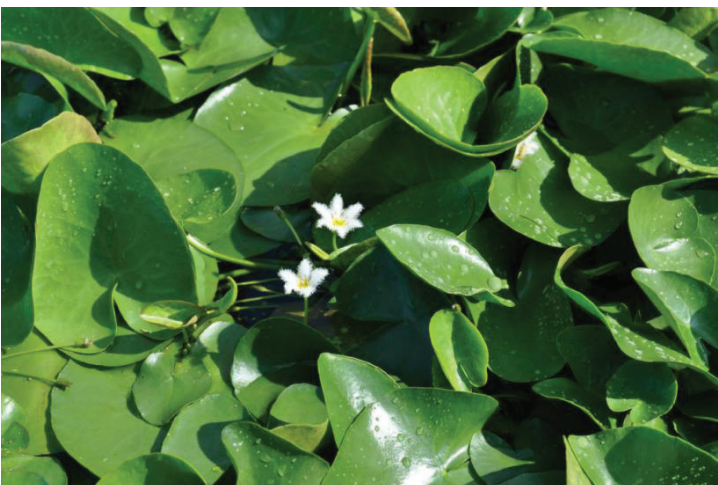
Tumbuhan akuatik terapung bebas *Lemna sp*

4.5.2 Tumbuhan Akuatik Terapung Tidak Bebas

Tumbuhan terapung tidak bebas berbeza dari tumbuhan terapung bebas. Tumbuhan terapung tidak bebas memerlukan substrat seperti tanah untuk hidup. Akar pokok berada di dalam tanah manakala daun dan bunga berada di atas permukaan air. Contoh tumbuhan akuatik terapung tidak bebas adalah telipuk *Nymphaea* sp., *Nymphoides peltata* dan *Nymphoides indica*.



Tumbuhan akuatik terapung tidak bebas telipuk *Nymphae* sp.



Tumbuhan akuatik terapung tidak bebas *Nymphoides indica*

4.5.3 Tumbuhan Akuatik Tenggelam

Penanaman tumbuhan tenggelam adalah dengan cara menanam keratan batang atau anak pokok secara menegak atau secara baring di atas tanah benchah. Pokok akan mulai tumbuh dan bertunas baru selepas seminggu dan kelihatan seperti bangun. Ketika ini paras air kolam dinaikkan sebanyak 2 inci dari paras pucuk pokok tadi. Selepas seminggu, air kolam dinaikkan dan pokok dipastikan tenggelam.



Tumbuhan akuatik tenggelam, *Rotala sp.* ditanam di dalam kolam tanah



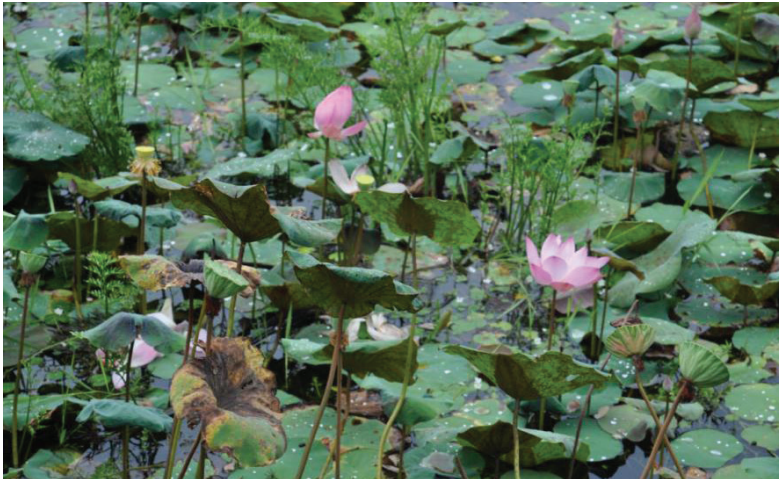
Tumbuhan akuatik tenggelam *Cabomba caroliniana* mempunyai bunga putih

4.5.4 Tumbuhan Akuatik Termuncul

Benih atau akar anak pokok akan ditanam di dalam tanah dan air dinaikkan ke paras separuh ketinggian tumbuhan. Tanah kawasan tanaman hendaklah dipastikan sentiasa lembap atau bencah. Kebanyakan tumbuhan akuatik tergolong dalam kumpulan ini. Contoh tumbuhan akuatik termuncul adalah teratai *Nelumbo nucifera*, *Anubias* sp., *Cryptocoryne* sp. dan *Echinodorus* sp.



Tumbuhan akuatik termuncul teratai *Nelumbo nucifera* mempunyai bunga putih dan buah teratai.



Tumbuhan akuatik termuncul teratai *Nelumbo nucifera* mempunyai bunga merah jambu dan buah teratai.



Tumbuhan akuatik termuncul *Cryptocoryne lucens* yang tumbuh di kawasan air cetek.



Tanaman beberapa tumbuhan akuatik termuncul di ladang.

4.5.5 Penanaman di Atas Substrat

Beberapa jenis pokok akuatik sesuai untuk dibiakkan di atas substrat (tunggul, batu, span keras atau tempurung). Pokok akuatik yang sesuai untuk ditanam atas substrat contohnya jenis lumut, *Anubias* sp., *Bucephalandra* sp. dan *Microsorium* sp. Pokok diikat samada di atas tunggul kayu, batu, span keras atau tempurung menggunakan benang atau tali tangsi. Pokok-pokok yang telah diikat diletakkan di dalam rumah hijau. Setiap 10 - 15 minit, air disiram ke atas tumbuhan menggunakan *sprinkler*.



Pokok pakis
Java fern
*Microsorium
pteropus*
dibiakkan di
atas span hijau.



Pokok akuatik
Anubias sp.
dibiakkan di
atas tunggul
kayu.



Pokok akuatik
Java moss
*Vesicularia
dubyana*
dibiakkan di
atas batu.

4.6 Penjagaan Tanaman

Tumbuhan akuatik juga memerlukan penjagaan tanaman. Makhluk perosak yang sering menyerang dan dijumpai adalah “bena putih” (*white flies*), siput dan cacing (nematode). Bena putih biasanya boleh dikawal dengan menggunakan racun confidor (bahan aktif: Imidacloprid) atau atau racun mospilan (bahan aktif: Acetamidine). Sukatan racun adalah mengikut kepekatan yang disyorkan oleh pengeluar. Siput biasanya dikawal dengan menggunakan hampas biji teh (tea seed cake). Cacing nematod biasanya boleh dikawal dengan menggunakan Furadan (bahan aktif: carbofuran, 2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methylcarbamate).

Proses pembajaan dijalankan seminggu sekali atau apabila pokok kelihatan tidak subur. Baja yang diguna untuk tanaman di dalam tanah kolam atau plot tanaman tanah becak adalah baja organik pelet tahi ayam atau baja NPK. Tumbuhan yang ditanam di dalam rumah hijau secara hidroponik, baja yang digunakan adalah baja AB (baja hidroponik). Proses penyiraman dijalankan sebanyak dua kali sehari.



Jadual 2. Senarai tumbuhan akuatik yang sering dijangkiti makhluk perosak.

Nama Makhluk Perosak	Tumbuhan yang Selalu Dijangkiti
Bena Putih Whitefly (<i>Bemesia tabaci</i>)	<i>Anubias nana</i> <i>Anubias barteri 'broadleaf'</i> <i>Anubias lanceolata</i> <i>Alternanthera lilacina</i> <i>Alternanthera sessilis</i> <i>Hygrophilla sp.</i> <i>Echinodorus bleherii</i> <i>Echinodorus amazonicus</i>
Nematode (<i>Hirschmaniella sp.</i>)	<i>Alternanthera lilacina</i> <i>Anubias nana</i> <i>Anubias lanceolate</i> <i>Anubias barteri</i> <i>Vallisneria asiatica</i> <i>Vallisneria torta</i> <i>Vallisneria gigantea green</i> <i>Vallisneria spiralis red</i> <i>Echinodorus latifolius</i> <i>Echinodorus bleheri</i> <i>Echinodorus major</i> <i>Echinodorus bleherii</i> <i>Echinodorus latifolius</i>

4.7 Penuaian dan Pengendalian Hasil Tanaman

Tumbuhan akuatik yang ditanam dan telah mencapai saiz pasaran akan dituai mengikut jenis tumbuhan tersebut. Penuaian dijalankan menggunakan beberapa kaedah:

1. Pemetongan (*cutting*) menggunakan gunting pokok untuk pokok beruas (*node*).
2. Pokok akuatik yang dicabut terus adalah untuk jenis berubi atau berumpun (*rosette*).

Tumbuhan akuatik yang telah dituai hendaklah direndam segera di dalam air sebaik saja dipotong atau dipetik (biasanya direndam di satu sudut kolam). Kotak polisterin atau plastik digunakan untuk memungut dan mengangkut hasil tanaman di ladang. Bahagian dalam kotak diletakkan kain atau kertas surat khabar basah. Tanaman yang dikutip akan dimasukkan ke dalam kotak polisterin dan bahagian atas akan ditutup dengan kain basah sebelum penutup diletakkan. Kotak hendaklah sentiasa ditutup rapat, tujuannya adalah untuk mengelak pokok menjadi kering dan mati.

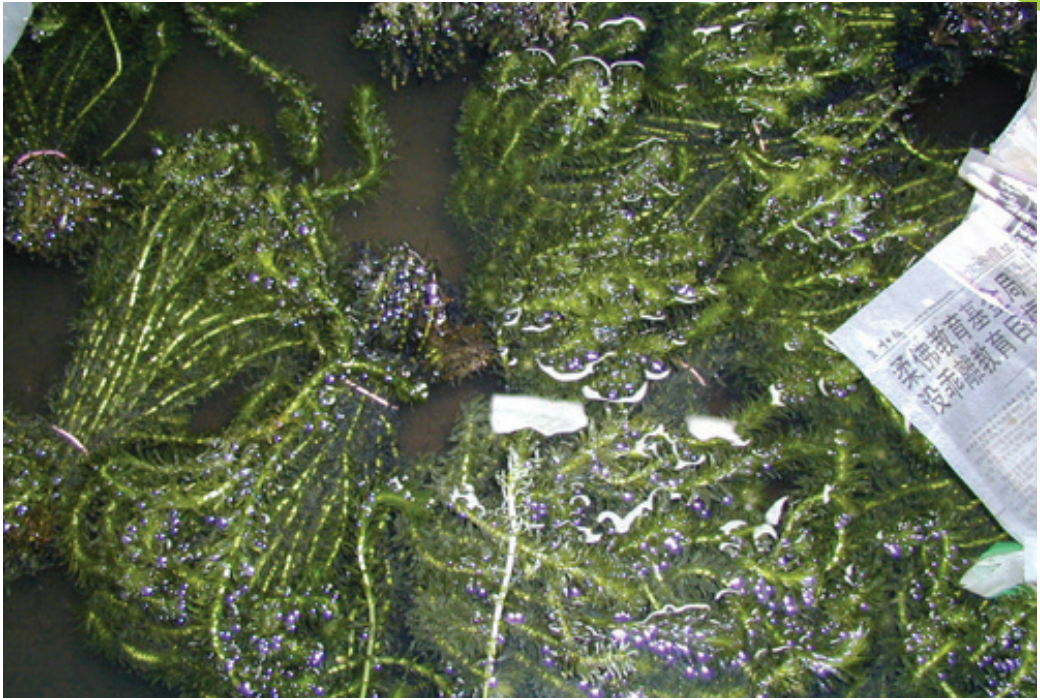
Tumbuhan akuatik jenis dikerat atau dipotong boleh dipetik 2-3 kali sebelum dibuang untuk memulakan tumbuhan baru. Selepas dituai, tanaman akuatik dibersihkan daripada tanah dan kotoran menggunakan air bersih. Kemudian tanaman akuatik dirawat dengan menggunakan kadar racun yang sangat rendah < 1% (malathion + antracol®) untuk membunuh makhluk perosak. Pada peringkat akhir, tanaman akuatik dicuci dengan air bersih semula sebelum dibuat pengredan dan pembungkusan.



Proses penuaian tumbuhan tenggelam.



Tumbuhan tenggelam yang dituai diikat sebanyak 500 pokok/ikat sebelum dibawa naik.



Tumbuhan *Egeria densa* yang baru dituai direndam di dalam air.



Bangsai mencuci di mana pokok dibersihkan sebelum dibawa naik untuk pembungkusan.



Pekerja sedang mencuci dan memilih pokok yang elok.

5.0 PEMBUNGKUSAN DAN PENGHANTARAN HASIL TANAMAN

Tumbuhan akuatik yang telah dituai dan dibersihkan akan dibungkus. Pembungkusan tumbuhan akuatik mempunyai beberapa kaedah iaitu secara tidak terikat (loose), dalam bakul (pot), jambak (bunch) dan substrat (tunggul kayu, batu, span hijau, tempurung kelapa dan lain-lain). Plastik yang berisi pokok akan dimasukkan ke dalam kotak yang telah dilapik dengan kertas suratkhobar dan plastik. Saiz kotak kira-kira 2 ½' x 2' x 1'. Kotak yang berisi pokok tadi kemudian diletakkan pelekat.

5.1 Kaedah Pembungkusan

1. Secara tidak terikat (loose): pokok dipotong sama panjang kira-kira 6" (berbeza ikut spesies) dan dibungkus mengikut bilangan tempahan. 500-1000 tangkai pokok/kotak.



Pokok *Egeria* yang dibungkus secara 'loose'.



2. Dalam bakul (pot): Sebanyak 5 hingga 10 tangkai pokok digulung dalam span dan dimasukkan ke dalam bakul kecil (seperti bakul hidroponik). 4-5 bakul diisi dalam satu plastik. 100 bakul pokok/kotak.

Pokok *Rotala* sp. yang dibungkus secara pot.

3. Jambak (bunch): Sepuluh tangkai pokok digulung dalam span dan diikat dengan pemberat seperti jaluran timah. 5 jambak diisi dalam satu plastik. 200 jambak pokok/kotak.



Pokok *Rotala* sp. yang dibungkus secara 'bunch'.



Pokok *Cryptocoryne* sp. yang dibungkus dalam beg plastik.

4. Substrat: tumbuhan diikat pada tunggul kayu, batu, span hjau, tempurung kelapa dan lain-lain. 1 - 10 sepuluh pokok dalam satu kotak (bergantung kepada saiz tunggul kayu)



Pokok Java moss yang diikat di atas batu.



Pekerja sedang membersihkan pokok *Microsorium* sp. yang diikat di atas tunggul.



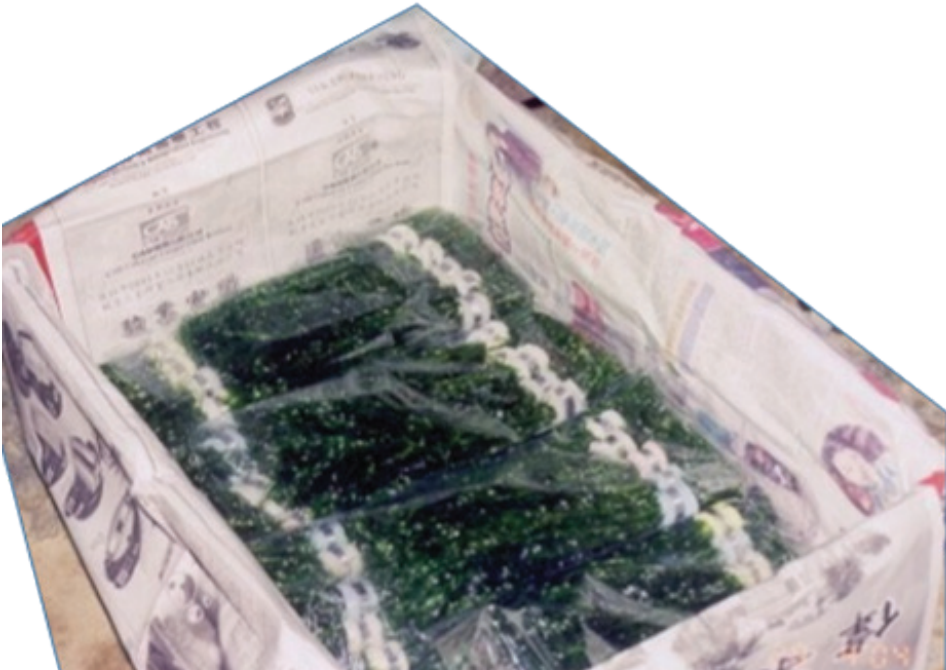
Pekerja sedang memilih dan mengikat tumbuhan akuatik.



Pekerja sedang mengikat pokok *Echinodorus* sp. secara 'bunch'.



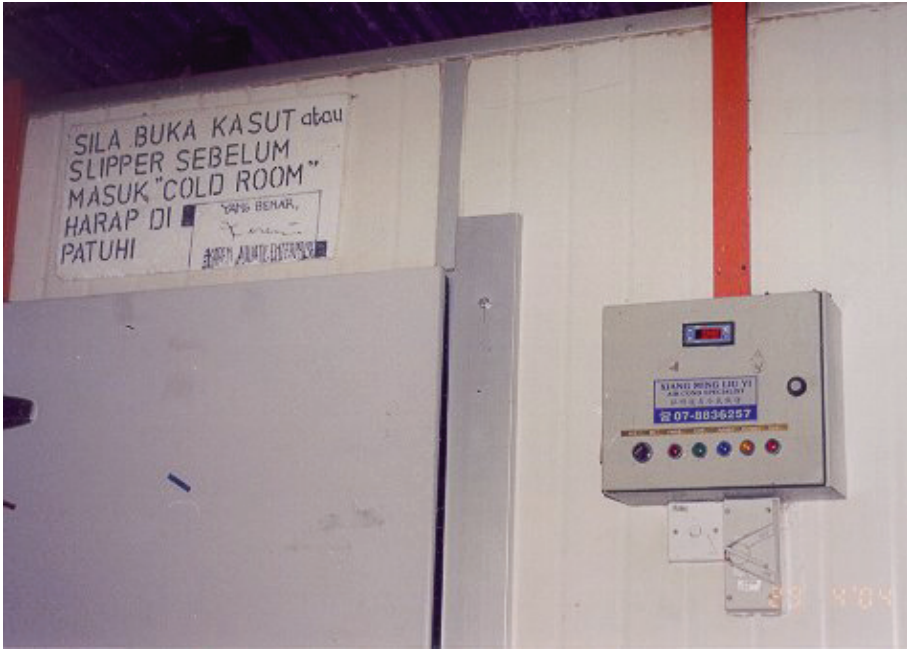
Pokok yang siap diikat dibersihkan sekali lagi sebelum dibungkus di dalam plastik.



Pokok yang siap dibungkus di dalam plastik dan dimasukkan ke dalam kotak.
Bahagian dalam kotak diletakkan surat khabar.



Kotak yang mengandungi pokok dan dilabel mengikut kod dan kuantiti.



Bilik sejuk untuk simpanan kotak-kotak tumbuhan akuatik.



Kotak-kotak tumbuhan akuatik yang disusun di dalam bilik sejuk sebelum dihantar kepada pelanggan.

6.0 JUALAN/ EKSPORT

Sebahagian besar tumbuhan akuatik yang dihasilkan dari Malaysia adalah untuk pasaran eksport. Tumbuhan akuatik yang hendak dieksport mestilah berkualiti tinggi dan bebas penyakit. Langkah-langkah yang perlu diambil sebelum penghantaran ke pembeli terutama untuk eksport melalui lapangan terbang adalah:

1. Kotak berisi tumbuhan hendaklah didinginkan di dalam bilik sejuk (suhu 9 – 10°C) semalaman bagi mengekalkan suhu rendah sepanjang perjalanan.
2. Pengangkutan barangan tumbuhan akuatik hendaklah menggunakan kenderaan berpendingin seperti lori berhawa dingin bagi memastikan kualiti tumbuhan akuatik yang dihantar dalam keadaan baik.
3. Setiap produk tumbuhan akuatik mestilah memperolehi sijil fitosanitari sebelum boleh dibuat penghantaran.

7.0 GLOSSARI

Istilah Bahasa Malaysia (Bahasa Ingeris)	Penerangan
Amfibia (<i>amphibia</i>)	Jenis binatang yang berdarah sejuk (seperti katak).
Angiosperma (<i>angiosperm</i>)	Pokok dari kumpulan besar yang mempunyai bunga dan menghasilkan biji yang tertutup di dalam carpel (organ pembiakan betina dari bunga, yang terdiri daripada ovari dan stigma) antaranya tanaman herba, pokok renek dan kebanyakan pokok.
Bencah (<i>wetland</i>)	Kawasan tanah yang luas ditutup dengan paya atau tanah lembap.
Beruas (<i>node</i>)	Tempat di mana daun dan batang bergabung pada pokok.
Berpendarfluor	Boleh memancarkan cahaya kerana menyerap sinaran dari sumber luaran, atau sesuatu yang berwarna-warni.
Bromeliads	Tumbuhan jenis tropika dan Amerika sub-tropika, biasanya mempunyai batang pendek dengan daun berbentuk roset dan berduri.
Berumpun (<i>rosette</i>).	Berbentuk jambak seperti bunga.
Diploid	Mempunyai dua set kromosom (struktur yang mengandungi corak kimia yang menentukan jenis tumbuhan atau haiwan tersebut), satu daripada jantan dan satu daripada betina.
Dikot (<i>dicot</i>)	Tumbuhan yang mempunyai dua kotiledon (bahagian daun di dalam biji).
Endemik (<i>endemic</i>)	Asli atau selalu terdapat pada tempat tertentu.
Estatik (<i>esthetics, aesthetics</i>)	Kajian kesenian secara formal terutama berkaitan kecantikan.
Eukariot (<i>eukaryote</i>)	Eukariot terdiri daripada pelbagai sel dengan fungsi dan ciri yang berbeza.
Explant	Sel, organ atau sebahagian tisu yang telah dipindahkan daripada haiwan atau tumbuhan ke medium nutrien.
Epidermis	Lapisan luar kulit yang nipis.
Flora	Semua jenis pokok yang terdapat di dalam kawasan atau jangka masa tertentu.
Fauna	Semua jenis haiwan yang terdapat di dalam kawasan atau jangka masa tertentu.

Fotosintesis (<i>photosynthesis</i>)	Proses di mana tumbuhan hijau dan beberapa organisma lain menggunakan tenaga daripada cahaya matahari untuk mensintesis nutrien daripada karbon dioksida dan air dan menghasilkan oksigen sebagai produk sampingan.
Fitosanitari (<i>phytosanitary</i>)	Berkaitan dengan kesihatan tumbuh-tumbuhan, terutamanya diperlukan semasa dalam perdagangan antarabangsa.
Gametofit (<i>Gametophyte</i>)	Semua kumpulan tumbuhan vaskular yang berevolusi menjadi semakin kecil dan menonjol dalam kitaran hidup. Gametofit bermula daripada spora haploid setelah proses meiosis.
Gymnosperma (<i>gymnosperm</i>)	Tumbuhan yang berada dalam kumpulan yang mempunyai biji yang tidak dilindungi oleh ovari atau buah, seperti konifer dan ginkgo.
Hidroponik (<i>hydroponics</i>)	Kaedah menanam tumbuhan di dalam air dan bukan di atas tanah, yang ditambahkan bahan kimia tertentu sebagai baja.
Hampas biji teh (<i>tea seed cake</i>)	Hampas setelah minyak diekstrak daripada biji tanaman tertentu dalam famili <i>Camellia</i> . Ia dimampatkan menjadi bentuk kek (serbuk juga tersedia) dan mengandungi saponin (toksin yang bertindak balas dalam darah), sesuai untuk banyak aplikasi.
Haploid	Mempunyai satu set kromosom (struktur yang mengandungi corak kimia yang menentukan jenis tumbuhan atau haiwan tersebut), yang berasal dari satu induk sahaja.
Liang stoma	Liang di lapisan luar daun atau batang tumbuhan yang membolehkan gas masuk dan keluar.
Invertebrata (<i>invertebrate</i>)	Haiwan yang tidak mempunyai tulang belakang (contohnya cacing atau serangga).
Klorin (<i>chlorine</i>)	Klorin biasanya digunakan sebagai antiseptik dan digunakan untuk merawat air domestik supaya selamat untuk diminum dan air kolam renang.
Kebuk laminar (<i>laminar air flow</i>)	Kabinet tertutup yang direka untuk mencegah pencemaran sampel biologi, atau sampel bahan yang sensitif. Udara ditarik melalui penapis HEPA dan ditiup dalam aliran laminar yang sangat lancar ke arah pengguna. Oleh kerana arah aliran udara, sampel dilindungi daripada pengguna tetapi pengguna tidak dilindungi daripada sampel.

Klon (<i>clone</i>)	Untuk menghasilkan salinan haiwan atau tumbuhan daripada satu sel haiwan atau tumbuhan tersebut.
Keratan tuber	Kawasan bengkakkan pada batang atau akar pokok, di mana makanan disimpan.
Kultur tisu (<i>tissue culture</i>)	Pertumbuhan sel tisu hidup di dalam media nutrien.
Kekerasan (<i>hardness</i>)	Fakta yang menunjukkan bahawa air tersebut mengandungi mineral yang tinggi. Kalsium dan magnesium adalah dua mineral yang paling biasa dikaitkan dengan kekerasan air.
Kotilidon (<i>cotyledon</i>)	Daun embrio yang terdapat pada pokok yang menghasilkan biji benih.
Monokot (<i>monocot</i>)	Pokok yang mempunyai satu kotilidon (sehelai daun di dalam biji benih).
Mikropropagasi (<i>micropropagation</i>)	Tindakan untuk menghasilkan pokok baru daripada pokok induk.
Manipulasi genetik	Kajian perwarisan ciri dan kualiti induk yang tertentu yang boleh diturunkan kepada kepada anak-anak mereka menerusi gen mereka
Paludarium	Paludarium adalah sejenis vivarium yang menggabungkan unsur darat dan akuatik.
Rizom (<i>rhizome</i>)	Batang tebal yang tumbuh secara mendatar di atas atau di bawah tanah. Ia mempunyai akar dan pucuk yang tumbuh darinya, sebagai batang akar.
Sukulen (<i>succulent</i>)	Tumbuhan akuatik mempunyai kandungan air yang tinggi di dalam batang dan daunnya. Juga mempunyai daun dan batang yang tebal.
Sklerenkima (<i>sclerenchyma</i>)	Tisu sokongan dalam tumbuhan.
<i>Sporophyte</i>	Organisma, terutamanya kulat atau bakteria, yang hidup pada bahan organik yang mati atau mereput.
Spora (<i>spore</i>)	Sel kecil seperti biji dari mana pakis dan jenis tanaman tidak berbunga lain.
<i>Sprinkler</i>	Sistem untuk semburan cecair.
Steril (<i>sterile</i>)	Keadaan di mana bahan adalah bebas daripada kuman menggunakan proses seperti mendidih atau autoklaf.

Tisu parenkima (<i>parenchyma tissue</i>)	Parenkima adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tisu berfungsi pada tumbuhan dan haiwan. Pada tumbuhan, parenkima merujuk kepada jenis tisu asas tertentu dengan dinding sel nipis yang mampu untuk tumbuh dan membahagi. Parenkima membentuk sebahagian besar sel di dalam daun, bunga, dan buah-buahan.
Terrarium	Sejenis konsep vivarium untuk haiwan darat yang lebih kecil, terutama reptilia, amfibia, atau invertebrata darat, biasanya dalam bentuk kotak kaca di bahagian hadapan.
Tridacna clams	Tridacna adalah genus kerang air masin yang besar di bawah subfamily Tridacninae, kerang gergasi.
Tumbuhan termuncul (<i>emergent</i>)	Tanaman yang tumbuh berakar di dalam air dengan batang yang kukuh berdiri di atas daripada permukaan air.
<i>Triple super phosphate</i> (TSP)	Campuran asid kalsium fosfat dan kalsium sulfat yang disediakan melalui rawatan batu fosfat dengan asid sulfurik, digunakan terutamanya sebagai baja.
Ultraviolet	Adalah sinaran elektromagnetik yang mempunyai jarak gelombang lebih pendek daripada hujung spektrum ungu yang dapat dilihat tetapi lebih panjang daripada sinar-X.
Vaskular	Berkaitan dengan tiub yang membawa cecair pada haiwan dan tumbuhan.
Vegetatif (tampang)	Pembiakan aseksual atau vegetatif. Pembiakan vegetatif biasanya berlaku melalui keratan atau pembentukan spora.
Varieti	Pembiakan seksual yang berfungsi untuk menghasilkan kepelbagaian genetik.
Vivarium	Bekas daripada jenis kaca di bahagian hadapan, di mana haiwan kecil, terutama reptilia kecil, dipelihara sebagai haiwan peliharaan.
Zooxanthellae	Dinoflagellat simbiotik berwarna coklat kekuningan yang terdapat dalam jumlah besar di dalam sitoplasma banyak invertebrata laut. Dinoflagellat adalah organisma bersel tunggal dengan dua flagela, terdapat dalam jumlah besar pada plankton air marin dan juga terdapat di air tawar. Sebahagiannya boleh menghasilkan racun yang dapat terkumpul dalam kerangan, yang mengakibatkan keracunan apabila dimakan.

8.0 RUJUKAN

Amano, T. (1997). *Nature Aquarium World*. TFH Publications.

Brunner, G. (1966). *Aquarium Plants*. Von Nostrand.

Cook, C. D., Gut, B. J., Rix, E. M., & Schneller, J. (1974). *Water plants of the world: a manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes*. Springer Science & Business Media.

Han, E. T. (2002). The aquarium plant handbook. *Oriental Aquarium (S) Pte Ltd, Singapore*.

Perangkaan Perikanan Tahunan 2010. Annual Fisheries Statistic 2010. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <https://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/105>

Perangkaan Perikanan Tahunan 2011. Annual Fisheries Statistic 2011. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <https://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/104>

Perangkaan Perikanan Tahunan 2012. Annual Fisheries Statistic 2012. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <https://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/83>

Perangkaan Perikanan Tahunan 2013. Annual Fisheries Statistic 2013. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <http://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/1948>

Perangkaan Perikanan Tahunan 2014. Annual Fisheries Statistic 2014. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <http://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/2600>

Perangkaan Perikanan Tahunan 2015. Annual Fisheries Statistic 2015. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <http://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/3073>

Perangkaan Perikanan Tahunan 2016. Annual Fisheries Statistic 2016. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <http://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/3049>

Perangkaan Perikanan Tahunan 2017. Annual Fisheries Statistic 2017. Jabatan Perikanan Malaysia, Kementerian Pertanian Dan Industri Asas Tani, Putrajaya. <https://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/3343>

Rataj, K., & Horeman, T. J. (1977). *Aquarium plants: their identification, cultivation and ecology*. Tfh Publications Incorporated.

Stodola, J. (1967). Encyclopedia of water plants. 368 pp. *Jersey City. New Jersey*.





INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN (FRI)

11960 Batu Maung, Pulau Pinang

Tel: (604)-626 3925/26 | Faks: (604)-626 2210

ISBN 978-967-18365-1-4



9 789671 836514