

**KEUPAYAAN MEMBUAT KERTAS DARIPADA KELADI
BUNTING *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms**

ANETTE ANAK MAMAT

**DISERTASIINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

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

April 2005



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL : KEUPAYAAN MEMBUAT KERTAS DARIPADA KELADI BUNTING *Eichhornia crassipes*
(Mart) Solms

IJAZAH : SARJANA MUDA

SESI PENGAJIAN : 2001/2002

Saya ANETTE ANAK MAMAT mengaku membenarkan tesis Sarjana ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut :

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TEHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat tetap : 140 TAMAN SIANG
 95000 SRI AMAN
 SARAWAK

Tarikh : 21 JULAI 2005

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Nama penyelia : Cik Chee Fong Tyng

Tarikh : 3/08/05

CATATAN : ** Jika tesis ini SULIT atau Terhad, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

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

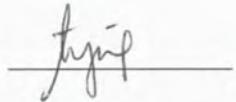


PERAKUAN PEMERIKSA**DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

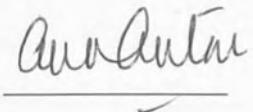
PENYELIA

(CIK CHEE FONG TYNG)



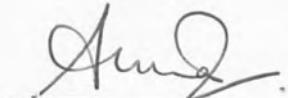
PEMERIKSA 1

(PROF. DATIN DR. ANN ANTON)



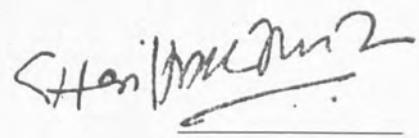
PEMERIKSA 2

(PN. ANNA WONG)



DEKAN

(PROF MADYA DR. AMRAN AHMED)



PENGHARGAAN

Dalam kenangan adik saya Erwin Mamat, semoga rohnya diberkati oleh Tuhan.

Saya ingin berterima kasih kepada Tuhan. Terima kasih diucapkan kepada penyelia saya, Cik Chee Fong Tyng. Terima kasih diucapkan juga kepada Encik Awang dan Encik Rizan daripada Sekolah Perhutanan Tropika Antarangsa.

Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada para pensyarah yang telah banyak membantu saya dalam membuat disertasi ini. Saya juga mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada ibu bapa saya. Encik Mamat dan Puan Janeki dan ahli keluarga saya yang sentiasa memberikan dorongan dan sokongan sepanjang pembuatan disertasi ini. Jasa mereka semua tidak mungkin saya lupakan.

Kepada rakan-rakan yang banyak membantu dan memberi sokongan kepada saya, terima kasih saya ucapkan. Jasa mereka semua tidak mungkin saya lupakan.



ABSTRAK

Tumbuhan keladi bunting berasal daripada Amerika Selatan adalah tumbuhan akuatik yang banyak mendatangkan masalah kepada manusia dan ekosistem. Ia tumbuh dengan cepat di dalam air tawar dan telah menjadi masalah kepada banyak negara kerana kehadirannya mengganggu kawasan air tawar dan ia susah dihapuskan. Permintaan terhadap pulpa dan kertas semakin meningkat akibat pertambahan populasi manusia dan peningkatan teknologi yang pesat. Ini menyebabkan sumber bahan mentah seperti pokok kayu untuk menghasilkan kertas semakin berkurangan. Tumbuhan bukan kayu banyak dikaji untuk menghasilkan kertas sebagai sumber serat lain selain tumbuhan berkayu. Dalam kajian ini, keupayaan keladi bunting (*Eichhornia crassipes sp.*) untuk membuat pulpa dan kertas telah dikaji. Kaedah mempulpa secara Soda telah digunakan. Keladi bunting kering dimasak dalam campuran Soda selama tiga puluh minit pada suhu 100°C. Nisbah campuran NaOH dan air suling adalah sebanyak 1:5. Pulpa yang telah dimasak dalam campuran ini dibasuh dengan air yang banyak sebelum dikisar. Pulpa kemudiannya dikisar pada tiga masa pengisaran berlainan iaitu sifar minit (tanpa kisaran), lima minit dan sepuluh minit. Masa pengisaran yang berlainan memberikan ciri-ciri kertas yang berlainan. Hasil pulpa yang diperolehi adalah sebanyak 17.82%. Kertas yang terhasil daripada ketiga-tiga jenis pulpa berlainan ini dinilai menggunakan piawaian ISO dimana daya koyakan, daya ledakan, daya tegangan dan ketebalan kertas dinilai. Pulpa yang dikisar pada masa lima minit memberikan ciri-ciri kertas yang lebih baik berbanding dengan pulpa yang dikisar pada masa sifar minit (tanpa kisaran) dan sepuluh minit. Tumbuhan keladi bunting boleh dijadikan kertas tetapi ia memberikan kuantiti hasil kertas yang rendah.

ABSTRACT

Water hyacinth is an aquatic plant which originates from South America. It has caused many problems to humans and the ecosystem. It grows fast in fresh water and has became problems to many countries where it distracts water bodies and is difficult to eradicate. The demand for pulp and paper is increasing with the increase of the human population and technology. This has resulted in the lacking of wood fibers to produce paper. Non woody plants have been studied to produce pulp for paper to replace wood fibers. In this study, the ability of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* sp.) to produce pulp and paper was assessed. Soda pulping was used. Water hyacinth was cooked in Soda mixture in thirty minutes at 100°C. The ratio of the chemical to distilled water used is 1:5. The cooked pulp was then washed with plenty of water before blending. Pulp was then blended at three different time which is at zero minute (without blending), five minutes and ten minutes. Different time range produces different pulp characteristic. The pulp yield is 17.82%. The paper produced from the three different blending time was evaluated using ISO standards to determine tearing strength, bursting strength, tensile strength and thickness. Pulp blended in five minutes gave better paper characteristics compared to paper without blending and ten minutes blending. Water hyacinth is able to produce paper but in a low yield.

KANDUNGAN

Halaman

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PENGAKUAN | ii |
| PERAKUAN PEMERIKSA | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| KANDUNGAN | vii |
| SENARAI JADUAL | x |
| SENARAI RAJAH | xi |
| SENARAI SINGKATAN | xii |
| SENARAI SIMBOL | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1 Pengenalan | 1 |
| 1.2 Latar belakang kajian | 3 |
| 1.3 Objektif kajian | 6 |
| BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN | |
| 2.1 Pengenalan | 7 |
| 2.2 Sistematik | 8 |
| 2.3 Morfologi | 9 |
| 2.4 Ciri-ciri keladi bunting | 10 |
| 2.5 Impak keladi bunting terhadap aktiviti ekonomi dan alam sekitar | 11 |
| 2.6 Kaedah kawalan | 15 |
| 2.6.1 Kawalan biologi | 17 |



| | | |
|-------|--|----|
| 2.6.2 | Kawalan kimia | 18 |
| 2.6.3 | Kawalan fizikal | 18 |
| 2.7 | Keladi bunting dalam pembuatan kertas | 19 |
| 2.8 | Pengkelasan ISO | 23 |
| 2.9 | Kegunaan keladi bunting dalam industri, penternakan dan pertanian | 24 |
| 2.10 | Pulpa kimia | 28 |
| 2.11 | Penghasilan pulpa daripada serat | 28 |
| 2.12 | Penghasilan kertas daripada pulpa | 30 |

BAB 3 METODOLOGI

| | | |
|-----|----------------------------|----|
| 3.1 | Penyediaan bahan mentah | 31 |
| 3.2 | Proses mempulpa | 32 |
| 3.3 | Proses pembersihan | 32 |
| 3.4 | Proses mengisar | 33 |
| 3.5 | Proses membuat kertas | 33 |
| 3.6 | Penilaian ciri-ciri kertas | 34 |
| 3.7 | Analisis statistik | 34 |

BAB 4 KEPUTUSAN

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Kandungan lembapan dalam keladi bunting | 35 |
| 4.2 | Hasil pulpa daripada keladi bunting | 36 |
| 4.3 | Penentuan ciri-ciri kertas makmal | 37 |
| 4.4 | Daya tegangan (N) | 38 |
| 4.5 | Daya koyakan (mN) | 39 |
| 4.6 | Daya ledakan (kPa) | 40 |
| 4.7 | Ketebalan (mm) | 41 |



BAB 5 PERBINCANGAN

| | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Hasil pulpa | 42 |
| 5.2 | Kesan kisaran terhadap ciri-ciri serat | 42 |
| 5.3 | Pembentukan kertas makmal | 43 |
| 5.4 | Daya tegangan (N) | 43 |
| 5.5 | Daya koyakan (mN) | 44 |
| 5.6 | Daya ledakan (kPa) | 44 |
| 5.7 | Ketebalan (mm) | 45 |

BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN

| | | |
|-----|------------|----|
| 6.1 | Kesimpulan | 46 |
| 6.2 | Cadangan | 47 |

| | |
|---------|----|
| RUJUKAN | 49 |
|---------|----|

LAMPIRAN

| | |
|------------|---|
| Lampiran A | Senarai parameter ujian, peralatan dan kaedah piawaian ujian ISO bagi ujian-ujian kertas makmal |
| Lampiran B | Kiraan kandungan lembapan dalam pulpa dan jumlah jisim pulpa kering yang terhasil |
| Lampiran C | Purata untuk ciri-ciri sampel kertas makmal |
| Lampiran D | Analisis ANOVA untuk daya tegangan, daya koyakan, daya ledakan dan ketebalan |
| Lampiran E | Sampel kertas daripada keladi bunting pada ketiga-tiga masa kisaran |
| Lampiran F | Senarai foto |



SENARAI JADUAL

| No. Jadual | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Komposisi tisu keladi bunting menurut Gopal (1987) | 22 |
| 4.1 Hasil pulpa dari lapan masakan | 36 |
| 4.2 Ciri-ciri kertas makmal terhadap pukulan masa 0 minit, 5 minit dan 10 minit | 37 |



SENARAI RAJAH

| No. Rajah | Halaman |
|---|---------|
| 4.1 Daya tegangan pada masa kisaran berlainan | 38 |
| 4.2 Daya koyakan pada masa kisaran berlainan | 39 |
| 4.3 Daya ledakan pada masa pukulan berlainan | 40 |
| 4.4 Ketebalan pada masa kisaran berlainan | 41 |



SENARAI SINGKATAN

ISO International Standard of Organization

MC moisture content

NaOH natrium hidroksida



SENARAI SIMBOL

| | |
|----------------|------------------------------|
| % | peratus |
| cm | sentimeter |
| mm | millimeter |
| m ² | meter persegi |
| m ³ | meter padu |
| g | gram |
| N | newton |
| kPa | kilo pascal |
| mN | mini newton |
| gsm | <i>grammage square metre</i> |
| °C | darjah selsius |



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Tumbuhan keladi bunting (*Eichhornia crassipes* sp.) berasal daripada basin Amazon dan telah diperkenalkan sebagai tumbuhan perhiasan di kolam-kolam taman kerana kecantikannya. Keladi bunting adalah sejenis tumbuhan akuatik yang banyak mendarangkan masalah kepada manusia dan ekosistem. Di Malaysia, tumbuhan ini juga dikenali dengan nama lain seperti bunga jamban dan kemeling telur.

Keladi bunting telah tumbuh di banyak negara di seluruh dunia dan kini boleh didapati di semua benua. Penyebarannya di serata dunia kini melebihi 100 tahun. Ia sesuai tumbuh di kawasan yang beriklim tropika dan sub tropika (Gopal, 1987). Walaubagaimanapun, kehadiran keladi bunting telah menjadi masalah besar di beberapa buah negara di dunia, seperti Amerika Syarikat, Amerika Selatan, Afrika, Asia dan Australia.

Kadar penggandaan tumbuhan ini sangat cepat iaitu ia mampu mengganda saiz dan kuantitinya setiap lima ke lima belas hari (Simmons, 1997). Ia mampu menyebar di kawasan yang luas pada jangka masa yang pendek. Ia juga tumbuh di air tercemar,

mempunyai kapasiti biji yang luas dan boleh hidup sehingga dua puluh tahun (Simmons, 1997).

Ini menyebabkan berbagai masalah kepada sumber air. Keladi bunting yang tumbuh akan menutupi permukaan air. Ini akan mengurangkan penembusan cahaya ke dalam air dan jumlah oksigen dalam air, mengubah kimia air, memberikan kesan terhadap flora dan fauna dan mendatangkan masalah kepada manusia dalam pengurusan sumber air.

Sebanyak 5% kertas dunia dibuat daripada tumbuhan-tumbuhan tahunan seperti fleks, kapas, hampas tebu, esparto, sisal, daun pisang dan spesies eksotik lain (Van Roekel, 1994). Permintaan yang tinggi terhadap kertas dan produknya telah menyebabkan penebangan hutan di negara-negara membangun berleluasa. Walaubagaimanapun, terdapat banyak jenis tumbuhan bukan kayu yang boleh digunakan untuk membuat pulpa dan kertas.

United Nations Food and Agricultural Organization (FAO) telah mencatatkan bahawa penghasilan kertas pada tahun 1913 adalah sebanyak 14 juta tan (Atchison, 1995). Pada tahun 1950-an pula ia telah berganda dan hasil pada tahun 1988 adalah berjumlah 226 juta tan. Adalah dijangkakan bahawa menjelang tahun 2010, permintaan terhadap pulpa dan kertas akan mencecah 620 juta tan (Atchison, 1995). Untuk memenuhi keperluan ini, para penyelidik perlu mencari suatu sumber baru untuk menghasilkan kertas dan tidak bergantung kepada pokok kayu keras.

Keladi bunting mempunyai tisu yang berserat, mengandungi kandungan tenaga dan protein yang tinggi (United Nations, 1968). Ini menyebabkannya berpotensi untuk berbagai jenis aplikasi. Terdapat beberapa kegunaan yang mungkin daripada keladi bunting dimana sesetengahnya masih berada di tahap permulaan ataupun idea. Ahli botani, saintis, jurutera, ahli kimia dan ahli pertanian semuanya telah menyumbang dalam pemahaman dan pengurusan keladi bunting. Kedua-dua kaedah kawalan dan penggunaan tumbuhan ini kini telah dikomersilkan.

Keladi bunting telah menjadi subjek beberapa buah persidangan antarabangsa selain daripada seminar nasional dan wilayah. *Commonwealth Science Council* dan *United Nations Environment Programme* telah bekerjasama untuk projek antarabangsa yang melibatkan 10 buah negara dimana mereka menfokus kepada kajian tentang pengurusan rumpai dengan penekanan terhadap penggunaan keladi bunting.

1.2 Latar belakang kajian

Peningkatan populasi manusia dan ekonomi dunia telah menyebabkan permintaan terhadap kertas dan produknya semakin meningkat dan ini telah meningkatkan harga pulpa dan kertas. Walaubagaimanapun, bekalan bahan mentah untuk kertas adalah terhad, jadi adalah penting untuk mencari sumber lain selain daripada pokok kayu keras sebagai sumber bahan mentah untuk pembuatan kertas.

Rumpai dikenali sebagai tumbuhan yang tidak berguna atau lebih sesuai didefinisikan sebagai tumbuhan yang belum diketahui kegunaannya

(United Nations, 1968). Banyak penyelidikan dan kajian perlu dilakukan untuk memanfaatkan tumbuhan ini. Pembuatan kertas menggunakan tumbuhan-tumbuhan rumpai adalah satu cadangan.

Semenjak tahun 1920-an terdapat cadangan membuat kertas daripada keladi bunting (Gopal, 1987). Keladi bunting mempunyai potensi dalam pembuatan kertas. Ini adalah kerana keladi bunting memenuhi ciri-ciri sumber bahan mentah kertas yang baik iaitu boleh didapati dalam jumlah yang banyak, boleh didapati sepanjang tahun, murah, boleh disimpan dan juga menggunakan kos pengangkutan yang rendah (Ippta, 1970).

Bekalan keladi bunting sentiasa banyak. Ini adalah kerana awalan keladi bunting seperti penggunaan agen biologi, bahan kimia dan juga kawalan fizikal adalah tidak cukup berkesan kerana keladi bunting senang tumbuh dan mampu bertahan dalam keadaan ekstrim.

Keladi bunting boleh dijadikan sumber ekonomi negara. Industri membuat kertas secara kecil-kecilan di kawasan luar bandar, memberi peluang pekerjaan kepada penduduk dan ia juga membawa manfaat kepada penduduk setempat. Contohnya, habitat yang dahulunya berada dalam keadaan yang bermasalah boleh dipulihkan. Adalah merugikan dan membazir jika tumbuhan ini ditebas dan dibakar begitu sahaja malah ia menggunakan kos yang banyak dan tidak mendapat pulangan setimpal terhadap belanja yang telah dikeluarkan. Oleh itu, ramai golongan penyelidik yang berpendapat bahawa keladi bunting hendaklah digunakan dan dimanfaatkan, bukan hanya memusnahkannya.

Setakat ini terdapat beberapa kegunaan keladi bunting dimana ia digunakan sebagai sumber biogas, barangang kraftangan dan juga kertas. Mana-mana tumbuhan aquatik lain, perlu dikaji secara mendalam untuk melihat sama ada keupayaannya adalah cukup tinggi untuk dimanfaatkan. Tumbuhan seperti ini mampu menjadi bahaya dan ia patut dimusnahkan. Pengawalannya perlu diketahui, dan penyebarannya ke kawasan yang belum dijangkiti haruslah dielakkan (United Nations, 1968).

Walaupun Malaysia belum lagi mengalami masalah serius yang disebabkan oleh tumbuhan keladi bunting ini, kita tidak patut memandang remeh akan keupayaan tumbuhan ini untuk mendatangkan masalah yang sama seperti yang berlaku di negara lain. Di samping memenuhi permintaan yang sentiasa meningkat terhadap kertas dan produknya, Malaysia patut meningkatkan industri kertas di negara ini untuk menangani masalah yang disebabkan oleh keladi bunting.

Banyak kajian perlu dilakukan untuk mengkaji keupayaan keladi bunting dalam industri pulpa dan kertas. Tumbuhan ini mampu dikomersilkan dan dibekalkan untuk kilang pembuatan kertas dan papan untuk mengurangkan penebangan pokok, pemusnahan hutan, dan pencemaran.



1.3 Objektif kajian

1. Menghasilkan pulpa dan kertas daripada menggunakan batang dan daun keladi bunting.
2. Menentukan ciri-ciri kertas yang terhasil berdasarkan daya tegangan, daya ledakan, daya koyakan dan ketebalan daripada keladi bunting.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan

Amazonia adalah basin kepada sungai terbesar dunia iaitu sungai Amazon. Dengan hutan hujan tropikanya yang kaya dengan flora dan fauna, ia adalah kawasan yang unik di dunia. Ia merupakan pusat evolusi berbagai tumbuhan dan haiwan dan telah menarik banyak ahli sains, pengeksplorasi, dan juga penduduk (Gopal, 1987).

Tumbuhan keladi bunting (*Eichhornia crassipes* sp.) berasal daripada basin Amazon dan telah diperkenalkan sebagai tumbuhan perhiasan kolam kerana kecantikannya. Menjelang penghujung abad kesembilan belas, tumbuhan ini telah dibawa ke taman-taman botani di bahagian lain dunia, di sana ia kemudian telah terlepas ke kawasan air terbuka dan setelah beberapa tahun telah menyebabkan masalah serius kepada manusia dalam penggunaan sumber air (Gopal, 1987). Ia kemudiannya telah diumumkan sebagai tumbuhan menyusahkan dan berbagai cara telah dilakukan untuk memusnahkannya. Hari ini, keladi bunting tumbuh dengan bebas di permukaan air di lebih daripada lima puluh buah negara di serata dunia.



Tumbuhan keladi bunting tumbuh dalam habitat air tawar seperti air cetek dalam kolam, air yang mengalir perlahan, kawasan paya, tasik-tasik besar, takungan dan juga sungai-sungai (Gopal, 1987). Dalam badan air sementara, tumbuhan ini terpaksa hidup dalam lumpur lembab untuk jangka masa tertentu ataupun kekal dalam bentuk biji (Gopal, 1987). Biji keladi bunting boleh kekal dorman dan menjadi aktif semula setelah jangka masa yang panjang.

2.2 Sistematik

Genus *Eichhornia* telah diterbitkan oleh C. S. Kunth, seorang ahli botani German dalam tahun 1842. Keladi bunting, bersama-sama species lain *Pontederia* telah dikelaskan empat tahun setelah dijumpai dalam famili monokotiledon Pontederiaceae. Hari ini famili Pontederia terdiri daripada sembilan genera dan 35 spesies yang semuanya dijumpai dalam habitat air tawar di kebanyakkannya kawasan beriklim panas dunia (Gopal, 1987).

Nama biasa: Keladi bunting

Nama saintifik: *Eichhornia crassipes*

Klasifikasi: *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

Divisi: Magnoliophyta

Kelas: Liliopsida Order: Liliades

Famili: Pontederiaceae

Antara ciri-ciri Pontederiaceae adalah ianya tumbuh di kawasan air tawar. Ia tumbuh dalam air dan juga terapung dan tumbuh secara tahunan ataupun kekal. Akarnya

berpigmen, batangnya keras, samada mempunyai rizom ataupun stolon. Ia adalah tumbuhan yang boleh terapung ataupun tenggelam, dan mempunyai batang berspan, mempunyai rerambut tetapi hanya pada bahagian pembiakan. Dedaunnya pula biasanya berselang-seli. Ia akan terbahagi kepada petiol pada batang atau dasar.

2.3 Morfologi

Dedaun tumbuhan keladi bunting adalah panjang dan tumbuh secara berasingan daripada dedaun lain. Ia mempunyai petiol yang seakan-akan bengkakan yang memastikan bahawa bijinya akan terapung daripada di kawasan air terbuka.

Saiz tumbuhan ini berbeza-beza. Anak benih mempunyai daun bersaiz beberapa sentimeter manakala panjang tumbuhan yang tumbuh dalam nutrien yang cukup boleh mencapai ketinggian sehingga satu meter. Saiz tumbuhan boleh berbeza daripada beberapa inci sehingga meter. Purata saiz adalah lebih kurang 40 cm.

Infloresennya mempunyai 6-10 bunga yang setiap satunya berdiameter 4-7 cm. Batang dan daunnya mempunyai tisu yang dipenuhi udara yang memberikan tumbuhan keupayaan mengapung. Pembiasaan vegetasi adalah aseksual dan adalah sangat cepat dalam keadaan sesuai. Tumbuhan yang matang terdiri daripada akar yang panjang, rizom, stolon, daun, infloresen dan kelompok buah (Gopal, 1987).

Sistem tumbuhan ini adalah terdiri daripada batang individu yang setiap satunya di mana terdapat sehingga 10 helai daun yang tersusun secara berselang-seli dan dipisahkan oleh internod yang pendek. Apabila batang lain tumbuh, dedaun yang

lebih tua akan mati dan meninggalkan batang yang tiada daun. Ini menyebabkan kesemua batang tumbuhan itu tenggelam dan mati.

Dedaun terdiri daripada petiol dan dayung. Dasar petiol terletak dalam stipul yang boleh mencecah enam cm panjang. Akar terbentuk pada dasar setiap daun dan membentuk lapisan tumpat biasanya 20-60 cm panjang. Akar boleh mencapai berat sehingga 50% berat keseluruhan tumbuhan. Richards (1982) telah mengkaji kuntum aksilari. Kuntum aksilari membentuk stolon yang tumbuh 10-50 cm sebelum menghasilkan anak tumbuhan. Populasi banyak antara batang-batang yang berhubung, tetapi stolon akan mati.

2.4 Ciri-ciri keladi bunting

Keladi bunting adalah tumbuhan akuatik yang tumbuh dan membiak secara bebas di atas permukaan air tawar dan boleh terpacak dalam tanah. Ia tumbuh secara vegetatif dan melalui biji. Biji keladi bunting mampu menjadi dorman.

Faktor-faktor seperti agen polinasi, suhu, kebolehan pollen untuk hidup, halangan genetik seperti ketidaksesuaian sesama sendiri adalah faktor yang mempengaruhi germinasi (Gopal, 1987). Perbezaan juga telah ditunjukkan antara banyak populasi keladi bunting. Pertumbuhan vegetatif secara umunya sangat cepat dan ini bergantung kepada keadaan sesuai dimana suhu hendaklah sesuai iaitu suhu tinggi dan adanya nutrien.

Tumbuhan ini tumbuh dalam suhu di antara 1°C di kawasan yang sejuk dan melebihi 40°C semasa suhu panas di kawasan tropika (Gopal, 1987). Ia mempunyai cara adaptasi yang istimewa dimana ia mampu tumbuh dan tersebar dengan cepat di air tawar. Ia mampu menahan kekurangan nutrien, tahap pH, suhu dan juga tumbuh di air bertoksin (Columbia University Project, 2003). Ia tumbuh dengan baik di dalam air yang tenang, atau mengalir perlahan. Satu tumbuhan boleh menghasilkan 3000 tumbuhan dalam 50 hari dalam keadaan yang ideal dan menutupi kawasan seluas 600 meter persegi dalam setahun (Columbia University Project, 2003).

2.5 Impak keladi bunting terhadap aktiviti ekonomi dan alam sekitar

Keladi bunting menyebabkan berbagai jenis masalah apabila kadar pertumbuhannya menutupi kawasan permukaan air tawar. Antara masalah yang telah disebabkan oleh tumbuhan ini adalah sekatan dalam sistem pengairan, perparitan, kuasa hidro, bekalan air, terowong air dan sungai. Ia juga meningkatkan sejatan air dan menyebabkan masalah dalam penangkapan ikan. Kawasan yang banyak keladi bunting merupakan mikro habitat untuk vektor penyakit. Selain itu ia juga menyebabkan masalah praktikal kepada pengangkutan air, kuasa hidro dan sistem pengairan (Simmons, 1997). Ia mengganggu sistem perparitan, hidro, pengangkutan, sumber ikan, sumber air, perlancongan, sukan air dan sebagainya. Ia menyebabkan sungai, tasik dan kolam dipenuhi oleh keladi bunting. Justeru sumber ekonomi terganggu.

Kadar proliferasi keladi bunting pada keadaan sesuai adalah sungguh cepat dan menyebabkan pelbagai masalah. Ia tumbuh seperti lapisan tikar dan menyebabkan kandungan cahaya oksigen berkurangan dalam air, perubahan kimia air, dan juga

RUJUKAN

- Akhtar, M., Scott, G. M., Swaney, R. E., dan Kirk, T. K., 1998. Enzyme applications for fiber processing. *Washington American Chemical Society* **687**, 15-27.
- Atchison, J. E., 1995. Nonwood fiber could play major role in the US papermaking furnishes. *Pulp and Paper* **67**, 125-131.
- Azam, M. A., 1942. Utilisation of water hyacinth in the manufacture of paper and pressed boards. *Science Cult.* **6**, 656-661.
- Brandon, C.E., 1980. Properties of paper. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. John Wiley and Sons, Inc.
- Chatterjee, I., dan Hye, A., 1938. Can water hyacinth be used as a cattle feed. *Agriculture and Livestock in India* **8**, 547-553.
- Columbia University Project, 2003. Introduced species summary project water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). <http://www.columbia.edu>
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 1952. The Wealth of India. New Delhi. **3**, 130-134
- Day, F. W. F., 1918. The waterhyacinth as a source of potash. *Agriculture Bulletin* **6**, 309-314.
- DeBusk, T. A., Ryther, J. H., dan Williams, L. D., 1983. Evapotranspiration of *Eichhornia crassipes* and *Lemna minor* in Central Florida: Relation to canopy structure and season. *Aquatic Botany* **16**(1), 31-39.
- De Casabianca, M. L., 1995. Large scale production of *Eichhornia crassipes* on paper industry effluent. *Bioresource Technology* **54**(1), 35-38.

- Ghosh, S. R., Goswami, T., Nambiar M. K. C., Chaliha , B. P. and Baruah, J. N., 1984. Investigation on water hyacinth for making water hyacinth cement boards. Water Hyacinth UNEP, Nairobi 461-471.
- Gloor, A. M., and Gloor, R. P., 1950. Water hyacinth for paper making. *Australian Patent* 138, 426.
- Gopal, B., 1987. Water hyacinth, *Aquatic Plant Studies Series*. Elsevier.
- Haider, Dr. S. Z., 1985. A pest with great promise (Chemistry of water hyacinth). *Science Age* **3**, 21 – 27.
- Harley, L. S., Julien, M. H., dan Wright, A. D., 1996. Water hyacinth: A tropical wide problem and methods for its control. *Proceedings of the 2nd International Weed Control Congress*, Copenhagen, 639-644.
- Herfjord, T., Osthagen, H. and Saelthun, N. R., 1994. The water hyacinth. Norwegian water resources and energy administration. *Oslo* **1**, 39-.
- Ippa, 1970. Utilisation of bagasse for paper making. *7*, 215-222.
- Nolan, W. J., dan Kirmse, D. W., 1974. The papermaking properties of water hyacinth. *Hyacinth Control Journal* **12**, 90-97.
- O' Hara, J., 1967. Invertebrates found in the water hyacinth mats. *Journal of the Florida Academy of Science* **30**, 73-80.
- Peh, T. B. 1977. Laboratory assessment of pulping potential of some Malaysian tropical hardwoods. Cherla B. Sastry, Srivastava, P. B. L. & Abd. Manapahmad (ed.). *A new era in Malaysian forestry*. Malaysia: Universiti Pertanian Malaysia, 259-266.

- Pirie, N. W., 1967. The present position of research on the use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Handbook of Utilisation of Aquatic Plants*. Food and Agricultural Organization of the United Nations 1968, 7-8
- Polunin, I., 1987. Plants and flowers of Singapore. Times Editions.
- Rao, R., 2001. Noxious pest can become useful resource. India Times, India.
- Richards, J. H., 1982. Developmental potential of axillary buds of water hyacinth. *American Journal of Botany* **69**, 615-622.
- Simmons, A. M., 1997. Strangling Africa's Regal Lake. The Los Angeles Times. Los Angeles, California.
- Singhal, V., dan Rai, J. P. N., 2002. Biogas production from water hyacinth and channel grass used for phytoremediation of industrial effluents. *Bioresource Technology* **86**, 221-225.
- Sinkala, T., Enala, T. M., dan Mwala, M., 2002. Control of aquatic weeds through pollutant reduction and weed utilisation : a weed management approach in the lower Kafue River of Zambia. *Physics and Chemistry of the Earth* **27**, 983-991.
- Smook, G. A., 1989. Handbook for pulp and paper technologists. TAPPI Press, Atlanta.
- United Nations, 1968. Handbook of utilisation of aquatic plants. Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Van Roekel, G. J., 1994. Hemp pulp and paper production. *Journal of the International Hemp Association* **1**, 12-14.
- Watson, E. F., 1947. The utilisation of water hyacinth. *Indian Farming* **8**, 29-30.
- Yaduraju, N. T., and Mani, V. S., 1979. The water hyacinth has its uses. *Science Today, October*, 51-54.