



**UTM**  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

# KEPELBAGAIAN MIKROALGA SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITI AIR SUNGAI



# MODUL PRIHATIN DENAI SUNGAI MALAYSIA



**unesco**  
Malaysia Intergovernmental  
Hydrological Programme



**SUSTAINABLE  
Campus**  
**Lestari**  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

<https://sustainable.utm.my/>



# **MODUL PRIHATIN DENAI SUNGAI MALAYSIA**

**KEPELBAGAIAN MIKROALGA SEBAGAI BIOINDIKATOR  
KUALITI AIR SUNGAI**

**MOHD FARIZAL AHMAD KAMARODDIN**

2021

Edisi Pertama 2021

Hak cipta terpelihara. Tiada dibenarkan mengeluarkan mana-mana bahagian artikel, ilustrasi, dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan cara apa jua sama ada dengan cara elektronik, fotokopi, mekanik, atau cara lain sebelum mendapat izin bertulis daripada UNESCO IHP Malaysia dan Universiti Teknologi Malaysia, UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia.

**MOHD FARIZAL AHMAD KAMARODDIN, MOHD HELMI SANI, NORAHIM  
IBRAHIM, AIMI ALINA HUSSIN, NUR FAKHIRA MOHD ASRI  
MODUL KEPELBAGAIAN MIKROALGA SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITI AIR  
SUNGAI**

Termasuk indeks

ISBN 978-967-19987-5-5

Penyunting: Mohd Farizal Ahmad Kamaroddin, Mohd Helmi Sani, Norahim Ibrahim, Aimi Alina Hussin, Nur Fakhira Mohd Asri, Shamsul Sarip, Tan Hooi Luang, Zainal Affandi Zainal Abidin

Pereka Kulit: Muhamad Hairulnizam bin Ishak

Diterbitkan di Malaysia oleh  
Pejabat Pelestarian Kampus  
Universiti Teknologi Malaysia  
81310 Johor Bahru  
Johor  
Malaysia

Tel: +60(0)7 5533151 / 33152 / 33155  
Laman Web: <https://sustainable.utm.my/>

Dicetak di Malaysia oleh  
UNESCO-IHP Malaysia,  
Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi,  
JPS Malaysia.

**Penulis :**

Mohd Farizal Ahmad Kamaroddin

Mohd Helmi Sani

Norahim Ibrahim

Aimi Alina Hussin

Nur Fakhira Mohd Asri

**Penyunting :**

Mohd Farizal Ahmad Kamaroddin

Mohd Helmi Sani

Norahim Ibrahim

Aimi Alina Hussin

Nur Fakhira Mohd Asri

Shamsul Sarip

Tan Hooi Luang

Zainal Affandi Zainal Abidin



## **PRAKATA**

Ledakan mikroalga adalah fenomena semula jadi yang berlaku apabila terdapat peningkatan populasi mikroalga yang cepat dalam waktu yang singkat. Ianya boleh terdiri daripada spesies alga yang mengandungi toksik dan berbahaya ataupun alga bukan toksik tetapi merosakkan ekosistem dengan cara dan mekanisma yang berbeza. Melalui modul ini, pihak UTM bercadang untuk berkongsi ilmu dan pengalaman yang telah kami perolehi semasa menjalankan kajian berkenaan ledakan mikroalga di beberapa kawasan di Malaysia.

Modul ini diharap akan dapat mendedahkan pembaca dan peserta kepada kaedah mengenalpasti spesies mikroalga yang berbahaya seterusnya menentukan kualiti air di sesuatu kawasan. Pengesanan awal kualiti air di sesuatu kawasan amatlah penting supaya ianya dapat dilaporkan kepada pihak berwajib agar keadaan tidak menjadi kritikal. Selain itu, kaedah mudah untuk mengenalpasti mikroalga juga diberikan supaya peserta tahu langkah-langkah yang perlu dibuat bagi mengesan dan memastikan kelestarian sesuatu kawasan. Semoga usaha yang sedikit ini akan dapat memberi impak yang besar kepada usaha memulihara dan memelihara sungai kita demi kesejahteraan generasi sekarang dan akan datang.

**Mohd Farizal Ahmad Kamaroddin**  
**Pensyarah Kanan,**  
**Jabatan Biosains, Fakulti Sains,**  
**Universiti Teknologi Malaysia,**  
**UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia.**

## PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan syukur Alhamdulillah ke hadrat Allah S.W.T, kerana di atas limpah dan kurniaNya, maka dapatlah kami menyiapkan Modul ini dengan jayanya. Alhamdulillah, di kesempatan ini, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga khususnya pelajar Pasca Ijazah di Jabatan Biosains, kepada staf dan pihak UTM, serta pihak UTMCS yang telah memberikan sokongan dalam menjayakan modul ini.

<b>Pensyarah:</b>	Dr Mohd Farizal Ahmad Kamaroddin
<b>Jenis Modul</b>	MODUL KEPELBAGAIAN MIKROALGA SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITI AIR SUNGAI
<b>Tema:</b>	Kawalan dan Pengesanan Pencemaran Air
<b>Hasil Pembelajaran:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Untuk mendedahkan kesan ledakan mikroalga yang wujud di sesuatu kawasan air tawar dan laut.</li><li>2. Untuk mendedahkan teknik awal saringan dan persampelan mikroalga yang asas.</li><li>3. Untuk mendedahkan kemahiran praktikal yang mudah dalam mengenalpasti spesies mikroalga menggunakan Tipscope.</li></ol>
<b>Ahli Kumpulan</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Dr. Mohd Helmi Sani</li><li>2. Dr. Norahim Ibrahim</li><li>3. Aimi Alina Hussin</li><li>4. Nur Fakhira Mohd Asri</li></ol>

## UNESCO IHP MALAYSIA

Program Hidrologi Antarabangsa Malaysia (IHP Malaysia) ialah Jawatankuasa Kebangsaan dan ahli UNESCO yang memberi tumpuan kepada isu air. Program ini telah ditubuhkan sejak 46 tahun lalu (1975-2021) dan telah komited khusus kepada pendidikan dan kesedaran pengurusan sumber air berkenaan dengan kuantiti dan kualiti air.

Pendidikan air dan pembinaan kapasiti adalah elemen penting dalam menyediakan pengetahuan dan kemahiran yang diperlukan untuk menghadapi beberapa cabaran air yang paling mendesak masa ini, dan merupakan komponen penting dalam mana-mana strategi ke arah pembangunan mampan. Untuk tujuan ini, perhatian khusus diberikan kepada aktiviti pendidikan dan kesedaran berkenaan air sebagai alat pemeraksanaan kepada orang ramai seperti pelajar, komuniti dan penduduk di pedalaman. Melalui aktiviti ini, UNESCO-IHP ingin mewujudkan kesedaran di kalangan orang ramai dan pelajar mengenai pemuliharaan air dan perlindungan sumber air dan memastikan penggunaan air yang bertanggungjawab untuk masa depan yang mampan. Dengan pelaksanaan aktiviti-aktiviti ini, UNESCO-IHP Malaysia bekerjasama terutamanya dengan Suruhanjaya Kebangsaan UNESCO Malaysia (SKUM/NATCOM), dan rakan-rakan agensi dalam kalangan Universiti Awam dan Swasta, badan bukan kerajaan, dan agensi-agensi kerajaan berkaitan air yang mempunyai misi mempertingkatkan pendidikan air di peringkat awal usia dan juga kepada orang awam secara amnya.

Program Hidrologi Antarabangsa Malaysia (IHP Malaysia) mempunyai objektif yang sama seperti kebanyakan Jawatankuasa Program Kebangsaan yang lain dan memberi tumpuan kepada program kerjasama saintifik dalam penyelidikan air, pengurusan sumber air dan program pendidikan berkaitan air. Objektif utama IHP Malaysia:

- a) Untuk bertindak sebagai Negara Anggota IHP
- b) Untuk menambahbaik pengurusan sumber air
- c) Untuk bertindak sebagai pemangkin untuk merangsang kerjasama dan dialog dalam sains dan pengurusan air
- d) Untuk menggalakkan pembangunan mampan melalui pengurusan sumber air bersepadu



- e) Untuk menjadi platform bagi meningkatkan kesedaran tentang isu air global.

UNESCO-IHP Malaysia dipengerusikan oleh Ketua Pengarah Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Malaysia. Pengerusi dibantu oleh Naib Pengerusi, Setiausaha Kehormat, Timbalan Setiausaha, empat (4) orang ahli jawatankuasa eksekutif tetap dan lima (5) lagi ahli eksekutif tidak tetap yang dilantik daripada rakan-rakan agensi berdaftar di bawah UNESCO-IHP Malaysia. Organisasi ini juga disokong oleh tiga (3) jawatankuasa kerja seperti berikut:-

- a) Jawatankuasa Penyelidikan;
- b) Jawatankuasa Pendidikan, Latihan dan Penerangan Awam; dan
- c) Jawatankuasa Penyeragaman Amalan Hidrologi

Rakan kerjasama UNESCO IHP Malaysia ialah kementerian berkaitan air, jabatan dan agensi Kerajaan, institusi penyelidikan air, universiti, dan entiti swasta yang diterajui Kerajaan. Sehingga kini, lebih 40 agensi menjadi rakan kerjasama dengan UNESCO IHP Malaysia. Antara rakan yang aktif ialah Universiti Sains Malaysia, Universiti Kebangsaan Malaysia, Perbadanan Putrajaya, Universiti Teknologi Malaysia, Universiti Teknologi Mara, Universiti Malaysia Sarawak, Universiti Malaysia Pahang, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia, NAHRIM, JMG, KKM, JPSM dan banyak lagi. Agensi-agensi ini telah bekerjasama dalam program pengurusan sumber air dengan kami sehingga kini.

**Ir Hjh Bibi Zarina Che Omar**

**Ir Hjh Norlida Mamat**

**Roslan Sukimin**

**Ceara Cecily Clarence**

**Nasarudin Nazir**

**UNESCO-IHP Malaysia**

## SENARAI KANDUNGAN

<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
Prakata	v
Penghargaan	vi
UNESCO-IHP Malaysia	vii
Senarai Kandungan	ix
Senarai Jadual	x
Senarai Rajah	x
<b>BAB 1 PENGENALAN</b>	
1.1 Pengenalan Berkenaan Ledakan Mikroalga	1
1.2 Ledakan Mikroalga Berbahaya Air Tawar	2
1.3 Kesan Ledakan Mikroalga Air Tawar Kepada Ekosistem	3
1.4 Ledakan Mikroalga di Perairan Laut Malaysia	7
1.5 Kesan Ledakan Mikroalga Air Laut Kepada Ekosistem	10
<b>BAB 2 KAEDAH PERSAMPELAN DAN OBSERVASI</b>	
2.1 Saringan Mikroalga	11
2.2 Pengenalpastian Morfologi Mikroalga	12
2.3 Kaedah Mudah Observasi Menggunakan Mikroskop	13
2.3.1 Saringan Mikroalga Menggunakan Mikroskop Cahaya	13
2.3.2 Saringan Mikroalga Menggunakan <i>Tipscope</i>	15
<b>BAB 3 AKTIVITI MODUL</b>	
3.1 Aktiviti 1: Lakarkan Imej Sampel 1	19
3.2 Aktiviti 2: Lakarkan Imej Sampel 2	20
3.3 Aktiviti 3: Lakarkan Imej Sampel 3	21
3.4 Aktiviti 4: Identifikasi Morfologi Mikroalga	22
3.5 Aktiviti 5: Pengelasan Mikroalga dan Kualiti Air	22
<b>BAB 4 KESIMPULAN</b>	
4.1 Kesimpulan	23
<b>RUJUKAN</b>	25

## SENARAI JADUAL

PERKARA	MUKA SURAT
Jadual 1.1 Rentetan Fenomena Ledakan Alga Berbahaya Air Tawar yang Berlaku di Seluruh Dunia	4
Jadual 1.2 Ledakan Alga Berbahaya di Perairan Malaysia	8

## SENARAI RAJAH

PERKARA	MUKA SURAT
Rajah 1.1 Tasik Empangan Sembrong Barat, Ayer Hitam	5
Rajah 1.2 Morfologi Mikroalga dari Empangan Sembrong Barat	6
Rajah 1.3 Sangkar Ikan di Tanjung Kupang, Johor	9
Rajah 1.4 Persampelan mikroalga di Sawah Sagil, Ayer Hitam	12
Rajah 1.5 Persampelan microalgae di Sungai Kim-Kim	13
Rajah 2.1 Ilustrasi pemerhatian mikroskop cahaya sampel	14
Rajah 2.2 Pemerhatian mikroalga menggunakan mikroskop cahaya	15
Rajah 2.3 Ilustrasi pemerhatian sampel menggunakan <i>TipScope</i>	16
Rajah 2.4 Imej mikroalga yang berkumpul dengan menggunakan Tispscope	17
Rajah 2.5 Imej mikroalga yang berkumpul dengan menggunakan Tispscope	17

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Pengenalan Berkenaan Ledakan Mikroalga**

Ledakan alga adalah fenomena semula jadi yang berlaku di mana terdapat jumlah peningkatan yang pesat dalam jangka waktu yang singkat oleh spesies mikroskopik iaitu fitoplankton yang mendiami habitat sama ada di lautan mahupun di sungai. Istilah ledakan membawa makna pengumpulan mikroalga padat yang menyebabkan perubahan warna yang ketara di permukaan air. Oleh itu, ia tidak hanya terhad kepada alga yang berbahaya dan beracun yang menyebabkan kematian hidupan air, tetapi juga merujuk kepada spesies yang tidak beracun dan berupaya menyebabkan kerosakan ekosistem secara menyeluruh. Sebagai contoh, ledakan spesies alga tidak beracun akan menghalang penggunaan air yang dicemari dengan mikroalga tersebut selain menyekat penembusan cahaya ke dasar badan air sehingga mengganggu tumbesaran tumbuh-tumbuhan. Oleh itu, kehidupan manusia dan haiwan di perairan tersebut terutamanya, juga akan terganggu secara tidak langsung.

Meskipun kedua-duanya menyebabkan kerosakan pada ekosistem, namun mikroalga bertoksik mendapat perhatian lebih tinggi di seluruh dunia berbanding mikroalga bukan toksik. Oleh hal yang demikian, fenomena pengumpulan mikroalga di air tawar yang menghasilkan biotoksin yang berbahaya dikenali sebagai Ledakan Alga Berbahaya Air Tawar (FHAB) manakala di lautan pula

Ledakan Alga Berbahaya Marin (MHAB). Secara umumnya, Ledakan Alga Berbahaya (HAB) yang kerap berlaku di serata dunia ini telah memberi kesan buruk yang besar terhadap industri rawatan air, menyebabkan penurunan kualiti air di tasik awam dan pesisiran pantai, dan juga telah mengancam nyawa spesies akuatik dan manusia.

Sungguhpun demikian, tidak dapat dinafikan bahawa sebilangan mikroalga memainkan sedikit sebanyak peranan penting dalam ekosistem. Ini demikian kerana, mikroalga yang bersaiz kecil yang tidak dapat dikesan menggunakan mata kasar ini juga bertindak sebagai pengeluar utama, persis tumbuh-tumbuhan yang menyediakan nutrien dan tenaga kepada pemakan utama melalui proses fotosintesis. Oleh itu, bagi mengelakkan ledakan alga yang boleh berlaku tanpa disedari disebabkan saiznya yang kecil, pemantauan secara berkala haruslah dilakukan dengan melakukan pencerapan terhadap perairan tersebut. Pemantauan ledakan alga juga boleh dilakukan dengan memerhati perubahan warna di permukaan air di mana warna kehijau-hijauan kebiasaannya menunjukkan ledakan alga berkemungkinan akan berlaku dalam waktu terdekat.

## **1.2 Ledakan Mikroalga Berbahaya Air Tawar**

Sejak sedekad yang lalu, banyak kajian melaporkan ekosistem air tawar telah diserang oleh pelbagai kumpulan mikroorganisma fotosintetik toksik iaitu mikroalga yang bertanggungjawab terhadap kejadian ledakan alga berbahaya yang berlaku. Kejadian FHAB boleh disebabkan oleh banyak faktor yang mempengaruhi badan air dengan menjadikan air menjadi keadaan yang selesa untuk pertumbuhan mikroalga. Biasanya, faktor-faktor yang merangsang HAB di air tawar adalah rangsangan persekitaran seperti cahaya matahari, perubahan iklim dan peningkatan nutrien dan suhu air sekitar 38°C. Banyak kajian

melaporkan bahawa FHAB sering berlaku disebabkan oleh aktiviti pertanian komersil dan perindustrian manusia di mana nutrien, terutamanya sumber nitrogen, fosfat dan kalium disalurkan ke air bertakung di sekitarnya.

Selain itu, kajian juga melaporkan peningkatan suhu air dan perubahan iklim yang melampau, seperti keadaan kemarau, merupakan faktor lain yang meningkatkan kadar pertumbuhan mikroalga air tawar. Secara ringkasnya, pembentukan ledakan alga akan dipercepatkan dengan cuaca hangat dan pergolakan rendah. Walau bagaimanapun, aspek penting dalam membezakan wabak air tawar dan alga laut adalah keadaan air. Ledakan alga berbahaya air tawar berkembang di air yang tenang atau bertakung di mana air bergerak secara perlahan dengan aliran angin yang rendah dan nutrien yang tinggi. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ledakan alga ini, dan kesan peristiwa ledakan alga telah menjadi perhatian sejak beberapa tahun kebelakangan ini.

### **1.3 Kesan Ledakan Mikroalga Air Tawar Kepada Ekosistem**

Umumnya, FHAB boleh membahayakan ekosistem dengan mengurangkan tahap oksigen sehingga menyebabkan kematian ikan dan tumbuhan, menghasilkan toksin yang meracuni manusia, haiwan dan hidupan air sehingga menyebabkan pelbagai jenis penyakit. Namun, secara terperinci, HAB menyebabkan kerosakan pada ekosistem dan mempengaruhi ekologi struktur air tawar. Selain itu, impak FHAB juga dapat dikaitkan dengan kesan negatif terhadap kelestarian alam sekitar, kehilangan ekonomi, dan kesihatan manusia akibat daripada toksin yang dihasilkan. Hal ini terjadi apabila air yang tercemar dengan ledakan alga dan mempunyai masalah rasa dan bau tetap digunakan sebagai sumber minuman dan aktiviti rekreasi harian manusia. Di skala dunia, tiga peristiwa besar FHAB yang

telah dilaporkan dan mendominasi tiga lokasi yang berbeza telah memberi impak negatif kepada rata-rata 700,000 pengguna air kerana mereka disarankan untuk tidak minum atau menggunakan air selama beberapa hari. Jadual 1.1 menunjukkan kejadian fenomenal yang memudaratkan banyak negara tidak terkecuali Malaysia juga.

**Jadual 1.1** Rentetan fenomena Ledakan Alga Berbahaya Air Tawar yang berlaku di seluruh dunia

<b>Tahun</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kesan</b>
1996	Brazil	76 pesakit dialisis mati, 64 manusia menunjukkan sindrom Caruaru
2004	Tasik Viktoria, Kenya	Hampir 500,000 manusia tiada sumber bekalan air
2007	Tasik Taihu, China	Lebih 2 juta manusia tiada sumber air selama lebih kurang seminggu
2011 & 2014	Tasik Erie, Ohio	400,000 penduduk disarankan untuk tidak minum air paip selama 3 hari
2015	Tasik Sembrong, Malaysia	Menyumbat penapis air di empangan, sumber air telah menjejaskan 120,000 penduduk

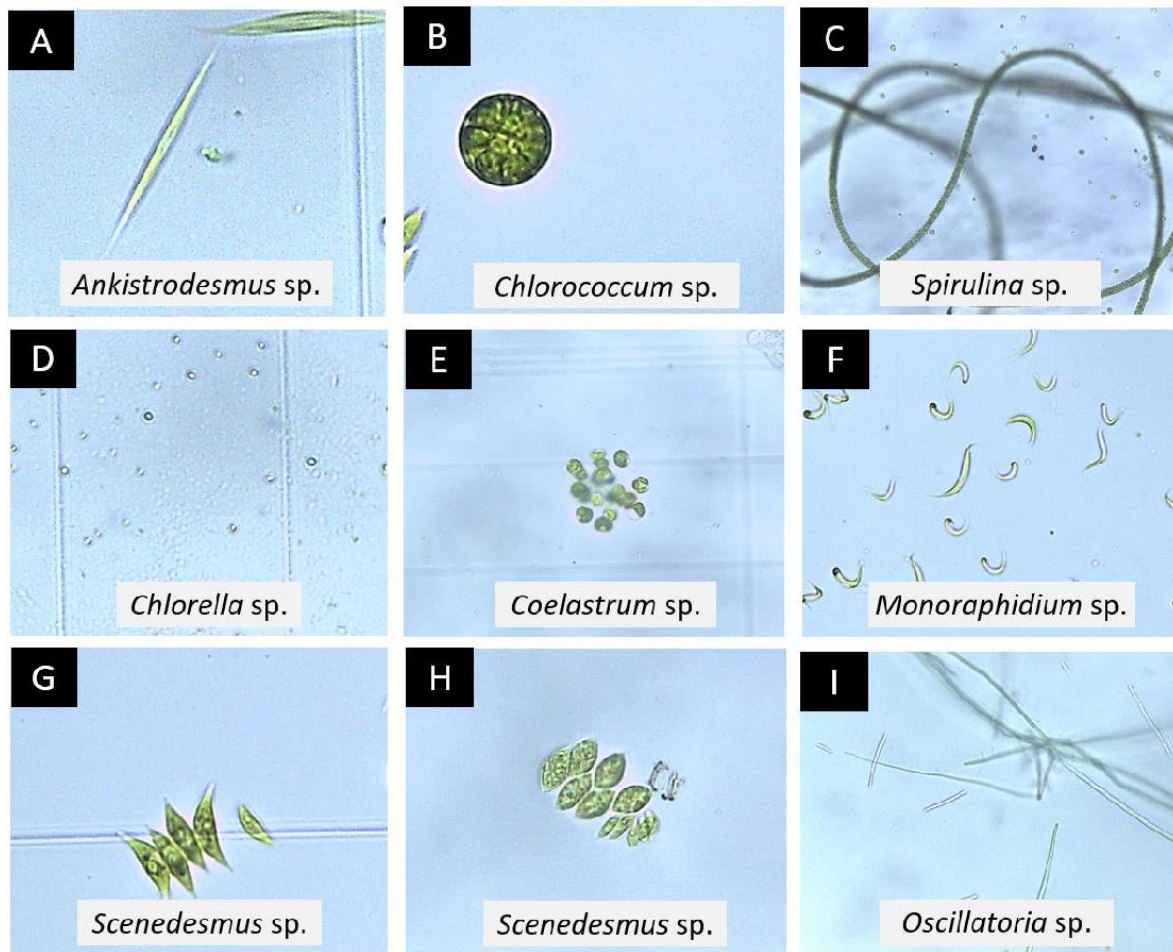
Sementara itu di perairan air tawar tempatan pula, air yang terkumpul di Empangan Sembrong Barat yang terletak di Ayer Hitam menjadi teruk kerana percambahan cepat alga biru (Rajah 1.1). Di empangan tersebut, ledakan alga telah mengakibatkan penyumbatan sistem penapis dan pengurangan pengeluaran

bekalan air kepada penduduk berdekatan. Akibatnya, Syarikat Air Johor (SAJ) Holdings, salah satu pembekal air, terpaksa berurusan dengan melaburkan sejumlah wang untuk membersihkan ledakan tersebut sebelum memberikan air minuman yang selamat kepada pengguna mereka. Gambar rajah 1.2 menunjukkan beberapa mikroalga yang dikenalpasti melalui pencerapan mikroskop hasil daripada kajian yang telah dilakukan. Di antara mikroalga tersebut, spesies *Oscillatoria* sp. merupakan spesies yang mendominasi tasik di Empangan Air Sembrong Barat dan berkemungkinan mampu untuk menghasilkan toksin.



**Rajah 1.1** Tasik Empangan Sembrong Barat, Ayer Hitam





**Rajah 1.2** Morfologi mikroalga dari Empangan Sembrong Barat yang diperhatikan di bawah mikroskop dan nama yang diramalkan dengan membandingkan dengan pangkalan data yang telah ditetapkan (A) *Ankistrodesmus* sp., (B) *Chlorococcum* sp., (C) *Spirulina* sp., (D) *Chlorella* sp., (E) *Coelastrum* sp., (F) *Monoraphidium* sp., (G) dan (H) *Scenedesmus* sp. dengan ketegangan yang berbeza dan (I) *Oscillatoria* sp.

#### 1.4 Ledakan Mikroalga Di Perairan Laut Malaysia

Ledakan alga atau dikenali sebagai 'algae bloom' merupakan suatu kejadian atau kondisi dimana suatu perairan seperti laut, kolam, air tawar, atau sungai mengalami ledakan besar oleh populasi plankton atau juga dikenali sebagai mikroalga. Mikroalga dikenali sebagai alga mikroskopik yang terdapat di kedua-dua ekosistem air tawar dan laut yang wujud secara individu atau dalam kumpulan yang dapat menyesuaikan diri dengan persekitaran dan menjalani fotosintesis. Ledakan alga akan terbentuk sekiranya nutrien yang diperlukan untuk pertumbuhannya dapat diakses atau terkumpul secara berlebihan di kawasan sekitarnya. Mikroalga berbahaya boleh wujud di persekitaran pada kepekatan rendah; namun, ledakan alga yang berkepekatan tinggi akan berlaku apabila keadaan kawasan sesuai atau disukai oleh alga yang boleh menyebabkan kesan sampingan ke persekitaran yang dikenali sebagai ledakan alga yang berbahaya dikenali sebagai HAB.

Ledakan alga disebabkan oleh pengumpulan populasi alga yang membezakan spesies dengan pigmennya. Keadaan persekitaran seperti perubahan iklim boleh mencetuskan ledakan alga. Perubahan iklim secara beransur-ansur menghangatkan iklim bumi, para saintis menjangkakan ledakan alga menjadi lebih kerap, meluas dan makin teruk. Lebih-lebih lagi, nutrien seperti nitrogen atau fosforus dari sisa atau baja limpahan atau sisa kumbahan mengalir ke sistem akuatik, menyebabkan pertumbuhan alga yang berlebihan. Spesies alga yang bertoksik akan memberi kemudaratan kepada kehidupan akuatik dan memberi kesan kepada manusia apabila mereka memakan kehidupan akuatik yang mengandungi toksik didalamnya, menyebabkan keracunan kerang diarrhetic (DSP). Ledakan alga mampu bertahan untuk beberapa hari sehingga berbulan-bulan, dan mikroba akan menghuraikan alga yang mati. Ini akan menyebabkan penggunaan oksigen yang banyak dan mengakibatkan kematian ikan, kesan

daripada kekurangan oksigen dalam jangka masa tertentu menjadikan kawasan tersebut sebagai zon mati dimana ikan dan tumbuhan tidak dapat bertahan lama.

Sehingga kini, masih belum ada cara efektif yang dapat menangani permasalahan ledakan alga. Namun terdapat beberapa cara untuk mencegah kejadian ledakan alga ini. Salah satunya adalah dengan menggunakan pelbagai jenis sabun yang bebas dari kandungan fosfat bagi mengurangkan risiko peristiwa ledakan alga.

**Jadual 1.2** Ledakan alga berbahaya (HAB) di Malaysia mengaitkan kematian ikan sangkar

<b>Tahun</b>	<b>Spesies mikroalga</b>	<b>Kawasan</b>	<b>Kesan</b>
2001	<i>Alexandrium minutum</i>	Tumpat, Kelantan	Enam orang dimasukkan ke hospital termasuk satu kes yang disebabkan kepada keracunan kerang
2002	<i>Procentrum minimum</i>	Johor Bahru, Johor	Fenomena perubahan warna air (Red tide)
2005-2006	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Kota Kinabalu, Sabah Kuching, Sarawak	Fenomena perubahan warna air dan membunuh ikan sangkar
2005-2006	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Pulau Pinang	Ikan mati (anggaran RM 24,771,000.00)
2007	<i>Neoceratium furca</i>	Pangkor, Lumut, Penang	Fenomena perubahan warna air
2007-2009	<i>Ceratium furca</i>	Sungai Dinding, Pangkor, Lumut, Perak, dan Pulau Pinang Pangkor, Perak	Fenomena perubahan warna air
2009	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Kota Kinabalu dan kawasan sekeliling	Pencemaran kerang, dan larangan penuaian molusk kerang
2013	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Kuala Gula, Perak	Fenomena perubahan warna air dan membunuh ikan sangkar

2014	<i>Karlodinium australe</i>	Aman Island, Malacca Strait	Membunuh ikan sangkar
2014-2015	<i>Karlodinium australe</i> (ichthyology)	Tanjung Kupang Johor	Membunuh ikan sangkar (dianggarkan hilang RM 500k setiap orang: 4 orang yang terlibat)
2016	<i>Noctiluca scintillans</i>	Kuala Gula, Perak	Membunuh ikan sangkar (dianggarkan hilang RM 500k setiap orang: 4 orang yang terlibat)
2020	<i>Cochlodinium</i>	Kuala Gula, Perak	Membunuh ikan sangkar yang melibatkan lebih 20 sangkar ikan
2020	<i>Cochlodinium</i>	Pulau Penang	Membunuh ikan sangkar dan ikan mati hanyut di perairan
2020	<i>Alexandrium minutum</i>	Selat Tebaru Timur, Johor	Membunuh ikan sangkar



**Rajah 1.3** Sangkar Ikan Tanjung Kupang Johor

### 1.5 Kesan Ledakan Mikroalga Air Laut Kepada Ekosistem

Sudah beberapa dekad sejak kejadian keracunan kerang dilaporkan disebabkan oleh kejadian HAB di Semenanjung Malaysia. Terdapat laporan mengenai bilangan korban akibat keracunan teruk, diikuti oleh kejadian lain kerana peristiwa HAB ini telah mengejutkan pihak berwajib mengenai perlunya pemantauan HAB di negara ini (Jadual 1.2). Kes-kes terbaru *Karlodinium veneficum* yang dikenali sebagai spesies dinoflagellate yang berpotensi berbahaya yang terdapat di Selat Tebrau. Hal ini telah mempengaruhi beberapa negara sehingga menyebabkan kematian ikan kerana toksin yang dihasilkan oleh spesies tersebut. Gambar rajah 2.2 menunjukkan lokasi peta dan garis masa kejadian HAB di Malaysia. Kejadian HAB di seluruh di Malaysia bukan sahaja menyebabkan kemudaratan kepada manusia dan ekosistem tetapi juga menyebabkan kerugian kepada industri akuakultur dan pembentukan fenomena perubahan warna air (red-tide).

## BAB 2

### KAEDAH PERSAMPELAN DAN OBSERVASI

#### 2.1 Saringan Mikroalga

Penyaringan adalah teknik yang digunakan secara meluas yang dilakukan untuk memerhatikan kultur mikroalga campuran yang mengangarkan spesies mikroalga air tawar atau laut yang dominan di daerah tertentu. Peralatan dan bahan kimia yang diperlukan: Mikroskop cahaya, mikroskop TipScope, pipet, slaid kaca mikroskop.

##### **Teknik 1: Menggunakan mikroskop cahaya**

Pemerhatian melalui mikroskop optik dilakukan di makmal adalah yang paling biasa. Spesimen dapat diperhatikan dari daya rendah (10X) hingga fokus yang lebih tinggi (1000X dengan rendaman minyak) untuk gambar yang lebih besar dan lebih jelas.

##### **Teknik 2: Menggunakan mikroskop *TipScope***

Pembesar ini dirancang untuk digunakan dengan kamera telefon pintar untuk pengenalpastian morfologi, mengambil gambar dan seterusnya memerhatikan perkara-perkara kecil. Spesimen dapat diperhatikan dari daya rendah (20X) hingga fokus tertinggi (400X) untuk gambar yang jelas.

## 2.2 Pengenalpastian Morfologi Microalga

Pengenalpastian morfologi adalah kaedah konvensional untuk mengenal pasti spesies mikroalga berdasarkan ciri luaran. Ia berdasarkan beberapa ciri mikroalga seperti saiz dan bentuk, flagella dan agregasi (uniselular atau kolonial). Nama mikroalga yang terdapat dalam sampel dapat dikenal pasti dengan membandingkan dengan katalog pangkalan data mikroalga yang telah diwujudkan (“AlgaeBase”).



**Rajah 1.4** Persampelan mikroalga di Sawah Sagil, Ayer Hitam.



**Rajah 1.5** Persampelan microalgae di Sungai Kim-Kim, Pasir Gudang

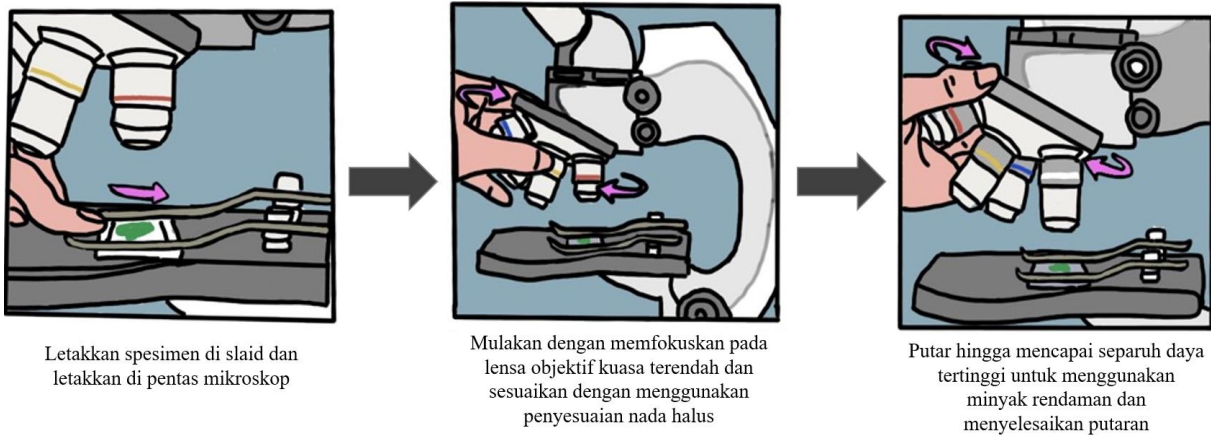
## **2.3 Kaedah Mudah Observasi Menggunakan Mikroskop**

### **2.3.1 Saringan Mikroalga Menggunakan Mikroskop Cahaya**

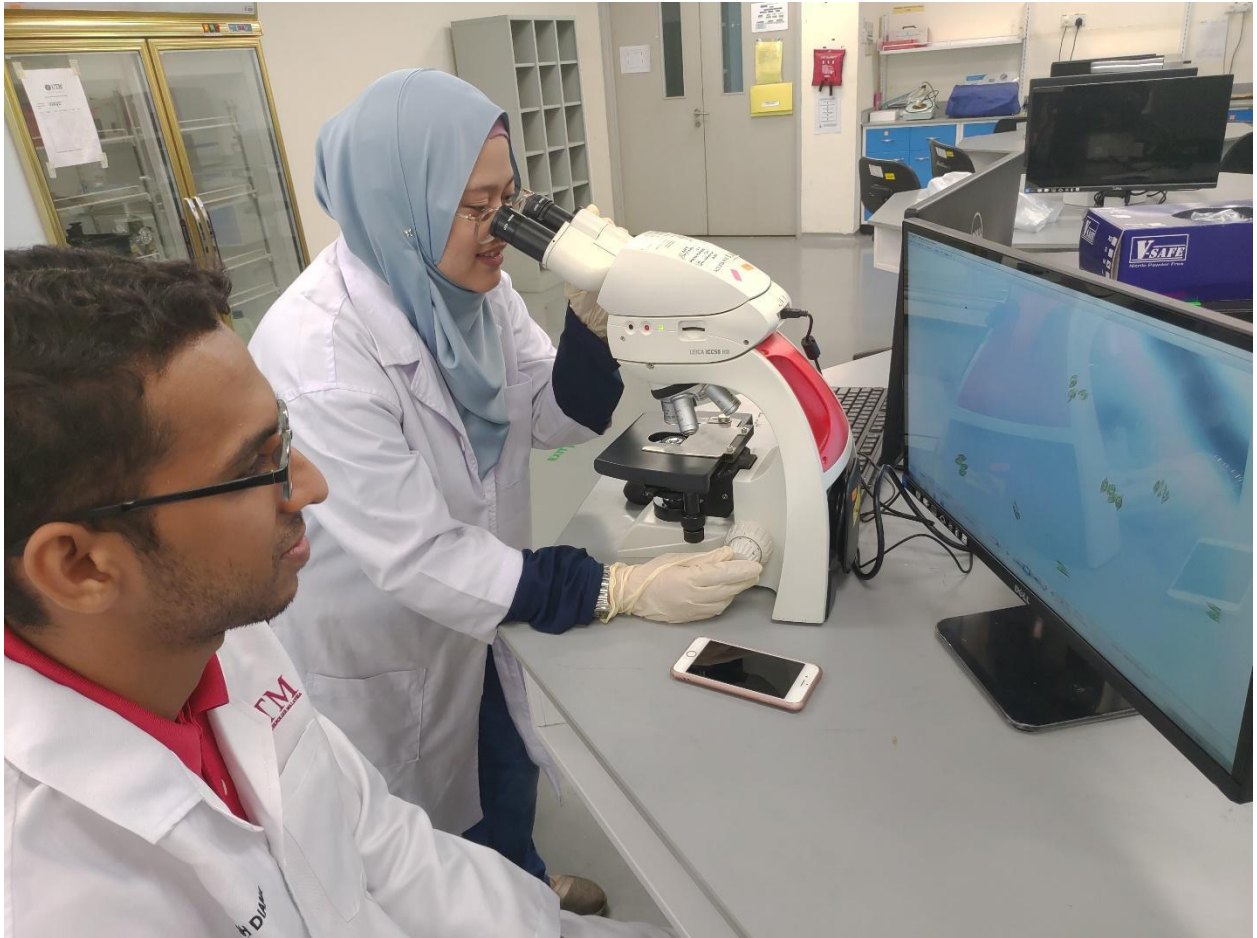
1. Prosedur pemeriksaan menggunakan mikroskop cahaya ditunjukkan dalam Rajah 2.1.
2. Letakkan spesimen di atas pentas dan fokus di bawah kuasa rendah (lensa pendek) menggunakan pelarasan kasar.
3. Seterusnya, putar ke lensa kuasa sederhana dan gunakan penyesuaian nada halus jika diperlukan.
4. Kemudian, putar ke lensa berkuasa tinggi dan gunakan lagi penyesuaian nada halus jika diperlukan.
5. Putar ke arah kuasa lensa tertinggi separuh jalan sehingga ada ruang untuk anda mengaplikasikan minyak rendaman ke tempat sementara spesimen berada dalam fokus.



6. Sapukan sedikit titisan minyak pada slaid. Kemudian, lengkapkan putaran lensa rendaman minyak. Gunakan pelarasan nada halus untuk fokus tetapi jangan ubah fokus secara dramatik atau kembali ke lensa kuasa yang lebih rendah.
7. Setelah selesai, bersihkan dengan mengelap minyak dari lensa rendaman minyak menggunakan kertas lensa. Letakkan slaid terpakai di depan meja.



**Rajah 2.1** Ilustrasi pemerhatian mikroskop cahaya sampel



**Rajah 2.2** Pemerhatian mikroalga menggunakan mikroskop cahaya

### 2.3.2 Saringan Mikroalga Menggunakan *Tipscope*

1. Prosedur penyaringan menggunakan *TipScope* digambarkan dalam Rajah 2.3.
2. Muat turun aplikasi "TinyScope" di peranti pintar anda.
3. Sambungkan kamera mikroskopik dengan peranti anda.
4. Tanggalkan pelindung penutup magnet dari sebelah kanan kamera mikroskopik.
5. Letakkan peluncur slaid / cecair di atas lensa dengan bahagian depan menghadap lensa (bahagian depan: teks boleh dibaca dari kiri ke kanan).
6. Sesuaikan kedudukan slaid / cecair sampler sehingga bahagian telus tengah berada di tengah lensa kamera mikroskopik.

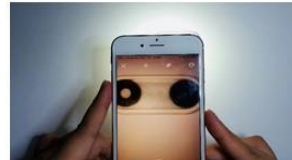
7. Pilih bahagian medan terang atau sisi medan gelap dan arahkan bahagian cekung tengah ke lensa kamera mikroskopik.
8. Tutup plat penutup magnet.
9. Mulakan memerhatikan objek spesimen dengan aplikasi *TinyScope*.



1. Buka kotak simpanan dengan menarik sudut klip, dan mengeluarkan TIPSCOPE



2. Muat turun aplikasi: "**TIPSCOPE**". (ps: aplikasi sistem kamera dapat berfungsi sekiranya lampu suluh dari telefon bimbit menyala)



3. Letakkan TIPSCOPE menghadap meja, dan membuka lampu suluh dalam aplikasi tersebut.



4. Tanggalkan sarung telefon dan halakan kamera telefon bimbit ke lensa TIPSCOPE, sementara lampu suluh telefon bimbit menghadap ke badan TIPSCOPE. Gerakkan telefon bimbit untuk menjadikan ruang pandangan di tengah-tengah skrin.



5. Gerakkan telefon bimbit ke arah TIPSCOPE sehingga bersentuhan. Tekan telefon bimbit untuk melekatkan TIPSCOPE pada telefon bimbit.

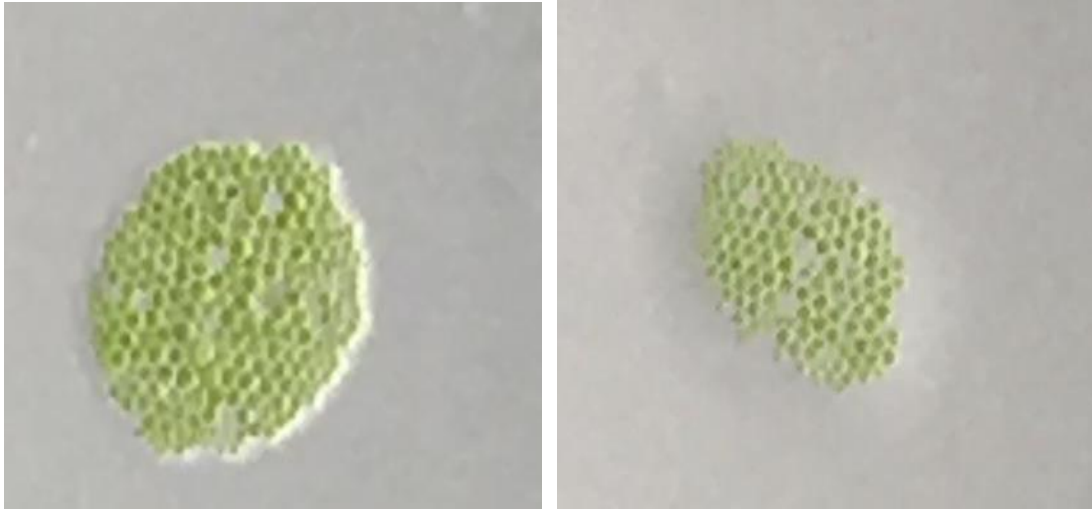


6. Gerakkan TIPSCOPE mendekati objek/ sampel yang ingin diperhatikan.

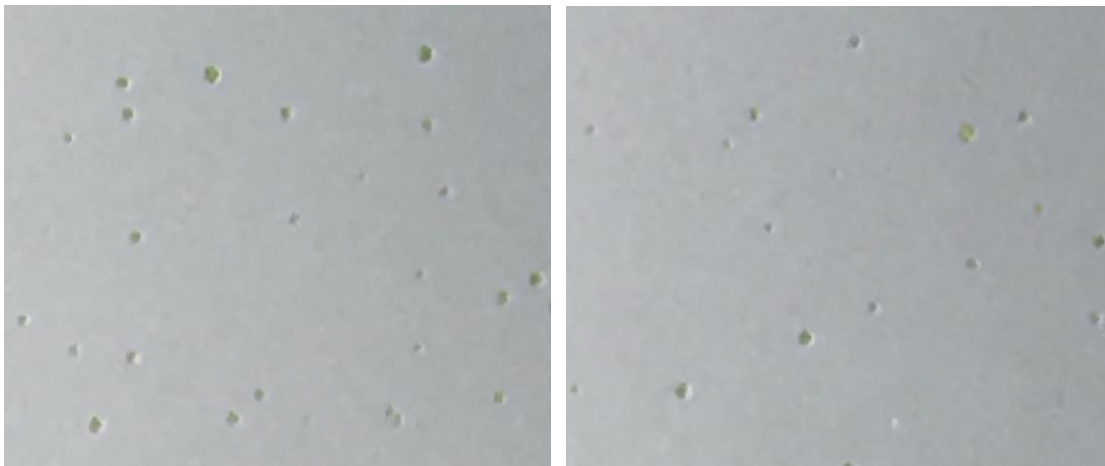


7. Setelah menggunakannya, tanggalkan TIPSCOPE dan kembali ke dalam kotak untuk memastikannya bersih.

**Rajah 2.3** Ilustrasi pemerhatian sampel menggunakan *TipScope*



**Rajah 2.4** Imej mikroalga yang berkumpul dengan menggunakan *Tispscope*



**Rajah 2.5** Imej mikroalga yang berjauhan dengan menggunakan *Tispscope*

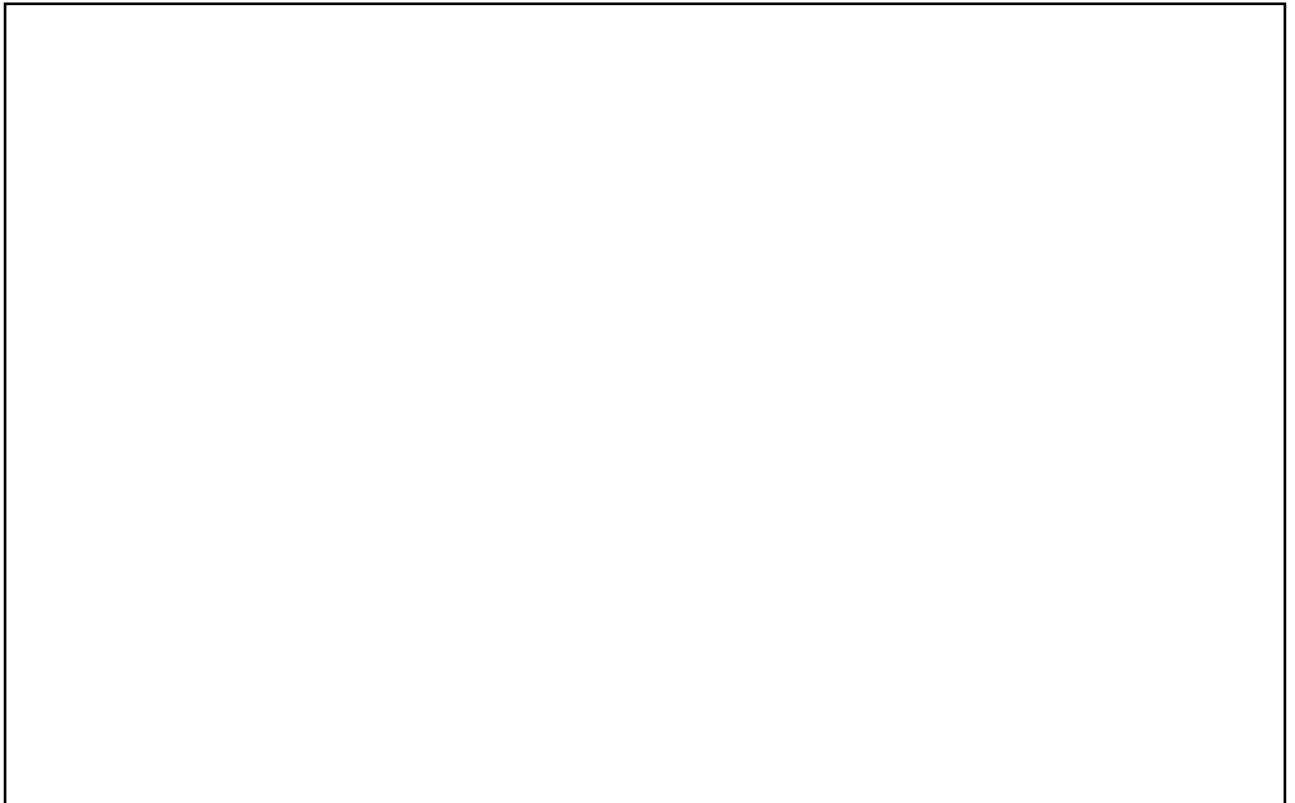


### BAB 3

#### AKTIVITI MODUL

#### 3.1 Lakarkan Imej Mikroalga Anda

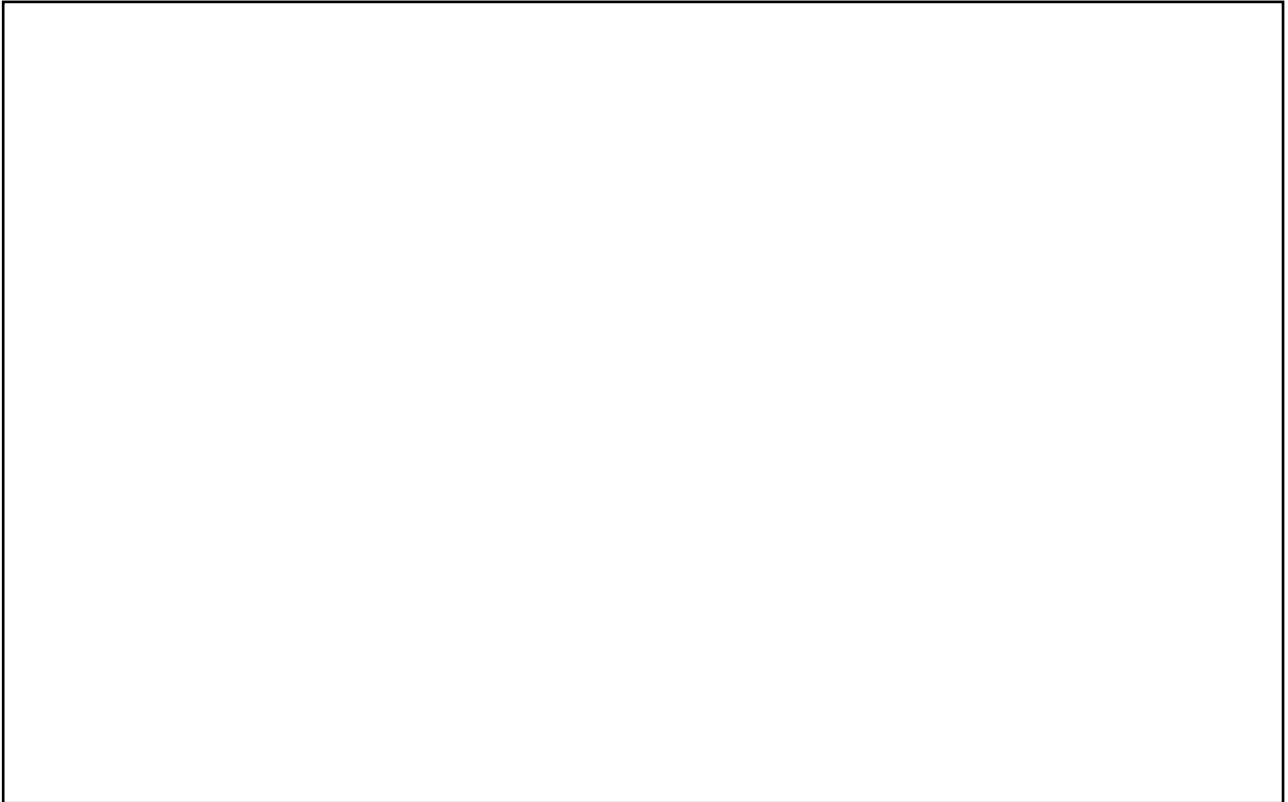
##### Sampel 1



1. Apakah bentuk mikroalga anda?
2. Apakah warna mikroalga anda?
3. Apakah nama mikroalga anda?
4. Adakah kualiti air dalam keadaan yang baik?

### 3.2 Lakarkan Imej Mikroalga Anda

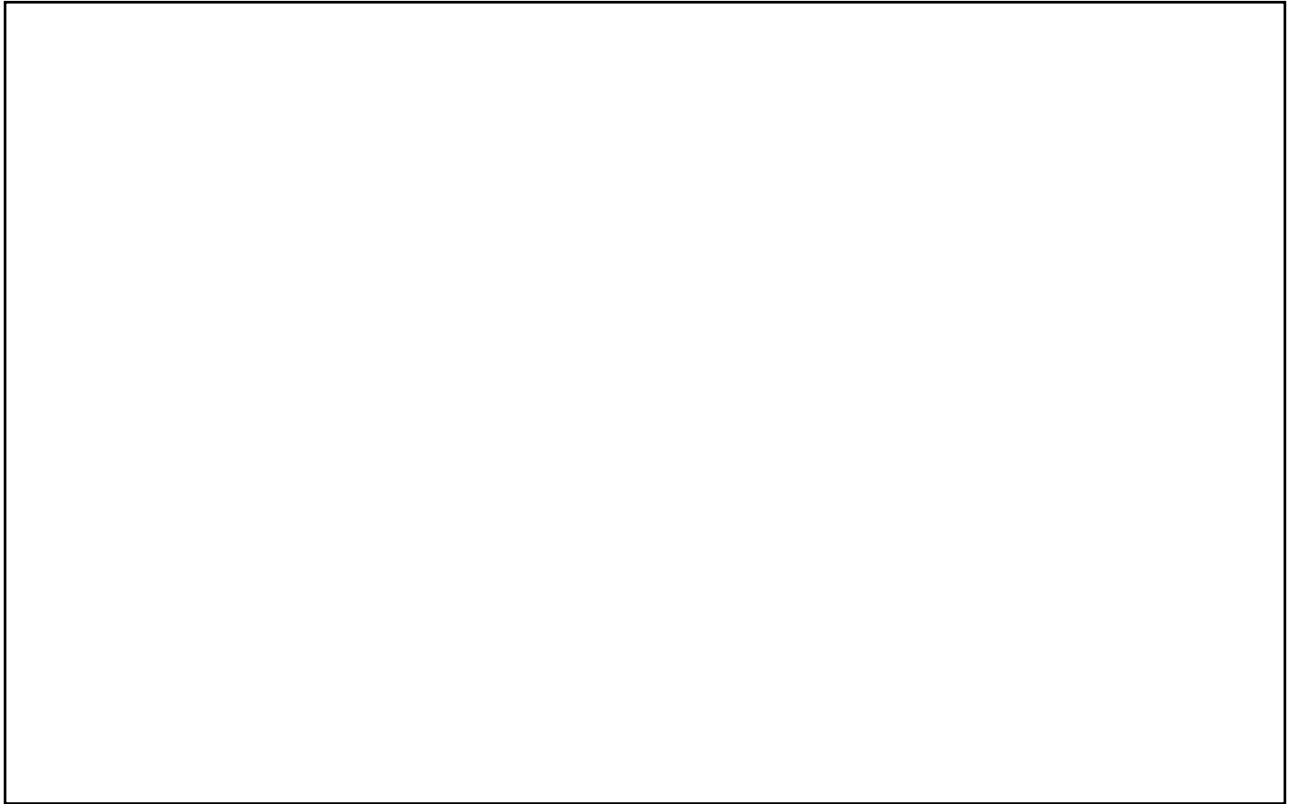
#### Sampel 2



1. Apakah bentuk mikroalga anda?
2. Apakah warna mikroalga anda?
3. Apakah nama mikroalga anda?
4. Adakah kualiti air dalam keadaan yang baik?

### 3.3 Lakarkan Imej Mikroalga Anda

#### Sampel 3



1. Apakah bentuk mikroalga anda?
2. Apakah warna mikroalga anda?
3. Apakah nama mikroalga anda?
4. Adakah kualiti air dalam keadaan yang baik?



### 3.4 Identifikasi Morfologi Mikroalga

1. Pipet dan pindahkan sampel 10 µl ke slaid mikroskop.
2. Pemeriksaan sampel secara kasar bermula dari pembesaran daya terendah (10X) hingga pembesaran yang lebih tinggi 400X dan 1000X hingga gambar pembesaran setiap spesies yang terdapat dalam sampel (Rajah 9).
3. Perhatikan morfologi setiap spesies termasuk i) ukuran, ii) bentuk (kokoid atau filamen), iii) kehadiran flagella dan iv) agregasi (uniselular atau kolonial).
4. Bandingkan morfologi sampel mikroalga yang diperhatikan dengan katalog pangkalan data (“AlgaeBase”).
5. Ramalkan nama spesies berdasarkan ciri yang serupa.

### 3.5 Pengkelasan Mikroalga Dan Kualiti Air

1. Kehadiran kelas alga Bacillariophyceae dan Chlorophyceae yang banyak menunjukkan kualiti air yang bersih,
2. Manakala kehadiran kelas Euglenophyceae dan Cyanophyceae pula menunjukkan pencemaran.
3. Tuliskan nama spesies mikroalga yang dikenal pasti dan jumlahkan bilangannya.

No.	Spesis	Persampelan			Jumlah	Purata
		1	2	3		
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						

## BAB 4

### KESIMPULAN

#### 4.1 Kesimpulan

Kejadian ledakan mikroalga berbahaya (HAB) di seluruh di Malaysia terutamanya di perairan Malaysia bukan sahaja menyebabkan kemudaran kepada manusia dan ekosistem tetapi juga menyebabkan kerugian kepada industri akuakultur. Kes-kes terbaru spesies *Karlodinium veneficum* yang dikenali sebagai spesies dinoflagellate berbahaya telah dilaporkan berlaku di Selat Tebrau. Hal ini telah memberikan kesan kepada beberapa negara sekitar sehingga menyebabkan kematian ikan kerana toksin yang dihasilkan oleh spesies tersebut. Kejadian ini semakin kerap berlaku dan kaedah pemantauan haruslah kerap dilakukan agar langkah awal dapat diambil supaya kesan buruk kepada ekosistem dan ekonomi dapat dikurangkan.

Modul ini diharap dapat membantu peserta untuk mempelajari kaedah mudah mengenalpasti spesies mikroalga di sesuatu kawasan seterusnya mengambil langkah segera untuk melaporkan pencemaran ledakan mikroalga jika ada kepada pihak berwajib dengan segera. Langkah ini penting agar pihak berwajib dapat mengambil langkah segera sebelum ianya menjadi parah dan merugikan banyak pihak.



## Rujukan

- Aimi Alina Hussin. (2020). Controlling Harmful Freshwater Algal Blooms through Fungal Flocculation. Undergraduate Thesis, Universiti Teknologi Malaysia.
- Anderson, D.M. (2001). Phytoplankton Blooms. Encyclopedia of Ocean Sciences., 432–444.
- Bhattacharya, A., Mathur, M., Kumar, P., Prajapati, S.K. and Malik, A. (2017). Algal Research. 21, 42–51.
- Chen, J., Leng, L., Ye, C., Lu, Q., Addy, M., Wang, J., Liu, J., Chen, P., Ruan, R. and Zhou, W. (2018). Bioresource Technology. 259, 181–190.
- Hussin, A. A., and Kamaroddin, M. F. A., (2020). Identification of Freshwater Harmful Algal Bloom at Sembrong Barat Dam. Essential Microbiology and Its Applications in Malaysia. Penerbit UTM.
- Lee, K., Eisterhold, M.L., Rindi, F., Palanisami, S. and Nam, P.K. (2014). Journal of Natural Science, Biology and Medicine. 5(2), 333–339.
- Shroder, J.F., Sivanpillai, R. and McGowan, S. (2016). Chapter 2 – Algal Blooms, Elsevier Inc.
- Zulkarnain, N. D., Hussin, A. A., Kamaroddin, M. F.A., (2020). Marine Harmful Algal Bloom at Tanjung Kupang Waters in the Johor Straits. Essential Microbiology and Its Applications in Malaysia. Penerbit UTM.



Diterbitkan di Malaysia oleh  
Pejabat Pelestarian Kampus  
UTM Campus Sustainability (UTMCS)  
Blok M38, Universiti Teknologi Malaysia (UTM)  
81310, Johor Bahru, Malaysia

Tel: +60(0)7 5533151 / 33152 / 33155  
Laman Web: <https://sustainable.utm.my/>

Dicetak di Malaysia oleh  
UNESCO-IHP Malaysia,  
Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi,  
JPS Malaysia

ISBN 978-967-19987-5-5



9 789671 998755