

SIRI KERTAS

**PENYELIDIKAN
PENTAKSIRAN
IMPAK 2016-2020**



SIRI KERTAS PENYELIDIKAN PENTAKSIRAN IMPAK 2016-2020



SIRI KERTAS PENYELIDIKAN PENTAKSIRAN IMPAK 2016-2020

Diterbitkan oleh:

**Institut Penyelidikan Perikanan
11960 Batu Maung, Pulau Pinang**



04-6263925/6



<https://fri.dof.gov.my/>



04-6262210



fri_helpdesk@dof.gov.my



Fisheries Research Institute

Perpustakaan Negara Malaysia

Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

SIRI KERTAS PENYELIDIKAN PENTAKSIRAN IMPAK 2016-2020 / DISUNTING
OLEH: Ku Kassim Ku Yaacob, Mohd Nor Azman Ayub, Roziawati Mohd Razali,
Masazurah A. Rahim.

ISBN 978-967-2946-10-6

1. Water--Pollution--Research--Malaysia.
2. Aquaculture--Research--Malaysia.
3. Environmental impact analysis--Malaysia.
4. Government publications--Malaysia.

I. Ku Kassim Ku Yaacob, 1970-. II. Mohd. Nor Azman Ayub, 1971-.
III. Roziawati Mohd. Razali, 1980-. IV. Masazurah A. Rahim, 1973-.
363.73940720595

Prakata

ALHAMDULILLAH, setinggi-tinggi kesyukuran saya panjatkan ke hadrat Allah SWT kerana dengan kudrat dan inayat-Nya, FRI dapat menerbitkan buku Siri Kertas Penyelidikan Pentaksiran Impak 2016-2020.



Buku ini merupakan koleksi laporan-laporan kajian yang berkaitan dengan pencemaran akuatik, kajian tapak akuakultur, kajian mikroalga, kajian genetik dan kajian biotoksin yang dilaksanakan oleh Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung bermula pada tahun 2016 sehingga 2020. Sebahagian besar daripada kajian-kajian ini dibiayai oleh peruntukan RMK-11 di bawah projek Penyelidikan Pentaksiran Impak Alami dan Antropogenik Dalam Perikanan (kod 22501-041). Semua hasil kajian ini belum pernah diterbitkan dalam mana-mana penerbitan.

Saya berharap dengan terbitnya buku ini, ia boleh menampung kekurangan data dan maklumat mengenai tajuk-tajuk yang berkaitan dan semoga ia dapat digunakan sebagai rujukan asas bagi kajian-kajian seterusnya.

Saya mengucapkan syabas dan terima kasih kepada semua penyumbang kertas dan juga sidang penyunting yang telah dapat menerbitkan buku ini. Diharapkan maklumat yang terdapat dalam buku ini dapat dimanfaatkan oleh semua yang berminat dengan isu-isu kelestarian, pencemaran, alga dan sebagainya yang terkandung dalam buku ini.

Terima kasih.

DR ZAINODDIN BIN JAMARI

Pengarah Kanan Penyelidikan
Institut Penyelidikan Perikanan

Kandungan

| | |
|---|-----|
| Prakata | 1 |
| A. KAJIAN DAN PENGAWASAN PARAS PENCEMAR | 4 |
| Hasil kajian pencemaran logam berpunca dari perlombongan bauksit di Bukit Goh, Pahang dan kesannya ke atas sumber perikanan | 4 |
| Laporan kesan pencemaran bauksit terhadap perikanan | 7 |
| Laporan kajian kualiti air dan pencemaran logam di Tasik Chini, Pahang dan kesannya terhadap perikanan | 10 |
| Assessment of heavy metal concentration from cockle farmed area at Johor, Penang, Perak and Selangor. | 16 |
| Distribution of heavy metals in pelagic and demersal fish from selected landing jetties in Peninsular Malaysia | 17 |
| Laporan kajian sisa pepejal aktiviti akuakultur udang marin di Kedah dan Pulau Pinang | 18 |
| Inventori data sisa akuakultur sangkar ikan laut di Langkawi | 26 |
| B. KAJIAN TAPAK DAN DAYA TAMPUNG | 31 |
| Laporan awal hasil lawatan tapak kerang di Sementa, Selangor | 31 |
| Laporan lawatan dan kajian tapak projek ternakan kupang dan asuhan benih ikan kerapu di perairan Pulau Aman, Pulau Pinang | 32 |
| Laporan hasil siasatan aduan isu pencemaran di Sg. Limau, Taiping, Perak | 34 |
| Kajian kualiti air dari isu pencemaran di Sg. Udang, Sg. Tengah dan Bukit Tambun, Pulau Pinang | 37 |
| Laporan kajian kualiti air bakau Batu Maung, Pulau Pinang | 39 |
| Kajian tapak akuakultur perairan Selat Kukup, Johor | 41 |
| Laporan kajian tapak cadangan akuakultur Teluk Bahang, Pulau Pinang | 50 |
| Laporan analisis sampel air untuk Syarikat Aquatech Bio Resources Sdn. Bhd. | 53 |
| Laporan analisis sampel air dari Tasik Perda, Seberang Perai | 55 |
| Laporan kajian kesesuaian cadangan tapak baharu ternakan kerang di Kuala Kedah | 56 |
| Laporan kajian tapak akuakultur di Setiu Wetlands | 68 |
| C. KAJIAN MIKROALGA BERBAHAYA | 80 |
| Kajian mikroalga dan kualiti air di kawasan ternakan ikan marin, Sungai Udang, Pulau Pinang | 80 |
| Kajian komposisi mikroalga di kawasan ternakan Kerang Kuala Selangor | 85 |
| Komposisi mikroalga berbahaya dan kualiti air di kawasan ternakan ikan di Kuala Gula, Perak | 91 |
| Fitoplankton di Teluk Kumbar, Pulau Pinang | 95 |
| Laporan kes kajian kematian kerang di Daerah Kerian | 97 |
| Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Sungai Udang, Seberang Prai, Pulau Pinang | 98 |
| Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Kuala Gula, Perak 2016 | 101 |

| | |
|---|-----|
| Laporan siasatan kes kematian ikan di Bukit Tambun Pulau Pinang, 2017 | 104 |
| Laporan kes pencemaran air di Sungai Kim-Kim Johor 2019 | 105 |
| Laporan analisis sampel kehadiran <i>Karlodinium</i> spp. di perairan Johor pada April 2019 | 108 |
| Laporan analisis sampel air bagi kes kematian Ikan di Sg. Perai, Seberang Perai, Pulau Pinang, 2019 | 110 |
| Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Kuala Gula, Perak | 111 |
| Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Teluk Bahang, Pulau Pinang, 2019 | 113 |
| Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Tg. Piandang, Perak, Ogos, 2019 | 115 |
| Laporan analisis plankton dan kualiti air (nutrien) bagi kes kematian ikan ternakan di Kuala Kurau dan Kuala Gula, Perak, pada Mei 2020 | 117 |
| Laporan analisis sampel air laut dari sangkar Sg. Udang & Bukit Tambun, Pulau Pinang pada Mei 2020 | 119 |
| Laporan analisis sampel plankton bagi kes ledakan mikroalga di Kuala Sepetang, Bagan Panchor dan Pangkor, Perak | 121 |
| Laporan analisis fitoplankton Kelantan 2020 | 123 |
| Laporan analisis plankton bagi Kes Ledakan Mikroalga di Sungai Melayu, Johor pada November 2020 | 124 |
| D. PEMBANGUNAN KAEDAH EKSTRAKSI DAN PENULENAN BIOTOKSIN | 127 |
| Penyediaan piawai toksin keracunan kerang-kerangan paralitik daripada kultur <i>Alexandrium minutum</i> | 127 |
| E. KAJIAN GENETIK DAN BIOLOGI MOLEKUL | 137 |
| Pengenalpastian spesies kupang hitam di perairan Selat Tebrau | 137 |
| Pengenalpastian spesies udang putih | 140 |
| Pengenalpastian spesies kerang-kerangan | 143 |
| Pengenalpastian spesies udang kara dan ikan | 145 |
| Pengenalpastian spesies capsalid | 148 |
| Pengenalpastian spesies udang kara | 150 |
| Laporan pengenalpastian spesies obor-obor dari Kuantan, Pahang | 152 |
| Pengenalpastian spesies penyu menggunakan kaedah biologi molekul | 154 |
| Laporan pengenalpastian spesies tilapia dari Tasik Temenggor, Perak | 155 |
| Laporan pengenalpastian spesies dinoflagelat | 158 |

A. KAJIAN DAN PENGAWASAN PARAS PENCEMAR

Hasil kajian pencemaran logam berpunca dari perlombongan bauksit di Bukit Goh, Pahang dan kesannya ke atas sumber perikanan

Intan Nurlemsha Baharom

Tujuan

Kertas ini disediakan untuk memaklumkan kepada Jawatankuasa Perancang Jabatan Perikanan mengenai hasil kajian pencemaran logam berpunca dari perlombongan bauksit dan kesannya kepada perikanan.

Latar belakang

Bauksit ialah bijih utama dalam pembuatan logam aluminium di dunia. Ia merupakan gabungan aluminium hidroksida dan aluminium oksida. Perlombongan bauksit yang tidak sistematik boleh mencemarkan alam sekitar dan memusnahkan ekologi, namun kerana nilai komersialnya yang tinggi, kegiatan perlombongan masih lagi dijalankan walaupun sering berlaku konflik dengan penduduk yang terjejas akibat pencemaran bauksit. Pada hujung tahun 2015, kes pencemaran bijih bauksit di Sungai Balok dan Sungai Penggorak, Kuantan, Pahang telah tersebar di media. Air laut di kawasan tersebut juga dilaporkan telah bertukar warna menjadi merah disebabkan oleh bijih bauksit yang dibawa oleh air hujan semasa musim tengkujuh.

Beberapa kajian telah dijalankan oleh pihak institusi pengajian awam. Antaranya adalah kajian kandungan raksa di dalam air dari loji rawatan air Bukit Goh oleh penyelidik dari Universiti Teknologi Malaysia. Keputusan yang didapati menunjukkan paras merkuri dalam air (0.0093 mg/liter) dari Sungai Riau berhampiran loji rawatan air Bukit Goh yang tercemar melebihi 9 kali dari paras yang dibenarkan untuk air mentah.

Terdapat laporan akhbar yang mendakwa kandungan arsenik yang tinggi dalam ikan yang ditangkap di Sungai Pengorok. Tiga sampel ikan dilaporkan mengandungi 70.8-104.5 g/kg iaitu melebihi 70 ribu kali ganda daripada tahap piawaian keselamatan yang dibenarkan oleh Peraturan Makanan 1985 (1 mg/kg). Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung telah turut serta dalam membuat pemerhatian dan kajian lanjutan mengenai tahap pencemaran bauksit di perairan yang terlibat di sekitar Kuantan, Pahang di samping kesan pencemaran bauksit terhadap sumber perikanan dan ekosistem akuatik. Ini bagi menilai sama ada perlombongan bauksit di Kuantan, Pahang memberikan impak negatif kepada sumber dan ekosistem perikanan.

Persampelan pertama dijalankan pada bulan Januari 2016 melibatkan sampel air dan ikan dari kawasan Sungai Balok, Sungai Penggorak dan persisiran pantai Kuantan. Senarai logam yang dianalisis adalah aluminium (Al), mangan (Mn), magnesium (Mg), ferum (Fe), kuprum (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), kromium (Cr), merkuri (Hg), arsenik (As), selenium (Se) dan plumbum (Pb). Berdasarkan keputusan daripada kajian pertama, persampelan kedua yang lebih komprehensif telah dijalankan pada bulan Februari 2016 melibatkan pengambilan sampel air, ikan dan sedimen dari sungai-sungai yang berhampiran yang terlibat dengan kegiatan perlombongan bauksit. Untuk analisis logam, objektif kajian adalah untuk mendapatkan maklumat menyeluruh mengenai tahap pencemaran logam dalam air sungai bagi tujuan konservasi sumber perikanan, tahap pencemaran dalam isi ikan bagi tujuan keselamatan makanan dan tahap pencemaran dalam sedimen bagi meramalkan kesan jangka panjang perlombongan bauksit terhadap ekosistem.

Perkara-perkara yang hendak dimaklumkan

1. Paras logam dalam air sungai dan muara berhampiran kawasan perlombongan bauksit berada pada paras yang selamat kecuali logam besi. Kepekatan logam besi amat tinggi iaitu hampir 20 - 50 kali ganda daripada paras piawaian keselamatan yang ditetapkan oleh Peraturan Makanan 1985 di hilir beberapa sungai dan muara sungai.

Logam besi boleh membawa kesan toksik pada ikan pada kepekatan yang tinggi seperti ini (>1 ppm).

2. Paras logam dalam tisu ikan yang diperiksa dari sungai-sungai adalah pada paras yang lebih rendah daripada paras yang dibenarkan dalam Peraturan Makanan 1985. Walau bagaimanapun mengikut piawaian pemuliharaan dan pengawalan biodiversiti (Standard dan Kriteria Kualiti Air Marin 2014 dan Standard Kualiti Air Kebangsaan, 2014) paras beberapa logam (Al, Fe dan Mg) dalam tisu ikan ada melebihi paras yang dibenarkan akibat terdedah kepada pencemaran logam (rujuk Jadual 1 dan Jadual 2).
3. Paras ferum dalam sedimen juga merekodkan bacaan yang tinggi untuk logam besi.

Nilai faktor pengkayaan beberapa logam memberi gambaran yang berlakunya pengkayaan logam yang tinggi dalam sedimen di kawasan perlombongan bauksit dan muara sungai di Kuantan, Pahang.

4. Paras logam dalam tisu ikan adalah 6 hingga 600 kali ganda tinggi semasa persampelan bulan Januari berbanding dengan bulan Februari iaitu waktu di mana moratorium mula ditetapkan. Ini bermakna ikan telah terdedah kepada logam dari bauksit seperti yang dilaporkan dalam media massa dan keadaan kembali pulih apabila kegiatan perlombongan dan pengangkutan bauksit dihentikan.
5. Data atau bacaan logam dalam air dan ikan seperti yang dilaporkan dalam akhbar harus diteliti terlebih dahulu kerana terdapat beberapa perkara penting yang patut diberi perhatian seperti penggunaan berat basah vs berat kering tisu ikan yang dianalisis dan juga sama ada sampel air telah dituras ataupun dihadam kerana proses penyediaan sampel yang berlainan ini boleh membawa keputusan yang berlainandan mengelirukan.

Penutup

Jawatankuasa Perancang Jabatan Perikanan adalah dipohon untuk mengambil maklum mengenai paras logam besi yang tinggi dalam air, ikan dan sedimen yang melebihi paras yang sesuai untuk hidupan akuatik dan kemungkinan kesan toksik kepada sumber perikanan khususnya pada peringkat awal seperti telur dan larvae. Kajian lanjut ke atas pemantauan biodiversiti ikan di sungai-sungai berhampiran kawasan perlombongan bauksit juga harus dijalankan supaya maklumat yang menyeluruh dapat dihasilkan dan impak pencemaran bauksit dapat dinilai dengan tepat.

Jadual 1 : Julat kepekatan unsur logam dalam tisu otot ikan

| Logam | Kuala Penur | Sungai Padan | Sungai Mabuk | Peraturan Makanan 1985 (ng/g)* |
|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| (mg/kg) | | | | |
| Magnesium | 14.4 – 107 | 253 – 931 | 22.7 – 464 | NA |
| Ferum | 1.59 - 268 | 9.38 – 190 | 1.51 – 270 | NA |
| (ng/g) | | | | |
| Aluminium | 1.19 – 613 | 8.65 – 304 | 1.69 – 164 | NA |
| Kromium | BDL – 0.40 | BDL – 1.34 | BDL – 0.20 | NA |
| Mangan | 0.01 – 2.07 | 3.03 – 112 | 0.12 – 22.4 | NA |
| Kuprum | 0.02 – 1.06 | 0.03 – 17.3 | 1.11 – 13.9 | 30,000 |
| Zink | 0.62 – 6.00 | 7.13 – 46.8 | 0.46 – 25.1 | 10,000 |
| Arsenik | 0.04 – 0.36 | 0.02 – 1.92 | BDL | 1,000 |
| Selenium | 0.03 – 0.35 | 0.30 – 1.98 | 0.03 – 0.42 | NA |
| Kadmium | BDL – 0.02 | BDL – 0.11 | BDL – 0.04 | 1,000 |
| Raksa | 0.02 – 0.05 | BDL – 0.01 | 0.03 – 0.07 | 500 |
| Plumbum | 0.02 – 0.03 | BDL – 1.86 | 0.07 – 4.86 | 1,000 |

*Unit asal bagi Peraturan Makanan 1985 adalah mg/kg

NA: tidak termaktub di dalam Peraturan Makanan 1985

BDL: di bawah paras pengesanan

Jadual 2 : Nilai maksimum kepekatan unsur logam dalam tisu otot ikan

| Logam | Kuala Penur | Sg. Padan | Sg. Mabuk | Sg. Riau | Sg. Padan | Sg. Mabuk | Sg. Pengorak (Muara) | Sg. Balok (Muara) | Peraturan Makanan 1985 (ng/g)* |
|------------------|-------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------------------|-------------------|--------------------------------|
| (mg/kg) | | | | | | | | | |
| Magnesium | 107 | 931 | 464 | 302 | 931 | 464 | 778 | 172 | NA |
| Ferum | 268 | 190 | 270 | 15.7 | 190 | 270 | 26.8 | 114 | NA |
| (ng/g) | | | | | | | | | |
| Aluminium | 613 | 304 | 164 | 14.4 | 304 | 164 | 7.54 | 32.1 | NA |
| Kromium | 0.40 | 1.34 | 0.20 | BDL | 1.34 | 0.20 | 0.01 | 0.03 | NA |
| Mangan | 2.07 | 112 | 22.4 | 0.70 | 112 | 22.4 | 20.7 | 0.60 | NA |
| Kuprum | 1.06 | 17.3 | 13.9 | 0.81 | 17.3 | 13.9 | 13.9 | 2.35 | 30,000 |
| Zink | 6.00 | 46.8 | 25.1 | 22.2 | 46.8 | 25.1 | 23.8 | 40.6 | 10,000 |
| Arsenik | 0.36 | 1.92 | BDL | BDL | 1.92 | BDL | 3.51 | 5.28 | 1,000 |
| Selenium | 0.35 | 1.98 | 0.42 | 0.78 | 1.98 | 0.42 | 0.79 | 0.36 | NA |
| Kadmium | 0.02 | 0.11 | 0.04 | 0.11 | 0.11 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 1,000 |
| Raksa | 0.05 | 0.01 | 0.07 | BDL | 0.01 | 0.07 | 0.15 | 0.04 | 500 |
| Plumbum | 0.03 | 1.86 | 4.86 | 1.64 | 1.86 | 4.86 | 0.49 | 0.45 | 1,000 |

*Unit asal bagi Peraturan Makanan 1985 adalah mg/kg

NA: tidak termaktub di dalam Peraturan Makanan 1985

BDL: di bawah paras pengesanan

Laporan kesan pencemaran bauksit terhadap perikanan

Intan Nurlemsha Baharom

Pendahuluan

Bauksit adalah bijih utama dalam pembuatan logam aluminium di dunia. Ia merupakan gabungan aluminium hidroksida dan aluminium oksida. Perlombongan bauksit yang tidak sistematik boleh mencemarkan alam sekitar dan memusnahkan ekologi. Namun, kerana nilai komersilnya yang tinggi, kegiatan perlombongan masih lagi dijalankan walaupun sering berlaku konflik kepada penduduk yang terjejas akibat pencemaran bauksit. Pada akhir tahun 2015, kes pencemaran bijih bauksit di Sungai Balok dan Sungai Penggorak, Kuantan, Pahang telah tersebar di media. Air laut di kawasan tersebut juga dilaporkan telah bertukar warna menjadi merah disebabkan oleh bijih bauksit yang dibawa oleh air hujan semasa musim tengkujuh.

Beberapa kajian telah dijalankan oleh institusi pengajian awam. Antaranya adalah kajian kandungan raksa di dalam air dari loji rawatan air Bukit Goh oleh penyelidik dari Universiti Teknologi Malaysia. Keputusan yang diperolehi menunjukkan paras merkuri dalam air (0.0093 mg/L) dari Sungai Riau berhampiran loji rawatan air Bukit Goh yang tercemar melebihi 9 kali ganda dari paras yang dibenarkan untuk air mentah. Terdapat juga laporan akhbar yang mendakwa kandungan arsenik yang tinggi dalam ikan yang ditangkap di Sungai Penggorak. Tiga sampel ikan dilaporkan mengandungi 70.8-104.5 g/kg iaitu melebihi 70 ribu kali ganda daripada tahap piawaian keselamatan yang dibenarkan oleh Peraturan Makanan 1985 (1 mg/kg).

Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung telah turut serta dalam membuat pemerhatian dan kajian lanjutan mengenai tahap pencemaran bauksit di perairan yang terlibat di sekitar Kuantan, Pahang di samping kesan pencemaran bauksit terhadap sumber perikanan dan ekosistem akuatik. Ini bagi menilai sama ada perlombongan bauksit di Kuantan Pahang memberikan impak negatif kepada sumber dan ekosistem perikanan. Persampelan pertama dijalankan pada Januari 2016 melibatkan sampel air dan ikan dari kawasan Sungai Balok, Sungai Penggorak dan persisiran pantai Kuantan. Senarai logam yang dianalisis adalah aluminium (Al), mangan (Mn), magnesium (Mg), ferum (Fe), kuprum (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), kromium (Cr), merkuri (Hg), arsenik (As), selenium (Se) dan plumbum (Pb). Berdasarkan keputusan daripada kajian pertama, persampelan kedua yang lebih komprehensif telah dijalankan pada Februari 2016 melibatkan pengambilan sampel air, ikan dan sedimen dari sungai-sungai yang berhampiran dengan kegiatan perlombongan bauksit. Objektif kajian adalah untuk mendapat maklumat menyeluruh mengenai tahap pencemaran logam dalam air sungai bagi tujuan konservasi sumber perikanan dan tahap pencemaran dalam isi ikan bagi tujuan keselamatan makanan dan tahap pencemaran dalam sedimen bagi meramalkan kesan jangka panjang perlombongan bauksit terhadap ekosistem.

Hasil kajian

Kajian yang dijalankan oleh Institut Penyelidikan Perikanan, Jabatan Perikanan Malaysia pada bulan Februari 2016, telah menunjukkan pencemaran logam dalam ikan hasil daripada aktiviti perlombongan bauksit adalah rendah dengan kepekatan di bawah paras maksimum yang dibenarkan seperti yang termaktub dalam Peraturan Makanan 1985. Logam yang diperiksa termasuklah aluminium, besi, mangan, magnesium, zink, kadmium, kromium, plumbum, raksa, kuprum, arsenik dan selenium. Sejumlah 25 spesies ikan (64 spesimen) telah diambil dari Sungai Balok; Sungai Penggorak; Sungai Riau; Sungai Mabuk; Sungai Padan; Empangan Kobalt, Kuala Penur dan Tanjung Lumpur (Rajah 1).

Selain daripada memeriksa sampel ikan, sampel-sampel air dan sedimen dari sungai-sungai juga diambil bagi memeriksa kandungan logam di dalamnya. Keputusan yang diperolehi menunjukkan kepekatan logam besi di dalam air dan sedimen adalah meningkat. Kepekatan logam besi dalam air sangat tinggi berbanding nilai 1 ppm seperti yang diperakukan untuk perlindungan haiwan akuatik dalam sungai dan muara. Logam besi dalam sedimen sekitar Sungai. Balok dan sungai-sungai berdekatan Bukit Goh menunjukkan adanya pengkayaan logam. Nilai maksimum kepekatan unsur logam dalam tisu ikan ditunjukkan di dalam Jadual 1.



Rajah 1: Kawasan persampelan

Jadual 1: Nilai maksimum kepekatan unsur logam dalam tisu otot ikan

| Logam | Kuala Penur | Sungai Padan | Sungai Mabuk | Peraturan Makanan 1985 (ng/g)* |
|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| (mg/kg) | | | | |
| Magnesium | 107 | 931 | 464 | NA |
| Ferrum | 268 | 190 | 270 | NA |
| (ng/g) | | | | |
| Aluminium | 613 | 304 | 164 | NA |
| Kromium | 0.40 | 1.34 | 0.20 | NA |
| Mangan | 2.07 | 112 | 22.4 | NA |
| Kuprum | 1.06 | 17.3 | 13.9 | 30,000 |
| Zink | 6.00 | 46.8 | 25.1 | 10,000 |
| Arsenik | 0.36 | 1.92 | BDL | 1000 |
| Selenium | 0.35 | 1.98 | 0.42 | NA |
| Kadmium | 0.02 | 0.11 | 0.04 | 1000 |
| Raksa | 0.05 | 0.01 | 0.07 | 500 |
| Plumbum | 0.03 | 1.86 | 4.86 | 1000 |

*Unit asal bagi Peraturan Makanan 1985 adalah mg/kg
 NA: tidak termaktub di dalam Peraturan Makanan 1985
 BDL: di bawah paras pengesanan

Kesimpulan

Kesimpulannya, terdapat petunjuk pergerakan logam daripada kawasan perlombongan ke dalam sungai dan muara. Bahagian muara sungai telah bertindak menjadi sinki kepada sedimen. Walaupun pencemaran logam tidak mencapai paras yang membimbangkan dalam rantai makanan, namun terdapat peningkatan dalam paras kebiasaan logam dalam beberapa ikan.

Cadangan

Pemantauan pencemaran logam dan perubahan dalam biodiversiti komuniti ikan dalam sungai-sungai berdekatan Bukit Goh adalah sangat disyorkan.

Penghargaan

Laporan Kajian Kesan Perlombongan Bauksit Terhadap Perikanan telah disediakan dan dilaksanakan oleh Pasukan Petugas Kualiti Air, Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung, Pulau Pinang;

- Dr. Shahunthala Devi Ramachandran, Pegawai Penyelidik Kanan
- Intan Nurlemsha Baharom, Pegawai Penyelidik
- Abu Yazidyusnisab Muhammad, Penolong Pegawai Penyelidik
- Mohd Nawab Arshad, Pembantu Makmal
- Mohd Fauzi Ahmad, Pembantu Makmal

dan Pejabat Perikanan Daerah Kuantan, Pahang;

- Wan Mohd Rosdi Wan Yusoff, Pembantu Perikanan

dengan kerjasama Makmal Berpusat, Universiti Malaysia Pahang.

Laporan kajian kualiti air dan pencemaran logam di Tasik Chini, Pahang dan kesannya terhadap perikanan

Intan Nurlemsha Baharom, Abu Yazidyusnisab Muhammad dan Ku Kassim Ku Yaacob

Pengenalan

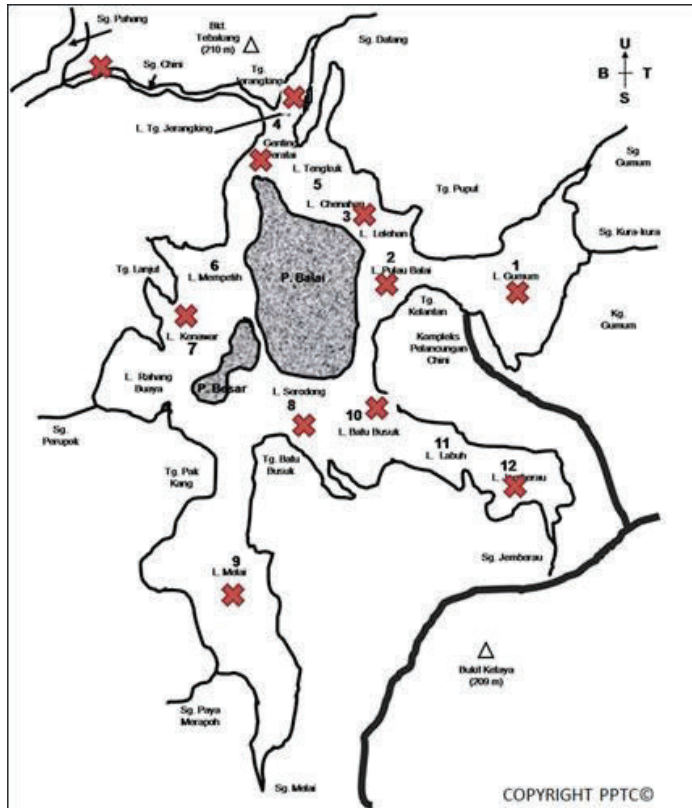
Laporan ini adalah hasil daripada kajian kualiti air dan logam Tasik Chini yang telah dijalankan pada 7 Mac 2018 (persampelan pertama) dan 3 Oktober 2018 (persampelan kedua). Kajian ini adalah kolaborasi di antara Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung dan Institut Penyelidikan Air Hidraulik Kebangsaan (NAHRIM) di mana NAHRIM telah dipertanggungjawabkan untuk memelihara Tasik Chini sebagai salah satu tapak pemeliharaan dan pemuliharaan UNESCO di Malaysia. Tasik Chini merupakan tasik kedua terbesar di Malaysia selepas Tasik Bera, Pahang. Ia merupakan salah satu daripada tarikan pelancongan di Malaysia dengan taburan tumbuhan akuatik teratai meluas di sekitar tasik. Tasik ini mengalir keluar ke Sungai Pahang melalui Sungai Chini. Namun, pada tahun 1996 sebuah empangan telah dibina di hilir sungai berkenaan untuk mengekalkan aras air dan kedalaman tasik tersebut semasa musim kemarau. Walau bagaimanapun, kaedah ini mungkin memberi kesan kepada keadaan semulajadi tasik, kualiti air dan pencemaran yang akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan hidupan akuatik dalam tasik melalui peningkatan aras air.

Objektif

Kajian ini mempunyai dua objektif utama. Objektif pertama adalah untuk menentukan parameter kualiti air daripada aspek kimia (ammonia, nitrat, nitrit, fosfat) dan aspek fizikal (suhu, kemasinan, pH dan oksigen terlarut). Objektif kedua pula adalah untuk mengenal pasti kepekatan kontaminan logam berat di dalam air, sedimen dari Tasik Chini. Maklumat daripada kajian awal ini dapat mengenal pasti tahap pencemaran dalam air tasik dan sungai-sungai punca air bagi tujuan konservasi sumber perikanan dan tahap pencemaran dalam isi ikan bagi tujuan keselamatan makanan dan tahap pencemaran dalam air serta sedimen untuk meramalkan kesan jangka panjang perlombongan terhadap ekosistem.

Lokasi

Dalam kajian ini, sejumlah 10 kawasan telah dipilih sebagai lokasi persampelan di mana 8 lokasi (St.1, St.2, St.3, St.5, St.7, St.9, St. 12, St. Empangan) telah ditentukan pada persampelan pertama dan tambahan tiga stesen pada persampelan kedua (St.4, St.8 dan St.10) (Rajah 1).



Rajah 1: Tasik Chini dan kawasan kajian

Keputusan dan perbincangan

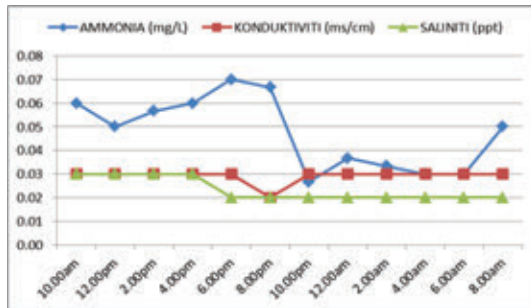
Profil kualiti air 12 jam (stesen empangan)

Keputusan bagi profil kualiti air yang dijalankan selama 12 jam di stesen empangan ditunjukkan dalam Jadual 1 dan Rajah 2-4. Bacaan suhu adalah sekata di mana julat suhu adalah 29.6 hingga 29.8 °C. Tiada perbezaan yang ketara di antara waktu siang dan malam. Bacaan saliniti menunjukkan julat di antara 0.02 hingga 0.03 ppt. Saliniti pada permulaan kiraan jam 10 pagi adalah sebanyak 0.03 ppt dan menurun kepada 0.02 ppt bermula jam 6.00 petang sehingga 8.00 pagi keesokan hari. Profil pH pula menunjukkan bacaan dalam julat 6.0-6.2. Paras DO adalah rendah dan kurang memuaskan iaitu 2-3 mg/L. Ini mungkin disebabkan oleh peningkatan aras air dalam Tasik Chini dan peredaran arus yang perlahan akibat empangan menyebabkan berlakunya pengumpulan sedimen, pembuangan sisa dari perkampungan berdekatan, resort pelancongan, kawasan pertanian serta perlombongan. Paras ammonia di stesen empangan mencatatkan bacaan 0.03 hingga 0.07 ppm dan tidak melebihi tahap piawai yang disyorkan (0.3 ppm).

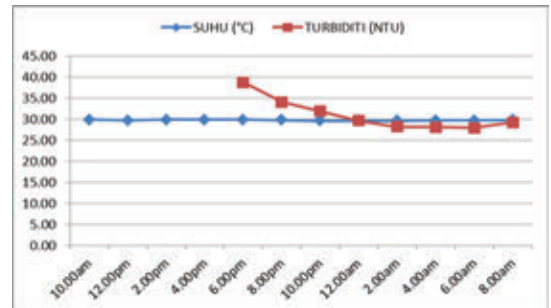
Jadual 1: Purata bacaan kualiti air dalam tempoh 12 jam persampelan.

| Tarikh | Masa | Suhu (°C) | Konduktiviti (mS/cm) | Saliniti (PPT) | pH | Turbiditi (NTU) | DO (mg/L) | Dalam (m) | Ammonia (mg/L) |
|---------|--------|-----------|----------------------|----------------|-----|-----------------|-----------|-----------|----------------|
| 3/10/18 | 10 pg | 29.80 | 0.07 | 0.03 | 6.1 | NA | NA | NA | 0.06 |
| | 12 tgh | 29.70 | 0.07 | 0.03 | 6 | NA | NA | NA | 0.05 |
| | 2 ptg | 29.80 | 0.07 | 0.03 | 6.2 | NA | NA | NA | 0.06 |
| | 4 ptg | 29.80 | 0.07 | 0.03 | 6.3 | NA | NA | NA | 0.06 |
| | 6 ptg | 29.80 | 0.06 | 0.02 | 6.1 | 38.73 | 2.48 | 1.3 | 0.07 |
| | 8 mlm | 29.73 | 0.03 | 0.02 | 6 | 34.00 | 2.44 | 1.2 | 0.07 |
| | 10 mlm | 29.60 | 0.03 | 0.02 | 6.1 | 31.87 | 2.51 | 1.3 | 0.03 |
| 4/10/18 | 12 mlm | 29.57 | 0.03 | 0.02 | 6.2 | 29.57 | 2.56 | 1.3 | 0.04 |
| | 2 pg | 29.62 | 0.03 | 0.02 | 6.1 | 28.17 | 2.71 | 1.3 | 0.03 |
| | 4 pg | 29.66 | 0.03 | 0.02 | 6 | 28.10 | 2.88 | 1.3 | 0.03 |
| | 6 pg | 29.70 | 0.03 | 0.02 | 6.1 | 27.90 | 2.75 | 1.3 | 0.03 |
| | 8 pg | 29.75 | 0.03 | 0.02 | 6.2 | 29.17 | 2.81 | 1.3 | 0.05 |

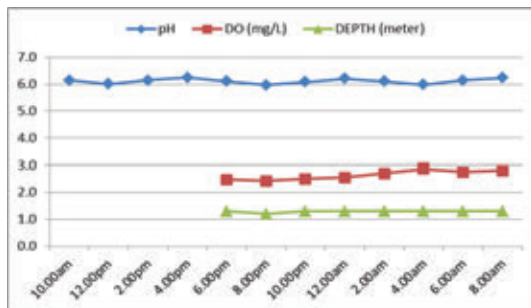
NA: tiada data



Rajah 2: Bacaan ammonia, konduktiviti dan saliniti mengikut waktu persampelan di stesen empangan Tasik Chini



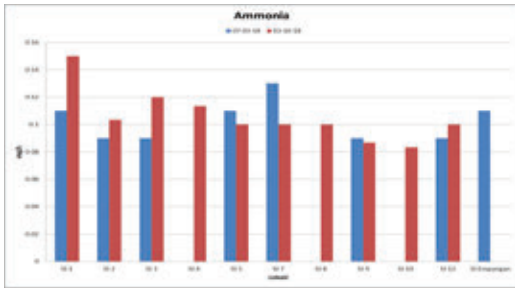
Rajah 3: Bacaan suhu dan turbiditi mengikut waktu persampelan di stesen empangan Tasik Chini



Rajah 4: Bacaan pH, DO dan kedalaman mengikut waktu persampelan di stesen empangan Tasik Chini

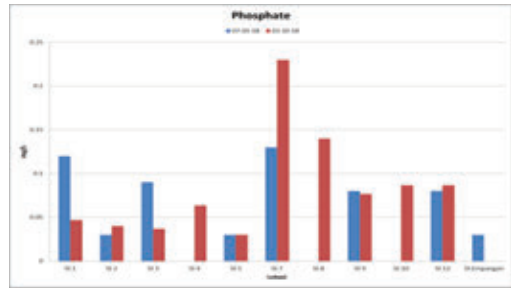
Kualiti air Tasik Chini

Keputusan analisis kualiti air di stesen-stesen di Tasik Chini ditunjukkan dalam Rajah 5 hingga Rajah 10. Sebanyak lima (5) komponen kualiti air telah dianalisis daripada sampel air yang telah disampel pada 7 Mac dan 3 Oktober 2018. Namun kesemua komponen tersebut berada di bawah paras piawaian. Hanya parameter TSS yang disampel pada 7 Mac 2018 di Stesen Empangan menghampiri paras piawaian *Natural Water Quality Standard* Jabatan Alam Sekitar (DoE) (50 mg/L) iaitu sebanyak 45.67 mg/L.



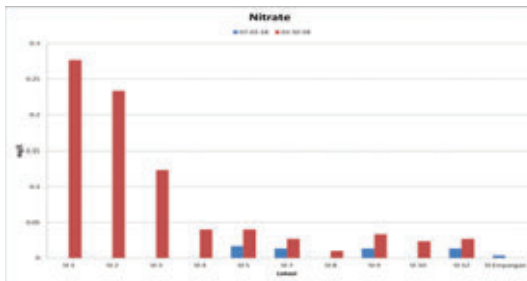
Standard kualiti air kelas IIB JAS (0.3 mg/L)

Rajah 5: Perbandingan paras ammonia mengikut lokasi dan tarikh persampelan



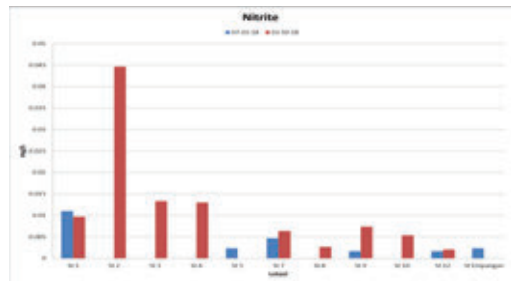
Standard kualiti air kelas IIB JAS (0.14 mg/L)

Rajah 6: Perbandingan paras fosfat mengikut lokasi dan tarikh persampelan



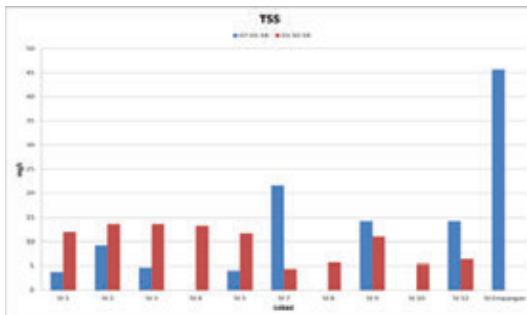
Standard kualiti air kelas IIB JAS (7.0 mg/L)

Rajah 7: Perbandingan paras nitrat mengikut lokasi dan tarikh persampelan



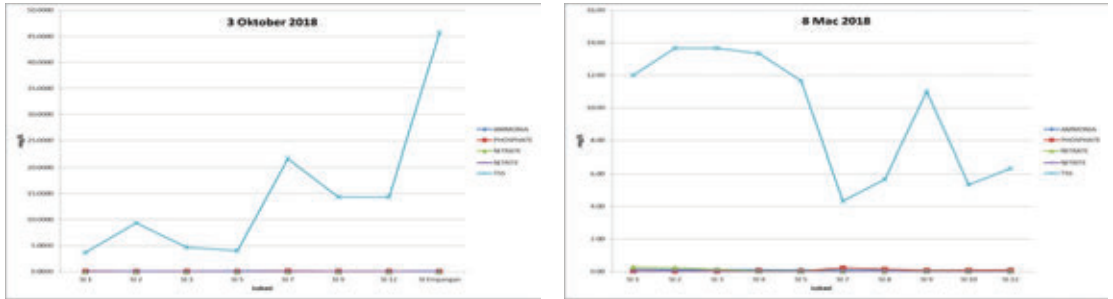
Standard kualiti air kelas IIB JAS (0.4 mg/L)

Rajah 8: Perbandingan paras nitrit mengikut lokasi dan tarikh persampelan



Standard kualiti air kelas IIB JAS (50 mg/L)

Rajah 9: Perbandingan bacaan TSS mengikut lokasi dan tarikh persampelan



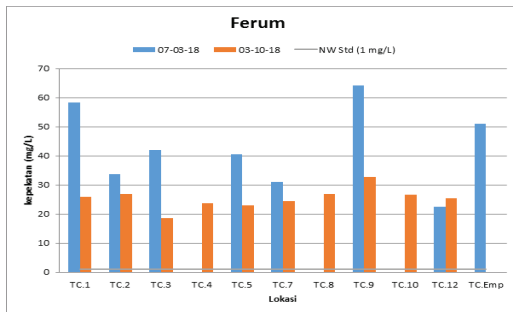
Rajah 10: Perbandingan taburan parameter kualiti air mengikut lokasi dan tarikh persampelan

Kajian logam

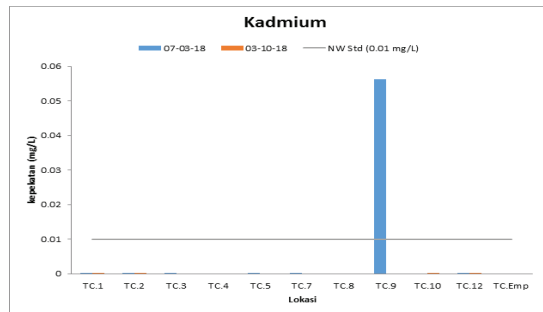
Sebanyak 12 unsur logam berat telah dianalisis daripada sampel air yang diambil dari Tasik Chini pada 7 Mac 2018. Unsur-unsur tersebut adalah magnesium (Mg), aluminium (Al), kromium (Cr), ferum (Fe), mangan (Mn), kuprum (Cu), arsenik *total* (As), zink (Zn), selenium (Se), cadmium (Cd), merkuri (Hg) dan plumbum (Pb). Keputusan analisis menunjukkan empat (4) unsur telah melebihi paras piawaian NWQS oleh DoE (Rajah 2) iaitu unsur Fe, Mn, Cd dan Hg. Keputusan paras logam dari bahagian hulu dan pertengahan sungai ditunjukkan dalam Rajah 11 hingga 14.

Unsur ferum menunjukkan paras yang tinggi yang melebihi standard piawai pada kedua-dua tarikh persampelan di kesemua lokasi (Rajah 8). Logam cadmium menunjukkan paras tinggi di lokasi TC.9 (Melai) pada persampelan bertarih 7 Mac 2019. Bagi unsur merkuri juga mencatatkan paras yang tinggi di TC.1 (Gumum) dan juga di TC.9 (Melai). Bagi unsur mangan, paras tinggi dicatatkan hanya pada persampelan pertama (7 Mac 2018) di lokasi TC.1, TC.2, TC.3, TC.5, TC.7, TC.9, TC.12 dan TC. Empangan.

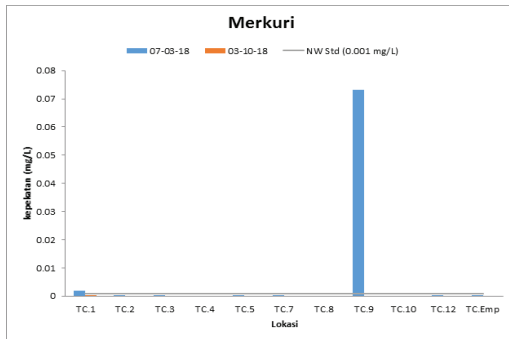
Kepekatan logam merkuri dan cadmium yang mencapai paras yang tinggi di TC.9 mencadangkan kemungkinan terdapat sumber pencemaran dari dua unsur tersebut dari kawasan sekitar.



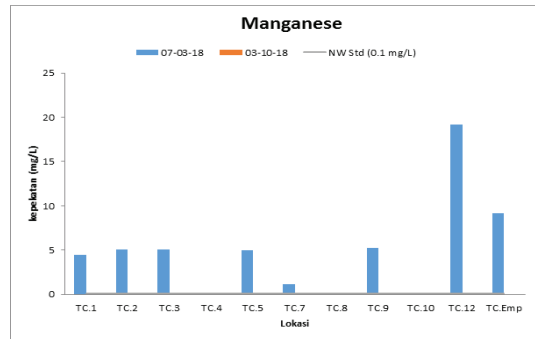
Rajah 11: Taburan kepekatan logam ferum mengikut lokasi dan tarikh persampelan



Rajah 12: Taburan kepekatan logam kadmium mengikut lokasi dan tarikh persampelan



Rajah 13: Taburan kepekatan logam merkuri mengikut lokasi dan tarikh persampelan



Rajah 14: Taburan kepekatan logam mangan mengikut lokasi dan tarikh persampelan

Rumusan

Kajian ini bertujuan untuk melihat pengaruh kualiti air dan logam berat dalam ekosistem akuatik di Tasik Chini. Keputusan kualiti air masih berada di bawah paras piawaian JAS. Namun, paras pencemar logam perlu diambil kira kerana kesan akumulasi logam dalam ekosistem akuatik yang akan mempengaruhi rantai makanan seterusnya pengguna. Kajian lanjut terhadap taburan logam dalam tisu ikan perlu dijalankan bagi mengenal pasti risiko akumulasi logam terhadap pengguna di kawasan sekitar.

Assessment of heavy metal concentration from cockle farmed area at Johor, Penang, Perak and Selangor.

Najihah Mohamad, Abu Yazid Yusnisab Muhammad, Ku Kassim Ku Yaacob, Intan Nuriemsha Baharom

Jabatan Perikanan Malaysia

Assessment of Heavy Metal Concentrations from Cockle Farmed Area at Johor, Penang, Perak, and Selangor

*Najihah Mohamad, Abu Yazid Yusnisab Muhammad, Ku Kassim Ku Yaacob, & Intan Nuriemsha Baharom.

Impact Assessment Research Division, Fisheries Research Institute (FRI) Batu Maung, 11960 Batu Maung, Penang.

*e-mail: najihah@dof.gov.my

Introduction

The blood cockle, *Tegillarca granosa* is considered as an important protein source for locals and is significant as an indicator of contaminants presents inside cockle and sediment. Since they bury themselves in the sediment bottom and its filter feeding nature, a higher concentration of metal bio availability in sediments compared to surrounding water body causing heavy metals to concentrate in bivalve. Thus, to determine the concentration of heavy metal levels in cockle and sediment, samples were taken from four states with the highest cockle production at Johor, Perak, Penang, and Selangor.

Results and Discussion

Table 1: Range of metal concentration in cockle by sampling area

| Trace (ppm) | Kuala Sanglang | Kuala Selangor | Jarum Mas | Kuala Juru | Food Act 1983 (ppm) |
|-------------|----------------|----------------|-----------|------------|---------------------|
| Zn | <0.10 | >1.00 | >1.00 | >0.10 | 100 |
| Cu | <0.01 | >1.00 | >1.00 | >0.10 | 30 |
| As | BD | 0.9 - 4.5 | >0.10 | <0.01 | 1 |
| Cd | <0.01 | 0.4 - 1.1 | >0.01 | <0.01 | 1 |
| Hg | BD | <0.01 | <0.10 | <0.01 | 0.5 |
| Pb | <0.01 | <0.01 | <1.00 | <0.01 | 2 |

Table 2: Range of metal concentration in sediment from cockle sampling area

| Trace (ppm) | Kuala Sanglang | Kuala Selangor | Jarum Mas | Kuala Juru | ISQG (ppm) |
|-------------|----------------|----------------|-----------|------------|------------|
| As | <1.00 | <1.00 | <1.00 | <0.10 | 7.24 |
| Cd | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.7 |
| Cr | <1.00 | <1.00 | <1.00 | <1.00 | 52.3 |
| Cu | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <1.00 | 18.7 |
| Pb | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | 30.2 |
| Hg | <0.10 | BD | BD | BD | 0.13 |
| Zn | >1.00 | >1.00 | >1.00 | <1.00 | 124 |

Both As and Cd in cockle at Kuala Selangor exceed the Food Act 1983 at 4.5ppm and 1.1ppm, when the optimum concentration should not exceed 1ppm. This might be contributed from human activities since the farm is located near estuaries which receives sewage and waste deposits from the mainland (Koh et al., 2011).

Materials and Method

Sampling




- 2016-2018 at specified locations

Digestion

- Using microwave digester with mixed acid

Analysis

- Using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) detailing on trace metals: zinc (Zn); copper (Cu); arsenic (As); cadmium (Cd); mercury (Hg); plumbum (Pb); chromium (Cr)

Conclusion

Data indicate no major threat to public health from levels of trace metals recorded in both cockle and sediment, aside from As and Cd in Kuala Selangor. Regular surveillance of the foreign matters in the cockle farming area is significant to ensure longevity of adult production.

References

Hossen M.F., Hamdan S., Rahman M.R. 2014. Cadmium and lead in blood cockle (*Anadara granosa*) from Asajaya, Sarawak, Malaysia. *The Scientific World Journal*.

Koh S. M., Koh S. M., Koh P. K., Sim K. T., Lee Y. H., Salim S., 2011. Proximate analysis and heavy metal concentrations of tissues of cockles (*Anadara granosa*) from several cockle farms in Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana* 40(2):139-146.

Acknowledgement

National allocation budget RMK11.

(Dibentang di World Seafood Congress, 9-11 Sept 2019 Penang Malaysia)

Distribution of heavy metals in pelagic and demersal fish from selected landing jetties in Peninsular Malaysia

Intan Nurlemsha Baharom, Abu Yazid Yunisab Muhammad, Ku Kassim Ku Yaacob, Nurulnadia M. Yusoff



Distribution of heavy metal in pelagic and demersal fish from selected landing jetties in Peninsular Malaysia

INTAN NURLEMSHA BAHAROM^{1,3}, ABU YAZID YUNISAB MUHAMMAD¹,
KU KASSIM KU YAACOB¹, MOHD YUSOFF NURULNADIA^{2,3}

¹Impact Assessment Division, Fisheries Research Institute, 11950 Batu Maung, Penang, Malaysia
²Faculty of Science and Marine Environment, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Nerus, Terengganu, Malaysia
³Institute of Oceanography and Environment, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Nerus, Terengganu, Malaysia



INTRODUCTION

Fisheries is an important food commodity in Malaysia as a maritime nation and the main source of protein for humans. Annual fisheries statistic (DOF 2015, 2016) reported a total of 1.49 and 1.57 million tonnes of marine fishes landed in Malaysian fish jetties in 2015 and 2016, respectively. Four major fishing grounds in Malaysia are the waters of the west and east coasts of Peninsular Malaysia and those off Sarawak and Sabah states. The most commonly landed species is categorized into pelagic and demersal fish. Pelagic fish spend most of their life swimming in the water column with little contact with the ocean bottom and are divided into large pelagic (like tuna and swordfish) and small pelagic (like anchovy and sardines) (Naccari et al., 2015) while demersal fish swim in deep waters, live in close relation to the bottom and are influenced by the dynamic benthic community (Pinnino & Bellido, 2012).

Objectives
This study aimed to determine the concentration of metals and condition factor of twelve commercial fish species from six landing jetties of Peninsular Malaysia.

MATERIALS AND METHODS



Sampling Procedure



EPA Method 200.7 and 6020 (CLP-MJ1998)

RESULT AND DISCUSSION

Table 1: Description of samples collected from landing areas

| Species | Quantity (samples) | Weight (kg) | Length (cm) | Location | |
|---------------|--------------------|-------------|-------------|-----------|------------|
| Pelagic fish | Kepong-10 | 3 | 63-103 | 0.9-2.4 | Johor |
| | Kepong-20 | 3 | 148-170 | 32.8-36.2 | Selangor |
| | Kepong-30 | 3 | 142-160 | 32.4-34.0 | Perlis |
| | Kepong-40 | 3 | 95-140 | 20.1-23.1 | Perlis |
| | Kepong-50 | 3 | 149-159 | 29.9-31.1 | Terengganu |
| | Kepong-60 | 3 | 98-120 | 19.1-21.5 | Terengganu |
| Demersal fish | Kepong-70 | 3 | 88-103 | 21.1-22.7 | Terengganu |
| | Kepong-80 | 3 | 79-94 | 20.4-22.3 | Johor |
| | Kepong-90 | 3 | 85-102 | 20.3-22.6 | Pahang |
| | Kepong-100 | 3 | 80-99 | 18.7-21.1 | Kelantan |
| | Kepong-110 | 3 | 89-108 | 19.8-21.6 | Selangor |
| | Kepong-120 | 3 | 85-100 | 18.1-20.5 | Kelantan |

This study was conducted to determine heavy metal concentrations from two different habitats of fish (pelagic and demersal). This study was also conducted to determine whether there is a difference in metal concentration occurrences in pelagic and demersal fish tissues. A total of 110 commercial fish samples were collected from six selected locations in Peninsular Malaysia. 60 samples of five species of pelagic fish and 50 samples from seven demersal fish species were collected (Table 2). Six elements were tested from fish tissue samples namely Zn, Cu, As, Cd, Hg and Pb. Table 3 showed the range of metals concentration by sampling area and fish habitat. In pelagic fish samples, Zn, Cu, Cd, Hg and Pb respectively showed low concentrations and did not exceed the standard level of the Malaysian Food Act 1983. However for As, there were divergences from fish samples from Johor, Penang, Perlis and Terengganu (1.30> 1.50 > 2.50 > 2.90 mg/kg). For demersal fish, As also indicated high concentration above the standards in all samples Johor (2.70 mg/kg), Penang (2.70 mg/kg), Kelantan (3.2 mg/kg), Terengganu (4.7 mg/kg) and Perlis (13.40 mg/kg). Only demersal fish samples of Selangor did not surpass the standard level. High concentration of Hg were also detected in samples from Kelantan (1.10 mg/kg). Other elements were below the outlined standard level. From this study only two elements exceeded the standard which were As and Hg. Concentration of As in pelagic fish was lower than demersal fish in samples from Johor, Penang, Perlis, Kelantan and Terengganu. The Hg elements were found to be higher than MFA standard in demersal fish from Kelantan. Although muscles tissues are considered as poor indicator for heavy metals (Jezeriska and Wlasek, 2001) Hg shows higher affinity to the muscles in comparison of other metals. Therefore, the concentration of Hg in demersal fish tissue from Kelantan should be monitored and the source of the contamination should be identified.

Table 2: Maximum value of heavy metal concentration in fish tissues from sampling locations (mg/kg).

| Location | Habitat | No. of specimens | Elements | | | | | |
|------------|----------|------------------|----------|------|-------|------|------|------|
| | | | Zn | Cu | As | Cd | Hg | Pb |
| Johor | Pelagic | 33 | 1.21 | 1.09 | 1.30 | 0.08 | 0.07 | 0.10 |
| | Demersal | 10 | 2.40 | 0.36 | 2.70 | 0.03 | 0.20 | 0.30 |
| Penang | Pelagic | 33 | 1.80 | 0.03 | 0.08 | 0.03 | 0.09 | 0.01 |
| | Demersal | 10 | 2.70 | 0.04 | 0.30 | 0.02 | 0.04 | 0.01 |
| Perlis | Pelagic | 33 | 10.19 | 2.20 | 1.90 | 0.03 | 0.01 | 0.01 |
| | Demersal | 10 | 10.48 | 0.40 | 2.70 | 0.02 | 0.40 | 0.30 |
| Terengganu | Pelagic | 33 | 19.48 | 3.10 | 3.90 | 0.08 | 0.04 | 0.40 |
| | Demersal | 10 | 10.40 | 0.40 | 11.40 | 0.04 | 0.30 | 0.30 |
| Kelantan | Pelagic | 10 | 0.03 | 1.90 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.30 |
| | Demersal | 1 | 1.90 | 0.04 | 3.90 | 0.04 | 1.10 | 0.40 |
| Selangor | Pelagic | 10 | 14.20 | 1.00 | 2.70 | 0.03 | 0.20 | 0.20 |
| | Demersal | 7 | 11.00 | 0.40 | 4.10 | 0.04 | 0.08 | 0.03 |
| MFA (1983) | | | NA | NA | 1 | 1 | 1 | 1 |
| FAO (1970) | | | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| FAO (1993) | | | 40 | 30 | NA | 0.5 | NA | 0.5 |

MFA: Malaysian Food Act; FAO: Food and Agriculture Organization; WHO: World Health Organization

CONCLUSION

In conclusion, this study provides heavy metal distribution in pelagic and demersal fish sampled from fish landing areas in Peninsular Malaysia. As and Hg were metals elements that have been discovered and exceeded the MFA standards. There are also differences in the concentration of metals existed in pelagic and demersal fish tissues. Demersal fish have a higher potential for accumulating metal than pelagic fish. Further study in monitoring need to be carried out to ensure the fish is still safe for consumption. Studies to identify sources of pollution in fishery waters should also be conducted to reduce the risk of contamination in fish.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study is supported by RMK-11 Research Grant for Fisheries Research Institute, Department of Fisheries Malaysia. The authors are grateful to thank Ms. Emilia Nasrin from Universiti Sains Malaysia for the sample preparation and laboratory work.

REFERENCES

Malaysian Food Act (1983). Amendment 2018. Fourteenth schedule (regulation 38).
Method 6020 Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (1998). United States Environmental Protection Agencies.
Method 200.5, Revision 5.4. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (1994). United States Environmental Protection Agencies.

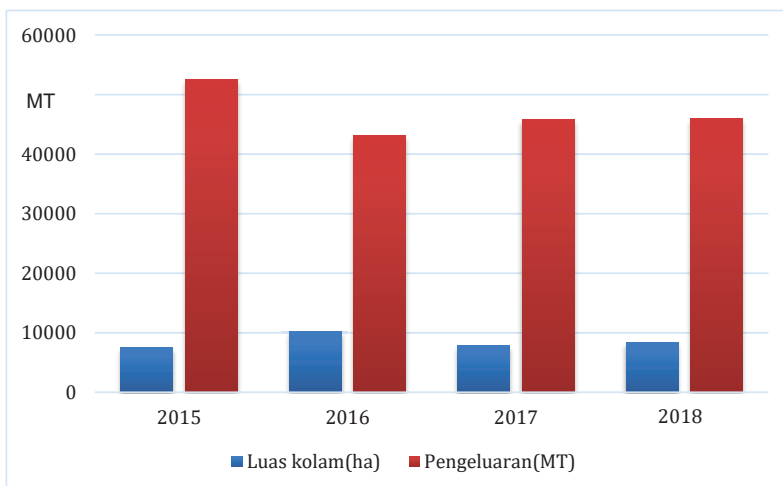
Laporan kajian sisa pepejal aktiviti akuakultur udang marin di Kedah dan Pulau Pinang

Azhar Hamzah dan Ku Kassim Ku Yaacob

Pendahuluan

Akuakultur udang marin adalah salah satu sektor yang menghasilkan pendapatan lumayan kepada para pengusaha. Oleh kerana Malaysia mempunyai kawasan pesisiran pantai yang luas dan berpotensi, industri akuakultur ini berkembang sejak tahun 80-an hingga kini. Antara spesies udang marin yang diternak secara komersial adalah udang harimau (*Penaeus monodon*) dan udang putih (*Penaeus vannamei*). Data yang direkodkan pada tahun 2018 menunjukkan terdapat 11,486 kolam air payau yang meliputi kawasan seluas 8,282 hektar dan diusahakan oleh 784 orang. Terdapat juga kolam yang digunakan untuk ternakan siakap, jenahak dan tilapia tetapi majoriti kolam-kolam berkenaan aktif menjalankan ternakan udang marin. Ini mungkin didorong oleh permintaan dan harga yang tinggi untuk udang marin di dalam dan luar negara. Kebanyakan pengusaha menjalankan ternakan secara intensif di mana dua atau tiga pusingan ternakan dilakukan setiap tahun. Kolam-kolam ternakan udang marin biasanya dibina di kawasan paya bakau yang mempunyai bekalan air payau. Ternakan secara intensif ini memberi impak negatif kepada kawasan paya bakau yang diteroka tersebut akibat pencemaran sisa-sisa ternakan yang dibuang ke sungai.

Pada tahun 2015, keluasan kolam ternakan udang marin di Malaysia adalah 7,525.26 hektar dengan jumlah pengeluaran sebanyak 52,571 tan metrik. Keluasan kolam ternakan telah meningkat kepada 8,283.74 hektar pada tahun 2018 tetapi jumlah hasil pengeluaran menurun kepada 45,913 tan metrik (Perangkaan Jabatan Perikanan Malaysia 2015, 2016, 2017 & 2018). Ini mungkin disebabkan masalah penyakit ternakan seperti EMS dan EHP yang telah menjejaskan jumlah tuaian untuk tempoh berkenaan. Antara langkah yang perlu diambil adalah dengan memastikan pengurusan operasi ternakan dijalankan mengikut garis panduan amalan akuakultur yang ditetapkan supaya masalah penyakit dapat dibendung.



Rajah 1: Luas kolam ternakan dan pengeluaran udang marin di Malaysia pada tahun 2015 hingga 2018 (Perangkaan Jabatan Perikanan Malaysia 2015-2018)

Justeru, Jabatan Perikanan Malaysia telah menggariskan 'Kod Amalan Akuakultur Baik' kepada penternak bagi memastikan operasi ternakan dijalankan mengikut kaedah yang sistematik bagi menjamin kelestarian industri dan alam semulajadi. Walaupun begitu, terdapat juga penternak-penternak yang tidak mematuhi sepenuhnya garis panduan berkenaan sehingga mengakibatkan risiko pencemaran. Justeru, kaedah-kaedah pengurusan sisa pepejal dari kolam ternakan udang marin wajar diuruskan dengan baik mengikut garis panduan yang betul untuk manfaat industri dan masyarakat. Di dalam laporan ini, data-data berkaitan kajian ke atas kolam-kolam ternakan udang marin dilampirkan bagi melihat situasi semasa yang berlaku berkaitan pengurusan sisa pepejal daripada aktiviti ternakan yang dijalankan.

Objektif

- i. Melaksanakan kajian berkaitan pengumpulan data sisa pepejal daripada aktiviti akuakultur udang marin di zon utara Semenanjung Malaysia.
- ii. Menganalisis hasil kajian untuk merangka strategi pengurusan sisa pepejal secara sistematik.

Bahan dan kaedah penyelidikan

- i. Kajian ini telah dijalankan selama sembilan bulan pada tahun 2019 iaitu mulai bulan Mac hingga November. Lawatan dan soal selidik berkaitan aktiviti-aktiviti ternakan udang marin telah dijalankan bagi mengetahui situasi sebenar di lapangan.
- ii. Dua orang kakitangan telah terlibat setiap kali lawatan dan kutipan data di lapangan. Pengumpulan data ini melibatkan pengusaha-pengusaha yang terdiri daripada pengusaha persendirian dan syarikat yang berdaftar dengan Jabatan Perikanan Malaysia. Lawatan ke lokasi-lokasi kajian dijalankan setelah dimaklumkan kepada pengusaha dan mendapat persetujuannya terlebih dahulu.
- iii. Data-data yang direkodkan semasa kajian ini adalah lokasi, luas dan bilangan kolam, spesis yang ditenak, sistem ternakan, kuantiti hasil tuaian setiap pusingan, peratus hidup ternakan, jumlah makanan yang digunakan setiap pusingan dan kaedah pelupusan sisa yang diamalkan.
- iv. Semua maklumat dan data direkodkan dalam borang khas yang disediakan sebelum dianalisis untuk dibentangkan dalam laporan ini. Maklumat bergambar juga dikumpul bagi memberi gambaran lebih jelas berkaitan operasi dan dapatan kajian.

Keputusan

Jadual 1: Kawasan kajian sisa pepejal daripada aktiviti ternakan udang marin.

| Lokasi kolam | Bilangan pengusaha | Bilangan kolam | Luas kolam (ha) | Spesis ternakan |
|------------------------|--------------------|----------------|-----------------|--|
| Merbok, Kedah | 9 | 52 | 104 | <i>P. vannamei</i> & <i>P. monodon</i> |
| Pantai Merdeka, Kedah | 4 | 53 | 106 | <i>P. vannamei</i> & <i>P. monodon</i> |
| Kuala Sanglang, Kedah | 2 | 11 | 6.6 | <i>P. vannamei</i> |
| Juru, P. Pinang | 2 | 11 | 22 | <i>P. vannamei</i> |
| Balik Pulau, P. Pinang | 2 | 72 | 144 | <i>P. vannamei</i> & <i>P. monodon</i> |
| Jumlah | 19 | 199 | 382.6 | |

Pengumpulan data telah dijalankan di tiga lokasi ternakan udang marin di Kedah iaitu di Merbok, Pantai Merdeka dan Kuala Sanglang dan dua lokasi di Pulau Pinang iaitu di Juru dan Balik Pulau (Jadual 1). Sembilan belas (19) pengusaha telah memberikan kerjasama dalam kajian yang meliputi 199 kolam ternakan dengan jumlah keluasan 382.6 ha. Dua spesis utama yang ditenak ialah udang putih (*Penaeus vannamei*) dan udang harimau (*Penaeus monodon*). Pengumpulan data di kawasan terlibat mengambil masa lapan bulan.

Kajian di negeri Perlis tidak dapat dilaksanakan berikutan tiada aktiviti ternakan udang marin di negeri berkenaan.

Majoriti pengusaha didapati mengamalkan sistem ternakan terbuka di mana air dipam terus ke dalam kolam ternakan dan tiada kolam rawatan disediakan untuk merawat air yang telah diguna sebelum dibuang semula ke sungai (Jadual 2). Hanya pengusaha besar atau syarikat yang mempunyai bilangan kolam yang banyak mengamalkan sistem ternakan tertutup. Syarikat-syarikat tersebut membina kolam-kolam rawatan sumber air sebelum dipam masuk ke kolam ternakan dan sebelum dibuang semula ke sungai. Pengusaha-pengusaha yang menjalankan sistem tertutup ini menyediakan kolam rawatan sisa yang meliputi 20% daripada jumlah keseluruhan kawasan ternakan. Hasil tuaian yang direkodkan oleh pengusaha adalah bergantung kepada luas dan bilangan kolam serta sistem yang diamalkan. Kuantiti tuaian adalah sekitar 6,000-50,000 kg setiap pusingan dengan kadar hidup sekitar 20 hingga 90%.

Jadual 2: Sistem ternakan, jumlah kolam, purata hasil tuaian sepusingan dan peratus hidup ternakan di lokasi kajian.

| Lokasi kolam | Sistem ternakan (bil. pengusaha) | | Hasil tuaian/ pusingan/kolam (kg) | Peratus hidup (%) | Bil. kolam sisa |
|----------------|----------------------------------|----------|--------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Terbuka | Tertutup | | | |
| Merbok | 7 | 1 | 30000 | 60-90 | 2 |
| Pantai Merdeka | 3 | 1 | 30000 | 24-90 | 3 |
| Kuala Sanglang | 2 | 0 | 6000 | 60-90 | 0 |
| Juru | 1 | 1 | 6000 | 60-90 | 1 |
| Balik Pulau | 2 | 1 | 50000 | 60-90 | 2 |

Keluasan, bilangan kolam, sistem ternakan dan jumlah hasil yang dituai berkait rapat dengan kuantiti sisa pepejal yang dihasilkan. Beberapa kategori sisa pepejal utama yang direkodkan ialah sisa makanan ternakan yang mendap di dasar kolam, beg pembungkus makanan, bangkai ternakan yang mati dan bangkai ikan asing yang diracun di dalam kolam (Jadual 3). Kuantiti bangkai ternakan adalah minimum kecuali jika terdapat masalah kematian akibat serangan penyakit. Rekod menunjukkan peratus hidup ternakan yang rendah (24%) di Pantai Merdeka adalah berpunca daripada serangan penyakit.

Jadual 3: Jenis-jenis sisa pepejal kolam ternakan dan kaedah pelupusan

| Jenis sisa | Kaedah pelupusan |
|---|---|
| Lebihan makanan (sisa pepejal di dasar kolam) | 1. Diangkut keluar 2. Diguna untuk menambak dan meninggikan kolam 3. Dijadikan baja tanaman |
| Beg pembungkus makanan | 1. Jual (kitar semula) 2. Diguna semula 3. Bakar |
| Bangkai ternakan | Bakar dan tanam |
| Bangkai ikan asing | Bakar dan tanam |

Sisa utama di semua kolam ternakan adalah lebihan makanan yang membentuk sisa mendapan di dasar kolam ternakan yang dilupuskan melalui kaedah mekanikal. Sisa mendapan akan dikorek dari dasar kolam yang telah kering selepas aktiviti penuaian hasil dan dipindahkan keluar daripada kawasan kolam. Terdapat juga pengusaha menggunakan semula sisa berkenaan untuk menambak dan meninggikan tebing kolam. Di sesetengah kawasan, sisa ini dijadikan baja tanaman untuk dijual.

Beg pembungkus makanan merupakan sisa pepejal yang kebanyakannya dijual untuk tujuan kitar semula. Terdapat juga pengusaha menggunakannya semula untuk simpanan peralatan ternakan manakala selebihnya dibakar. Semasa aktiviti ternakan, racun *tea seed cake* digunakan dari semasa ke semasa untuk membunuh ikan asing yang masuk ke dalam kolam. Bangkai ikan yang dikumpul biasanya ditanam atau dibakar di kawasan yang jauh daripada kolam ternakan. Kaedah pelupusan yang sama diamalkan untuk bangkai-bangkai ternakan yang mati.

Jadual 4: Anggaran berat sisa makanan dasar kolam mengikut lokasi kajian.

| Lokasi kolam | Makanan (kg)/pusingan | Hasil tuaian/pusingan/kolam (kg) | F.C.R | Anggaran sisa makanan (kg) |
|----------------|-----------------------|----------------------------------|-------|----------------------------|
| Merbok | 33,000 | 30,000 | 1.1 | 3,000 |
| Pantai Merdeka | 54,000 | 30,000 | 1.8 | 24,000 |
| Kuala Sanglang | 8,000 | 6,000 | 1.3 | 1,800 |
| Juru | 8,000 | 6,000 | 1.3 | 1,800 |
| Balik Pulau | 75,000 | 50,000 | 1.5 | 25,000 |
| Jumlah | 178,000 | 122,000 | | 55,600 |

Catatan: Anggaran sisa makanan = (F.C.R – 1.0) x hasil tuaian

Kuantiti sisa makanan yang banyak dianggarkan di Balik Pulau dan Pantai Merdeka berdasarkan jumlah hasil tuaian dan makanan yang digunakan bagi setiap pusingan ternakan (Jadual 4). Ini kerana jumlah kolam yang banyak di lokasi-lokasi berkenaan dan teknik ternakan intensif diamalkan. Di lokasi-lokasi lain anggaran sisa makanan adalah rendah di mana ia melibatkan lokasi ternakan yang menjalankan kaedah ternakan semiintensif dan bilangan kolam yang terhad.

Jadual 5: Kuantiti makanan ternakan sepusingan, anggaran jumlah berat beg makanan dan teknik pelupusan di lokasi kajian.

| Lokasi kolam | Makanan (kg)/pusingan | Anggaran jumlah beg makanan | Anggaran jumlah berat berat bag/pusingan (kg) | Teknik lupus |
|----------------|-----------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| Merbok | 33,000 | 1,320 | 26.4 | Kitar semula (jual) & bakar |
| Pantai Merdeka | 54,000 | 2,160 | 43.2 | Kitar semula (jual) |
| Kuala Sanglang | 8,000 | 320 | 6.4 | Kitar semula (jual) & bakar |
| Juru | 8,000 | 320 | 6.4 | Kitar semula (jual) |
| Balik Pulau | 75,000 | 3,000 | 60.0 | Kitar semula (jual) |
| Jumlah | 74,000 | 2,960 | 142.4 | |

Catatan: Berat makanan = 25kg/beg; Anggaran berat setiap beg makanan = 20g

Kuantiti sisa beg pembungkus makanan yang banyak juga direkodkan di Pantai Merdeka dan Balik Pulau berikutan operasi ternakan berskala besar yang dijalankan. Semua pengusaha didapati menjual beg pembungkus makanan untuk dikitar semula. Hanya beberapa pengusaha individu di Kuala Sanglang didapati melupuskannya dengan kaedah bakar.

Perbincangan

Sistem ternakan

Dua kaedah ternakan yang diamalkan ialah ternakan intensif dan semiintensif. Kaedah ini merujuk kepada kepadatan tebaran benih dalam sesebuah kolam dan operasi pengurusan ternakan yang dijalankan. Dalam kaedah intensif, benih dimasukkan ke dalam kolam

dengan kepadatan yang tinggi (>200 pascalarva/m²) manakala dalam kaedah semiintensif, penebaran benih adalah kurang padat (<150 pascalarva/m²). Penternak umumnya mengamalkan sistem ternakan terbuka iaitu air dialirkan terus dari sungai atau laut ke kolam ternakan dan air buangan daripada kolam dilepas semula ke sungai tanpa dirawat terlebih dahulu (Jadual 2). Sistem ini biasanya diamalkan oleh pengusaha persendirian yang mempunyai bilangan kolam yang terhad iaitu kurang dari 10 unit.

Pengusaha-pengusaha berskala besar yang terdiri daripada syarikat akuakultur lebih mengutamakan sistem tertutup di mana air dari sungai atau laut akan dirawat dalam kolam takungan terlebih dahulu sebelum dipam ke kolam ternakan. Air yang dibuang dari kolam ternakan pula akan dialirkan ke kolam rawatan atau enapan di mana proses pembersihan dijalankan terlebih dahulu sebelum air tersebut dipam semula ke kolam ternakan. Sepanjang tempoh ternakan, air akan dikitar semula sehingga penuaian dijalankan. Bekalan air baharu dari kolam takungan akan ditambah ke kolam ternakan jika paras air keseluruhan kolam berkurang akibat proses sejatan. Sistem begini melibatkan penggunaan pam dan kos operasi yang tinggi tetapi dapat mengelakkan risiko penyakit ternakan yang dibawa melalui air. Sistem tertutup adalah disyorkan kepada pengusaha kerana risiko pencemaran daripada aktiviti ternakan dapat dikawal.

Operasi dan sisa ternakan

Kaedah operasi ternakan yang meliputi penyediaan kolam sebelum, rawatan air sebelum dan selepas digunakan untuk ternakan, kuantiti makanan yang digunakan dan jumlah hasil tuaian merupakan faktor utama kepada kuantiti sisa pepejal di sesebuah kawasan ternakan udang marin. Impak negatif sisa kepada persekitaran akan berlaku jika kaedah rawatan dan pelupusan sisa tersebut tidak dilakukan dengan betul.

Penternak di kawasan kajian umumnya menjalankan dua pusingan ternakan setahun. Setiap pusingan ternakan mengambil masa kira-kira lima bulan. Bagi setiap pusingan baharu ternakan, kolam yang telah dituai akan dikeringkan dan sisa-sisa kolam perlu dibersihkan. Air kolam yang telah digunakan untuk ternakan perlu dirawat terlebih dahulu sebelum dibuang. Begitu juga sisa-sisa pepejal yang mendap di dasar kolam perlu dirawat atau dipindahkan ke lokasi yang jauh daripada kolam bagi mengelakkan berlaku pencemaran semula ke kolam ternakan dan kepada alam sekitar. Semasa operasi ternakan, pembuangan air kolam yang mengandungi sisa-sisa bahan kimia, baja dan makanan merupakan sumber pencemaran kepada sungai dan laut yang berhampiran.

Biasanya pencemaran berlaku di dua peringkat operasi iaitu peringkat penyediaan kolam dan peringkat ternakan. Sebelum operasi ternakan dijalankan, aktiviti penyediaan kolam dimulakan dengan pembersihan dasar iaitu dengan membuang lumpur dan mendapan secara membilas atau memindahkan sisa pepejal keluar. Kolam yang menunjukkan bacaan asid sulfid yang tinggi akan dibilas beberapa kali sebelum kapur panas (CaO) ditabur di seluruh kolam bagi meningkatkan pH tanah. Kolam kemudiannya akan diracun menggunakan klorin bagi membunuh hidupan lain seperti ikan, ketam, patogen dan siput yang boleh menjadi vektor kepada penyakit.

Di peringkat operasi ternakan, pemberian makanan kepada ternakan adalah faktor penyumbang utama kepada sisa pepejal selain ternakan yang mati. Kuantiti makanan yang diberi kepada ternakan adalah bergantung kepada jumlah, saiz dan umur udang yang ditenak. Ini bermakna, lebih banyak bilangan kolam dan kepadatan benih, lebih banyak makanan yang digunakan. Keperluan makanan akan meningkat selari dengan saiz dan umur ternakan. Oleh itu, pengiraan kadar makanan yang tepat sangat penting bagi memastikan sisa makanan adalah minimum. Ini secara tidak langsung dapat menjimatkan kos operasi selain mengurangkan sisa pepejal yang mendap di dasar kolam serta menjejaskan kualiti air.

Mendapan sisa pepejal di semua kolam yang dilawati dibuang setelah dua atau tiga pusingan ternakan menggunakan jentera pengorek. Dua kawasan yang mengeluarkan sisa makanan yang banyak ialah Balik Pulau dan Pantai Merdeka di mana sisa pepejal yang dihasilkan melebihi 20 tan. Kawasan kajian lain menghasilkan antara dua hingga tiga tan sisa sahaja setiap pusingan berikutan aktiviti ternakan yang dijalankan berskala kecil. Kaedah pelupusan ini dilihat tidak menjejaskan persekitaran kerana sisa pepejal dipindahkan ke tempat lain di kawasan sekitar kolam selain digunakan semula untuk meninggikan tebing kolam.

Pada akhir tempoh ternakan, udang akan dituai pada saiz 40 hingga 50 ekor/kg. Semasa proses penuaian ini, semua air kolam akan dibuang keluar dan berisiko mencemarkan persekitaran sungai dan kawasan paya bakau berhampiran (Anh et al., 2010). Bagi sesetengah penternak, air buangan ini akan dialirkan ke kolam rawatan terlebih dahulu sebelum dibuang keluar. Di kolam rawatan ini, sisa-sisa pepejal dibiarkan mendap manakala air sisa akan dirawat menggunakan klorin sebelum dilepas semula ke sungai. Sisa mendapan akan dikering dan diangkut keluar setelah beberapa kali pusingan ternakan dijalankan. Kajian ini mendapati penternak berskala besar menyediakan kemudahan kolam rawatan untuk sisa air. Rawatan air sisa yang dilakukan menggunakan klorin dapat membantu meminimumkan pencemaran air di kawasan sekitar. Walaupun begitu, terdapat juga aktiviti melepaskan air kolam terus ke dalam sungai tanpa melalui kolam rawatan berkenaan.

Sisa pepejal

Terdapat beberapa komponen sisa pepejal yang direkodkan semasa kajian ini yang boleh dikelaskan seperti berikut:

- a) Sisa organik iaitu mendapan kolam yang terhasil daripada lebihan makanan ternakan, bangkai ternakan dan bangkai hidupan lain seperti ikan asing di dalam kolam. Kategori sisa ini adalah paling tinggi direkodkan di semua lokasi kajian. Impak pencemaran sisa pepejal adalah minimum kepada kawasan sekitar.
- b) Sisa bukan organik iaitu pembungkus makanan, pukat, plastik dan peralatan-peralatan lain yang digunakan untuk operasi ternakan.

Kaedah pelupusan sisa

Operasi pelupusan sisa pepejal didapati telah dilaksanakan dengan baik. Kolam yang dikeringkan semasa penuaian hasil akan dibiarkan beberapa hari sehingga mendapan kolam menjadi keras sebelum diangkut keluar dari kolam ke kawasan yang dikhaskan atau digunakan untuk menambak tebing kolam. Amalan membilas terus kolam menggunakan pam air bertekanan tinggi selepas aktiviti penuaian hasil turut dilakukan. Sisa-sisa lumpur dialirkan keluar dari kolam ke sungai. Kaedah ini berisiko tinggi dan perlu dielakkan kerana mengakibatkan pencemaran di kawasan berdekatan. Rawatan sisa terlarut organik boleh dilakukan melalui penggunaan probiotik bagi memastikan air buangan bersih sebelum dibuang (Wang & Han, 2007; Nimrat et al., 2008). Walaupun begitu, hanya segelintir penternak yang mengamalkan kaedah ini berikutan kosnya yang mahal. Penggunaan semula sisa pepejal ternakan sebagai baja pokok merupakan alternatif yang turut dilakukan tetapi kajian mendapati baja ini mengandungi kandungan nutrien yang rendah berbanding baja kompos lain serta mengandungi kemasinan yang tinggi (Mai, 2006). Pembinaan 'wetland' merupakan kaedah pelupusan sisa secara mesra alam yang boleh dipertimbangkan bagi mengatasi pencemaran tetapi pembinaannya yang rumit serta kawasan tanah yang terhad di sesuatu kawasan ternakan menjadi faktor penghalang.

Pelupusan sisa organik yang terdiri daripada bangkai ternakan dan ikan asing yang mati di dalam kolam telah dilakukan secara tanam di kawasan yang dikhaskan. Ini selari dengan

garis panduan yang ditetapkan dalam 'Kod Amalan Akuakultur Baik' oleh Jabatan Perikanan Malaysia.

Sisa bukan organik seperti kertas dan plastik pembungkus makanan, pukot dan bahan-bahan yang diperbuat daripada plastik dimasukkan ke dalam tong sampah untuk dilupuskan secara jualan bahan kitar semula. Terdapat juga pengusaha melupuskannya dengan menanam atau membakar sisa berkenaan.

Anggaran sisa pepejal kolam ternakan udang di Malaysia.

Dapatan daripada kajian ini, anggaran sisa pepejal yang dihasilkan melalui aktiviti akuakultur udang marin telah dianggarkan seperti Jadual 6 berikut.

Jadual 6: Anggaran sisa akuakultur daripada kolam ternakan udang marin pada tahun 2016, 2017 dan 2018

| | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Anggaran keluasan kolam ternakan udang marin (hektar) | 10,180.31 | 7,873.71 | 8,283.74 |
| Jumlah pengeluaran udang marin (tan metrik) | 43,140.65 | 45,780.1 | 45,913.2 |
| Anggaran sisa | | | |
| Sisa organik | | | |
| 1. Udag mati (tan metrik) | 17,941.21 | 1,462.16 | 3,789.24 |
| 2. Najis/sisa makanan ternakan (tan metrik) [anggaran 2 tan/ha/tahun] | 20,360.62 | 15,747.42 | 16,567.48 |
| Sisa tak organik (tan metrik) | | | |
| 1. Polietilena (pukat) | - | - | - |
| 2. Polietilena (tali) | - | - | - |
| 3. Polivinil klorida (paip PVC) | - | - | - |
| 4. Polipropilena (tong) | - | - | - |
| 5. Lain-lain (kertas/ plastik makanan)* | 6.4 | 6.8 | 6.9 |

Catatan:

1. Anggaran purata pengeluaran hasil ialah 6 tan/ha
2. Udag mati= [Purata pengeluaran (6 tan/ha) x keluasan kolam (ha)] – jumlah pengeluaran tahun semasa.
3. Anggaran adalah berdasarkan jumlah keluasan kolam ternakan dan jumlah pengeluaran/ha dalam tahun semasa sepertimana direkodkan dalam 'Perangkaan Perikanan Jabatan Perikanan Tahun 2016, 2017 dan 2018'.
4. Anggaran berat pembungkus makanan ialah 0.02kg. FCR yang direkodkan dalam kajian ialah 1.5. Jumlah makanan yang digunakan = Jumlah pengeluaran (tan) x 1.5
Berat sebungkus makanan =20kg
Bilangan pembungkus makanan = $\frac{\text{Jumlah makanan yang digunakan}}{20\text{kg}}$

Anggaran sisa pepejal yang dihasilkan pada tahun 2016 hingga 2018 menunjukkan korelasi antara kuantiti sisa dan jumlah pengeluaran. Pada tahun 2016, anggaran sisa pepejal yang tinggi dijangka berlaku kerana kadar hidup yang rendah berbanding keluasan kawasan ternakan. Ini dapat dilihat daripada kuantiti tuaian yang rendah walaupun kawasan operasi yang lebih luas berbanding pada tahun 2017 dan 2018. Masalah ini berkemungkinan disebabkan jangkitan penyakit yang serius telah berlaku pada tahun berkenaan. Masalah ini telah mengakibatkan keluasan kolam yang beroperasi pada tahun 2017 telah berkurang seterusnya jumlah tuaian turut terjejas. Peningkatan hasil dilihat berlaku pada tahun 2018 berikutan pertambahan semula luas kawasan yang beroperasi. Saling hubungan antara jumlah hasil dan sisa pepejal ini boleh memberi impak kepada persekitaran jika tidak ditangani dengan betul.

Risiko sisa pepejal dari aktiviti ternakan udang

Antara risiko yang boleh berlaku adalah pencemaran sumber air yang menjejaskan tapak pembiakan ikan di paya bakau dan pesisiran pantai. Ini kerana kolam-kolam ternakan dibina

berhampiran paya bakau dan laut. Pemendapan sisa-sisa pepejal dari aktiviti ini turut menyebabkan paras sungai di sesuatu kawasan rendah akibat dasar sungai dipenuhi mendapan daripada aktiviti akuakultur ini. Apa yang lebih membimbangkan ialah kesan daripada air buangan kolam yang mengandungi bahan kimia ternakan akan lebih memusnahkan sistem ekologi di sekitar kompleks ternakan. Justeru, program kesedaran berkaitan amalan akuakultur baik kepada pengusaha ternakan udang marin perlu dipertingkatkan. Pelaksanaan dan penguatkuasaan peraturan akuakultur yang tegas turut dapat mengawal risiko ini daripada terus berlaku.

Cadangan untuk mengatasi masalah

Walaupun kajian ini mendapati sisa pepejal daripada aktiviti ternakan udang marin diuruskan dengan baik, beberapa langkah boleh diambil untuk mengelakkan risiko pencemaran akibat aktiviti ini seperti:

1. Menjalankan aktiviti kesedaran berkaitan amalan akuakultur baik dan kepentingannya kepada pengusaha.
2. Menggubal peraturan dan undang-undang akuakultur bagi menjamin kelestarian industri di samping melindungi alam sekitar.
3. Menguatkuasakan peraturan yang digubal dengan berkesan.
4. Mengalakkan sistem ternakan moden secara tertutup dan kurang berisiko.
5. Memberikan latihan kepada pengusaha berkaitan kaedah-kaedah pelupusan sisa pepejal.
6. Mewajibkan pelaksanaan pelupusan sisa pepejal mengikut kaedah-kaedah yang betul seperti digariskan.

Kesimpulan

Kajian ini mendapati pengusaha ternakan udang marin melupuskan sisa pepejal di sekitar lokasi ternakan bagi memastikan bahan buangan ternakan berkenaan tidak menjejaskan ternakan mereka. Walaupun begitu, garis panduan yang teratur perlu disediakan oleh Jabatan Perikanan Malaysia bagi memastikan pelupusan sisa ini dilakukan dengan sistematik. Kaedah pelupusan sisa pepejal yang dibuang bersama air kolam pada masa ini harus diberi perhatian memandangkan sisa ini akan mendap di perairan dan mencemari alam sekitar. Kajian lanjut berkaitan kualiti air di perairan berdekatan kawasan ternakan perlu dijalankan bagi mendapat maklumat yang lebih terperinci berkaitan impak aktiviti ini.

Rujukan

Anh, P.T., Kroeze, C., Bush, S.R., Mol, A.P.J., 2010. Water pollution by intensive brackish shrimp farming in south-east Vietnam: Causes and options for control. *Agricultural Water Management* 97, 872-882.

Nimrat, S., Suksawat, S., Maleeweatch, P., Vuthiphandchai, V., 2008. Effect of different shrimp pond bottom soil treatments on the change of physical characteristics and pathogenic bacteria in pond bottom soil. *Aquaculture* 285, 123–129.

Perangkaan Perikanan Tahunan 2016, 2017 & 2018. Jabatan Perikanan Malaysia. <https://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/82>

Wang, Y.-B., Han, J.-Z., 2007. The role of probiotic cell wall hydrophobicity in bioremediation of aquaculture. *Aquaculture* 269, 349–354.

Inventori data sisa akuakultur sangkar ikan laut di Langkawi

Nik Daud Nik Sin

Pendahuluan

Penternakan ikan laut dan air tawar di dalam sangkar merupakan satu sektor akuakultur penting yang menyumbang kepada pengeluaran ikan dalam negara. Jumlah keseluruhan pengeluaran akuakultur sangkar negara pada tahun 2016 adalah 51,020.99 tan metrik. Ternakan sangkar secara purata telah menyumbang lebih 40 peratus daripada keseluruhan pengeluaran akuakultur ikan negara. Pada tahun 2016, jumlah bilangan sangkar (air payau/laut dan air tawar) ialah 148,743 petak dengan keluasan 3,044,533.77 m² yang melibatkan 3,553 orang pengusaha di seluruh negara. Potensi perniagaan dalam sektor ternakan sangkar ini akan terus meningkat dengan penambahan kawasan yang direzabkan sebagai zon industri akuakultur negara. Perkembangan ini selaras dengan saranan kerajaan bagi meningkatkan produktiviti daripada sistem sangkar bagi mencapai sasaran pengeluaran ikan negara menerusi sektor akuakultur menjelang tahun 2020 nanti.

Namun begitu, perlu juga diambil perhatian perkembangan industri ini boleh menyumbang kepada penghasilan sisa pepejal (sisa akuakultur). Antara sisa pepejal hasil dari industri ini adalah seperti ikan mati dan bahan-bahan plastik. Sisa tersebut adalah jenis sisa yang boleh dikitar semula atau boleh diproses untuk menjadi bahan lain. Pengurusan sisa tersebut perlu dilaksanakan dengan betul bagi menjamin alam sekitar negara kita sentiasa bersih dan selamat. Sehingga kini, tidak ada data yang lengkap berkenaan sisa akuakultur tersebut. Namun, jika kita anggarkan kadar kematian ikan dalam operasi ternakan ikan dalam sangkar sebanyak 30%, sisa pepejal (ikan mati) boleh mencecah ribuan tan metrik setahun. Anggaran data sisa pepejal (ikan mati) dan sisa plastik tidak pernah direkod atau dibuat survei. Justeru itu, dalam usaha untuk mendapatkan data yang lengkap berkenaan sisa akuakultur, satu kutipan data secara holistik perlu dilaksanakan. Perancangan dan pelaksanaan yang tersusun perlu dimulakan bagi mendapatkan data yang lengkap bagi merancang kaedah pengurusan sisa tersebut.

Objektif

- i. Menjalankan kajian dan pengumpulan data berkaitan sisa akuakultur dari sistem ternakan sangkar di Pulau Langkawi.
- ii. Merancang dan mencadangkan kaedah pelupusan sisa akuakultur secara lebih berkesan dan ideal bagi Pulau Langkawi.

Kawasan ternakan ikan dalam sangkar di Langkawi

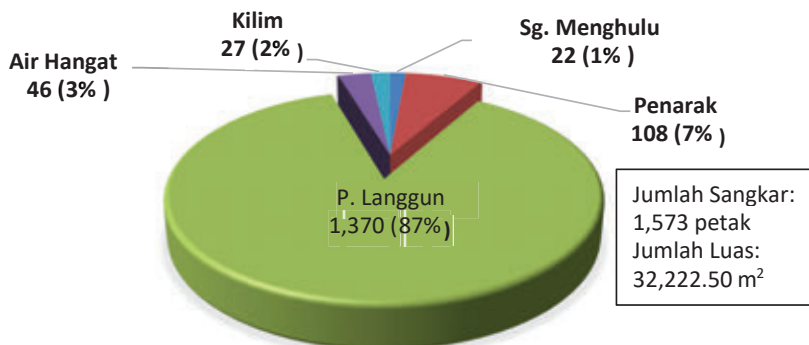
Berdasarkan kepada maklumat di Pejabat Perikanan Daerah Langkawi, terdapat sejumlah 28 orang pengusaha yang terlibat dalam ternakan ikan sangkar air laut. Jumlah bilangan sangkar adalah 5,224 petak dengan keluasan sangkar keseluruhan 75,342 m². Operasi ternakan ikan dalam sangkar di Langkawi dikategorikan kepada tiga:

- a. Sangkar komersial
- b. Sangkar agro pelancongan
- c. Sangkar restoran

Rutin aktiviti dan kapasiti ternakan ikan bagi setiap kategori tersebut adalah berbeza. Justeru ia memberikan data penghasilan sisa pepejal akuakultur yang berbeza. Kawasan ternakan ikan dalam sangkar di Langkawi tertumpu di lima kawasan utama iaitu:

- Kilim
- Sungai Menghulu
- Penarak
- Pulau Langgun
- Air hangat

Survei yang dijalankan hanya merangkumi sangkar yang beroperasi sahaja bagi ketiga-tiga kategori tersebut. Sangkar yang beroperasi bermaksud sangkar yang ada ternakan ikan di dalamnya. Secara keseluruhan hasil dari data survei yang dijalankan, bagi lima kawasan tersebut, terdapat sejumlah 1,573 petak sangkar yang beroperasi. Jumlah keluasan sangkar tersebut adalah 32,222.50 m².



Rajah 1: Bilangan sangkar yang beroperasi bagi setiap kawasan ternakan

Jenis sisa pepejal

Di bawah Akta Pengurusan Sisa Pepejal; "Sisa Pepejal" didefinisikan sebagai apa-apa bahan sekerap atau benda lebihan lain yang tidak dikehendaki atau keluaran yang ditolak yang timbul daripada penggunaan apa-apa proses; apa-apa benda yang dikehendaki dilupuskan kerana sudah pecah, lusuh, tercemar atau selainnya rosak; atau apa-apa bahan lain yang mengikut Akta ini atau mana-mana undang-undang bertulis lain dikehendaki oleh pihak berkuasa supaya dilupuskan, tetapi tidaklah termasuk buangan terjadual sebagaimana yang diperihalkan di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 [Akta 127].

Justeru itu, dalam konteks sektor perikanan, sisa pepejal dari industri akuakultur perlu diberi perhatian dan tindakan bagi menyediakan data kuantiti sisa yang terhasil daripada aktiviti tersebut. Skop kajian yang dijalankan ini hanya merangkumi aktiviti ternakan ikan dalam sangkar di Pulau Langkawi sahaja. Sisa pepejal dari industri akuakultur sangkar ini dikategorikan kepada dua jenis sisa iaitu;

- Sisa pepejal (ikan mati)
- Sisa pepejal (plastik)

Jadual 1 menunjukkan anggaran jumlah keseluruhan jenis sisa pepejal yang terhasil dari kajian survei yang telah dijalankan.

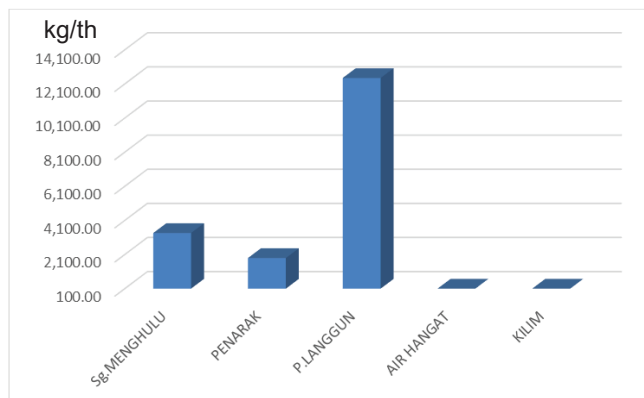
Jadual 1: Anggaran Sisa Pepejal Bagi Setiap Kawasan Ternakan yang Beroperasi

| Kawasan | Sg. Menghulu | Penarak | P. Langgun | Air Hangat | Kilim | Jumlah |
|--|--------------|----------|------------|------------|----------|-----------|
| Bil sangkar (operasi) | 22 | 108 | 1,370 | 46 | 27 | 1,573 |
| Keluasan (m²) | 666.00 | 1,746.00 | 26,842.50 | 268.00 | 2,700.00 | 32,222.50 |
| Jenis sisa pepejal | | | | | | |
| a. Ikan mati (kg/th) | 3,360.00 | 1,894.00 | 12,448.00 | 20.00 | 53.10 | 17,775.10 |
| b. Plastik (kg/th) | | | | | | |
| i. Polietilena (pukat) | 288.00 | 510.00 | | 145.00 | 112.00 | 1,055.00 |
| ii. Polietilena (tali) | 30.00 | 30.00 | | 30.00 | 550.00 | 640.00 |
| iii. Polietilena ketumpatan tinggi (HDPE) | | | | | | |
| iv. Polivinil klorida (PVC) | 14.00 | 10.00 | | | | 24.00 |
| v. Polipropilena (tong) | 80.00 | | | | | 80.00 |
| vi. Polipropilena (pelampung) | | 3,750.00 | | 890.00 | 1,000.00 | 5,640.00 |
| vii. Gentian kaca (FRP) | | | | | | |
| viii. Guni | 20.00 | 321.80 | 302.40 | 16.00 | 6.00 | 666.20 |
| ix. Lain-lain (besi, keluli, kaca, kayu dsb) | 10.00 | 60.00 | 30.00 | 30.00 | 45.00 | 175.00 |

1. Sisa pepejal ikan mati

Anggaran jumlah sisa pepejal ikan mati adalah berdasarkan maklumat survei yang dijalankan, di mana purata kadar kematian ikan ternakan adalah 30-50%. Ia bergantung juga kepada jenis ikan yang diternak. Secara purata anggaran saiz ikan yang mati adalah yang bersaiz 30 g seekor. Data survei menunjukkan kawasan ternakan di P. Langgun menghasilkan sisa pepejal ikan mati tertinggi (12,448 kg/th). Di kawasan ini terdapat banyak sangkar yang beroperasi secara komersial. Terdapat sejumlah 1,370 petak sangkar yang beroperasi dengan jumlah luas keseluruhan 26,842.50 m². Setiap pengusaha mempunyai bilangan sangkar yang banyak dan menjalankan aktiviti ternakan ikan dalam kuantiti yang banyak bagi setiap pusingan operasi ternakan.

Manakala kawasan ternakan sangkar di Kilim dan Air Hangat menghasilkan jumlah sisa pepejal ikan mati yang rendah (20-53 kg/th). Aktiviti ternakan di sini hanya sebagai aktiviti sampingan bagi agropelancongan dan juga sebagai restoran terapung. Ikan yang diternak di sini hanya berfungsi sebagai tarikan pelancong dan juga sebagai penempatan ikan hidup untuk dimasak di restoran mereka.



Rajah 2: Anggaran sisa pepejal ikan mati bagi setiap kawasan ternakan



Rajah 3: Sisa pepejal ikan mati

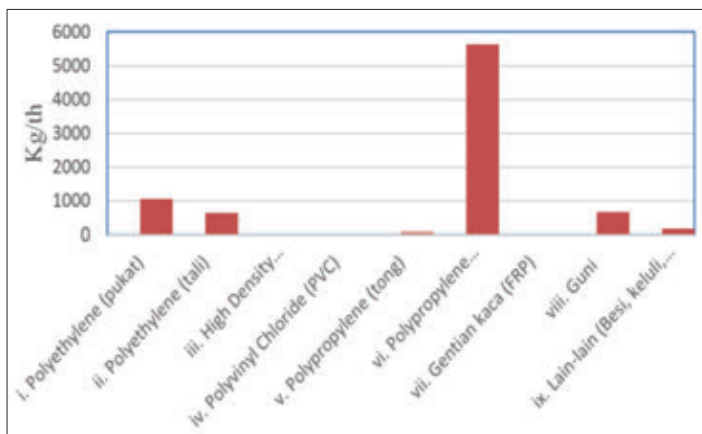
Kawasan Sg. Menghulu dan Penarak lebih menurus kepada ternakan skala sederhana. Kawasan ternakan Sg. Menghulu menghasilkan sisa pepejal ikan mati 3,360 kg/th, manakala kawasan Penarak menghasilkan sejumlah 1,894 kg/th. Di kawasan ini aktiviti ternakan ikan dalam sangkar tidak dijalankan sepenuhnya. Hanya sebilangan kecil sahaja petak sangkar digunakan untuk ternakan ikan.

2. Sisa pepejal plastik

Plastik dari jenis polipropilena (tong plastik) yang digunakan sebagai pelampung sangkar menyumbang sejumlah besar (5,640 kg/th) sisa pepejal plastik bagi aktiviti akuakultur di Langkawi. Purata jangka hayat bagi pelampung ini adalah 3-10 tahun. Ia juga bergantung kepada jenis pelampung yang digunakan dan kaedah penyelenggaraan yang dilaksanakan. Purata berat setiap pelampung tersebut adalah 5-8 kg/unit. Dianggarkan sejumlah 10% pelampung perlu ditukar ganti dalam pengurusan sangkar setiap tahun.

Sisa pepejal plastik dari jenis polietilena (pukat) merupakan penyumbang kedua banyak (1,055 kg/th) bagi aktiviti akuakultur di Langkawi. Purata jangka hayat pukat yang digunakan adalah 3-5 tahun. Jangka hayat pukat juga bergantung kepada kaedah pengurusan dan penyelenggaraan yang dilakukan. Berat satu unit pukat adalah berbeza bergantung kepada saiz sangkar dan saiz mata pukat yang digunakan. Secara purata berat satu unit pukat adalah dalam julat 5-8 kg/unit. Dianggarkan sejumlah 5% pukat perlu ditukar dalam pengurusan sangkar setiap tahun.

Tali jenis polietilena yang digunakan untuk mengikat pukat dan sauh juga turut menyumbang kepada jumlah sisa pepejal bagi aktiviti akuakultur. Kajian menunjukkan sisa ini dihasilkan sebanyak 640 kg/th.



Rajah 3: Anggaran sisa pepejal plastik yang terhasil dari aktiviti akuakultur di Langkawi

Guni yang diguna untuk mengisi pelet ikan dan plastik yang membungkus ikan baja juga turut menyumbang kepada sisa pepejal yang terhasil daripada aktiviti akuakultur yang dijalankan. Dianggarkan sejumlah 666.20 kg/th sisa pepejal terhasil daripada guni dan plastik tersebut.

Bahan seperti paip PVC dan tong yang diguna untuk menyimpan ikan baja juga turut menjana penghasilan sisa pepejal. Dianggarkan sejumlah 20-80 kg/th sisa yang terhasil dari bahan tersebut.

Bahan-bahan lain seperti kayu, besi, keluli dan kaca adalah antara kategori yang turut menjana kepada sisa pepejal dengan jumlah yang dianggarkan 170 kg/th.

Kaedah pelupusan dan cadangan

Kaedah pelupusan semasa yang dipraktikkan oleh penternak di Langkawi adalah tidak menepati tata cara yang betul dan sistematik. Amalan yang dilaksanakan tidak menunjukkan satu langkah pengurusan sangkar yang baik. Kebanyakan pengusaha tidak memahami kaedah pelupusan yang betul dan menganggap masalah kewujudan sisa pepejal daripada aktiviti mereka bukan satu masalah yang besar. Keadaan menjadi lebih parah kerana tiada penerangan atau pencerahan tentang penjanaan sisa pepejal daripada aktiviti ternakan sangkar yang mereka jalankan dan kaedah pelupusan yang betul yang perlu mereka amalkan.

Antara amalan pelupusan yang mereka praktikkan adalah:

- a. Ikan mati – akan ditanam di daratan sekiranya banyak, tetapi sekiranya tidak terlalu banyak, ikan yang mati akan dibiarkan hanyut di lautan.
- b. Sisa pepejal plastik seperti pukot, tali, tong, guni dan sebagainya – akan dilonggokkan di satu tempat di atas sangkar tanpa pengurusan yang betul.

Antara cadangan yang disyorkan oleh pengusaha sangkar:

- a. Memberi penerangan kepada setiap pengusaha tentang jenis-jenis sisa pepejal yang boleh terjana dari aktiviti akuakultur sangkar.
- b. Memberi penerangan tentang kaedah dan amalan pelupusan yang betul bagi sisa pepejal tersebut.
- c. Menyediakan kemudahan atau tempat pelupusan yang khusus bagi melupuskan sisa pepejal plastik dan sebagainya.

Rumusan

- a. Data sisa akuakultur (ikan mati) yang dilaporkan adalah anggaran dari survei yang dijalankan bagi setiap pengusaha untuk setiap sangkar yang beroperasi. Data tersebut menggambarkan kuantitinya mencecah puluhan tan metrik setahun.
- b. Data sisa akuakultur (plastik) yang direkodkan dari survei ini, secara realiti sisa tersebut wujud dan boleh mencecah ribuan kilogram setahun terutamanya bagi sisa pukot dan tong.
- c. Secara holistiknya pengusaha sangkar tidak memahami tentang penjanaan sisa pepejal dari aktiviti yang mereka jalankan. Mereka juga tidak memahami amalan pengurusan serta kaedah pelupusan yang betul bagi sisa pepejal akuakultur tersebut.
- d. Hasil dari survei ini perlu dinilai dan diberi perhatian bagi merangka atau merancang kaedah pengurusan sisa pepejal secara menyeluruh dan terancang.
- e. Satu program yang khusus perlu dilaksanakan bagi memberi kesedaran dan kefahaman kepada setiap pengusaha sangkar tentang isu sisa pepejal akuakultur dan implikasinya jika tidak dibuat pengurusan yang betul.

B. KAJIAN TAPAK DAN DAYA TAMPUNG

Laporan awal hasil lawatan tapak kerang di Sementa, Selangor

Muhammad Farouk Harman

Pihak FRI Batu Maung telah menerima satu permohonan dari Pejabat Perikanan Negeri Selangor agar pemeriksaan kesesuaian perairan Sementa, Selangor sebagai tapak ternakan kerang dijalankan. Kajian lawatan tapak telah dijalankan pada 29 Januari 2019. Beberapa sampel air telah diambil di kawasan yang telah disebutkan dan keputusan adalah seperti pada jadual. Didapati kesemua parameter air berada di dalam keadaan yang baik.

Jadual 1: Keputusan Analisis Air:

| LOKASI | Ammonia (jumlah) mg/L | Fosfat mg/L | Nitrat mg/L | Nitrit mg/L | TSS mg/L |
|-----------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| ST1A 0.5m | 0.13 | 0.16 | 0.19 | 0.045 | 8.0 |
| ST1B 1.5m | 0.10 | 0.18 | 0.18 | 0.040 | 8.0 |
| ST2A 0.5m | 0.18 | 0.21 | 0.20 | 0.057 | 26.0 |
| ST2B 1.5m | 0.11 | 0.25 | 0.16 | 0.068 | 35.0 |
| ST3A 0.5m | 0.20 | 0.19 | 0.22 | 0.073 | 23.0 |
| ST3B 1.5m | 0.19 | 0.22 | 0.27 | 0.090 | 35.0 |
| ST4A 0.5m | 0.19 | 0.16 | 0.25 | 0.072 | 16.0 |
| ST4B 1.5m | 0.11 | 0.13 | 0.20 | 0.065 | 14.0 |

Rumusan

Kualiti air berdasarkan ciri-ciri yang direkod menunjukkan tiada unsur pencemaran yang mungkin merencatkan pertumbuhan atau kemandirian kerang dikesan. Semua parameter air adalah berada dalam lingkungan yang sesuai untuk hidupan akuatik dan berada pada paras yang selamat mengikut Piawaian Interim Jabatan Alam Sekitar.

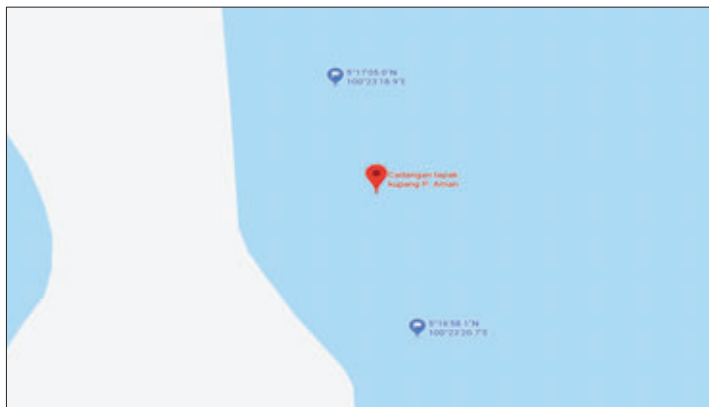
Satu percubaan meletakkan kerang dewasa telah dijalankan tetapi didapati kadar kematian adalah 100%. Ini mencadangkan kawasan Sementa khasnya tidak sesuai untuk dijadikan sebagai kawasan ternakan kerang. Satu kajian mendalam mengenai kawasan yang sesuai perlu dijalankan sekiranya pihak negeri masih berminat untuk menjadikan mana-mana kawasan di perairan Sementa sebagai kawasan ternakan kerang.

Laporan lawatan dan kajian tapak projek ternakan kupang dan asuhan benih ikan kerapu di perairan Pulau Aman, Pulau Pinang

Muhammad Farouk Harman

Kajian tapak ternakan kupang

Kawasan yang dicadangkan oleh penternak adalah seperti di dalam Rajah 1. Ia adalah penting agar tapak ternakan kupang ini hanya berada di kawasan koordinat $5^{\circ}17'05.0''\text{U}$ $100^{\circ}23'18.9''\text{T}$ dan $5^{\circ}16'58.1''\text{U}$ $100^{\circ}23'20.7''\text{T}$ di mana kedua-dua kawasan ini mempunyai kedalaman air lebih dari 6 meter. Faktor kedalaman air memainkan peranan kerana ternakan kupang tidak boleh menyentuh dasar sewaktu air surut. Kelajuan arus air di kawasan tersebut juga bersesuaian dengan kupang yang akan diternak. Tetapi kawasan di sekitar yang tidak jauh dari tapak tersebut mempunyai kelajuan arus air sehingga 0.5 m/s yang tidak sesuai untuk ternakan kupang. Oleh itu, selain daripada parameter air fizikal dan nutrien, pemilihan tapak adalah juga penting berdasarkan kelajuan arus dan kedalaman air. Dari segi parameter air fizikal dan nutrien, kesemuanya berada di dalam julat yang sesuai (Jadual 1 dan 2).



Rajah 1: Cadangan kawasan untuk menjalankan aktiviti ternakan kupang

Kajian tapak asuhan benih ikan kerapu

Lawatan tapak mendapati sangkar yang akan digunakan adalah sangkar sedia ada. Secara umumnya, benih ikan kerapu bersaiz 1 inci adalah tidak sesuai untuk diasuh di dalam sangkar. Arus air laut akan menyebabkan benih tersebut menjadi lemah dan akan terdedah kepada potensi diserang penyakit dan meningkatkan kadar kematian. Saiz yang dicadangkan untuk ternakan secara sangkar adalah sekurang-kurangnya bersaiz 4 inci bagi ikan kerapu. Walau bagaimanapun, sekiranya projek asuhan benih ini ingin diteruskan di dalam sangkar, pemilihan spesies ikan perlulah dilihat semula akan kesesuaiannya. Dari segi parameter air fizikal dan juga nutrien (Jadual 1 dan 2) berada dalam julat yang baik. Hanya arus air yang akan memberikan kesan kepada benih ikan kerapu bersaiz 1 inci. Penternak ikan di sekitar kawasan sangkar itu juga tidak mencadangkan asuhan benih ikan kerapu dijalankan pada saiz 1 inci.

Jadual 1: Parameter air (fizikal) di tapak cadangan kupang dan asuhan benih kerapu di perairan Pulau Aman, Pulau Pinang.

| Lokasi | Suhu (°C) | Kond. (mS/cm) | Saliniti (ppt) | pH | Turb. (NTU) | DO (mg/L) | Dalam (m) | Arus (m/s) | TSS (mg/L) |
|--|-----------|---------------|----------------|------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Tapak Cadangan Ternakan Kupang Di Pulau Aman | 32.092 | 46.56 | 30.52 | 8.36 | 85.68 | 5.62 | 6.0-9.0 | 0.1-0.3 | 95 |
| Cadangan Sangkar Untuk Asuhan Benih 1 Inci Ikan Kerapu | 32.09 | 46.56 | 30.52 | 8.37 | 85.68 | 5.63 | 6.9875 | 0.3-0.5 | 9 |

Jadual 2: Parameter air (nutrien) di tapak cadangan kupang dan asuhan benih kerapu di perairan Pulau Aman, Pulau Pinang.

| Lokasi | Ammonia mg/L | Fosfat mg/L | Nitrat mg/L | Nitrit mg/L |
|--|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Tapak Cadangan Ternakan Kupang Di Pulau Aman | 0.02 | 0.150 | 0.05 | 0.019 |
| Cadangan Sangkar Untuk Asuhan Benih 1 Inci Ikan Kerapu | 0.05 | 0.105 | 0.055 | 0.011 |

Laporan hasil siasatan aduan isu pencemaran di Sg. Limau, Taiping, Perak

Muhammad Farouk Harman

Maklumat Aduan

| | |
|------------------------------|---|
| Nombor Rujukan | 307061 |
| Perkara/Tajuk Aduan | Pencemaran Sisa Kotoran Kolam/Udang Ke Dalam Sungai |
| Keterangan / Ringkasan Aduan | Pengadu merupakan anak jati kampung sungai limau, Trong Taiping Perak. Melihat kejadian Pemilik Kolam Udang membuang air Kotoran Kolam Udang Ke Dalam Sungai limau yang merupakan Nadi bagi Penduduk Kampung yang mencari Rezeki Sebagai Nelayan Sejak Turun Temurun. Sisa telah menyebabkan Sungai tercemar (Kotor dan Busuk). Sungai Limau juga mempunyai Nilai Asst Sejarah iaitu merupakan Pelabuhan Sungai Limau (Bijih Timah) Semasa Pemerintahan Long Jaafar sebelum dipindahkan ke Kuala Sepetang (Port Weld). Kampung ini juga telah Tercemar dengan Pembalakan Lalat (dari Reban Ayam/Htk) Berdekatan dengan kampung. Ditambah pula dengan pencemaran sungai. Kesalahan-kesalahan yang dibuat oleh pengusaha kolam Haram ini ialah:- 1. Membuang Sisa Air Kotoran Kolam Udang Ke Dalam Sungai (Air Warna Hitam) 2. Merosakan Ekosistem Sungai. (Dahulu Air Sungai Jernih, tempat Pembalakan Ikan Sungai, Udang) 3. Meneroka Rizab Sungai/Hutan Secara Haram 4. Membina Struktur Kekal tanpa Kebenaran (Tiada Papan Tanda Pembinaan yang diluluskan oleh Majlis Perbandaran Taiping) 5. Menjejaskan Mata Pencarian Nelayan (Dahulu kawasan sungai tersebut boleh Tangkap Ketam Nipah, Lokan) |
| Lokasi | Lat: Long : 4.740703, 100.691327 TRONG, TAIPING, PERAK, MALAYSIA |
| Keterangan Tempat | Pembuangan Air Kotoran Kolam Udang Haram Ke Dalam Sungai |
| Tarikh/Masa Kejadian | 03/08/2019 02:15:00 PM |
| Negeri Dirujuk | Perak |



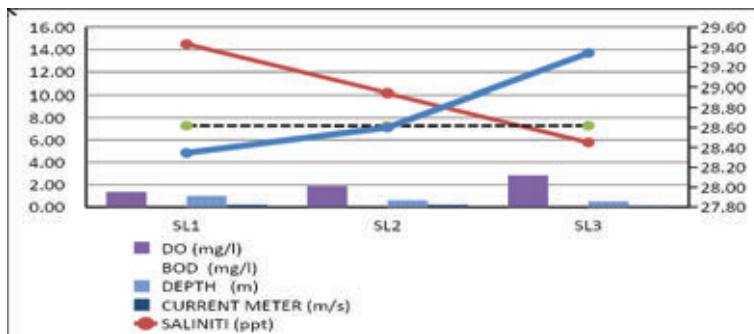
Rajah 1: Peta kolam udang yang di katakan oleh pengadu kepada JAS Taiping yang menjadi punca pencemaran di Sg. Limau. [SL1:4.74094U,100.68492T; SL2:4.74100U, 100.68669T; SL3:4.74164U, 100.68956T]

Laporan yang dipanjangkan oleh pihak JAS Taiping kepada Pejabat Perikanan Daerah Taiping mengenai aduan dari penduduk tempatan. FRI Batu Maung telah diminta membuat kajian kualiti air.

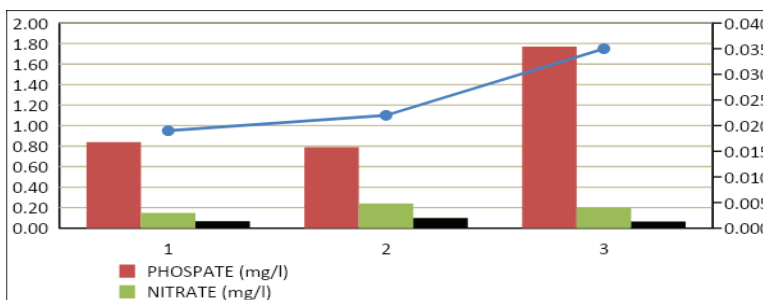
Susulan itu, Bhg Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung telah menghantar kumpulan penyelidik pada 5 September 2019 untuk mendapatkan bacaan parameter air fizikal dan juga mengambil sampel air di kawasan yang dikatakan tercemar.

Keputusan analisis sampel air kes pencemaran di Sg. Limau, Taiping, Perak.

Keputusan sampel air (Rajah 2 dan 3) yang telah dianalisis menunjukkan kesemua bacaan fizikal air kecuali oksigen terlarut (DO) berada di dalam paras selamat yang telah ditetapkan dalam *Malaysia Marine Water Quality Criteria and Standards* (MMWQCS) Kelas 2 di mana bacaan DO adalah kurang dari 3 mg/L dan sepatutnya berada pada paras 4 mg/L. Manakala bacaan *biological oxygen demand* (BOD) berada pada tahap yang masih boleh diterima. Ini mencadangkan terdapat faktor lain yang menggunakan oksigen di dalam air tersebut. Bacaan nutrien pula mendapati bacaan ammonia berada di paras yang selamat (<0.05 mg/L) didapati mematuhi tahap yang sepatutnya manakala untuk fosfat (0.79-1.77 mg/L > 0.075 mg/L), nitrat (0.15-0.24 mg/L > 0.06 mg/L), menunjukkan bacaan yang lebih tinggi dari yang sudah ditetapkan. Untuk bacaan logam, paras arsenik dilihat tinggi dengan nilai 121.10 – 258.10 µg/L iaitu jauh melebihi tahap yang sepatutnya (> 3 µg/L). Bersama-sama laporan ini disertakan hasil ujian logam yang telah dijalankan di Lampiran 1. Sumber atau punca terjadinya bacaan-bacaan yang tidak mematuhi standard yang telah ditetapkan tidak dapat dipastikan. Kumpulan penyelidik FRIBM mendapati terdapat sekurang-kurangnya tiga industri di kawasan tersebut iaitu industri akuakultur udang marin, industri tanaman kelapa sawit dan juga industri penternakan ayam. Penyelidik di FRIBM mencadangkan kepada pihak yang berkenaan untuk membuat siasatan lanjut terhadap industri-industri yang berdekatan dengan lokasi persampelan tersebut.



Rajah 2: Bacaan parameter air fizikal untuk Sg. Limau, Taiping, Perak.



Rajah 3: Bacaan keputusan nutrien untuk Sg. Limau, Taiping, Perak

Lampiran 1: Keputusan Analisis Kandungan Logam

Ruj. Kami : Prk.ML (PENY)600-1/1/28()



IMPACT ASSESSMENT DIVISION
FISHERIES RESEARCH INSTITUTE, PENANG
DEPARTMENT OF FISHERIES MALAYSIA

CERTIFICATE OF ANALYSIS (COA)

To/Attn : Cawangan Biosekuriti Perikanan
Client's Address : Jabatan Perikanan Negeri Perak
Contact No. :
Fax No. : -
Sample Category : Fish Kill
No. of sample : 3
Date of sample received : 5/9/2019
Date of report : 27/9/2019
Test Method : In house method – Agilent CX7500 ICP-MS
Standard : Malaysia Marine Water Quality Standards,
Department of Environment (DOE) 2019.

Sample Marking : SL Water

| No. | Parameter | Concentration (ug/L) | MMWQS (ug/L) |
|-----|------------|----------------------|--------------|
| 1. | Hg (Total) | BD | 0.040 |
| 2. | Cd | BD | 2.000 |
| 3. | Pb | BD | 8.500 |
| 4. | Cr | BD | 10.000 |
| 5. | Cu | BD | 2.900 |
| 6. | As (Total) | 121.10 – 258.10 | 3.000 |
| 7. | Zn | BD | 50.000 |
| 8. | Al | BD | 27.000 |

Note: Arsenic level is higher than MMWQS

Reported by,

Endorsed by.

Intan Nurlemsha Baharom
Research Officer
Impact Assessment Division
FRI Batu Maung.

Dr. Mohd Nor Azman Ayub
Senior Research Officer
Impact Assessment Division
FRI Batu Maung.

Kajian kualiti air dari isu pencemaran di Sg. Udang, Sg. Tengah dan Bukit Tambun, Pulau Pinang

Muhammad Farouk Harman



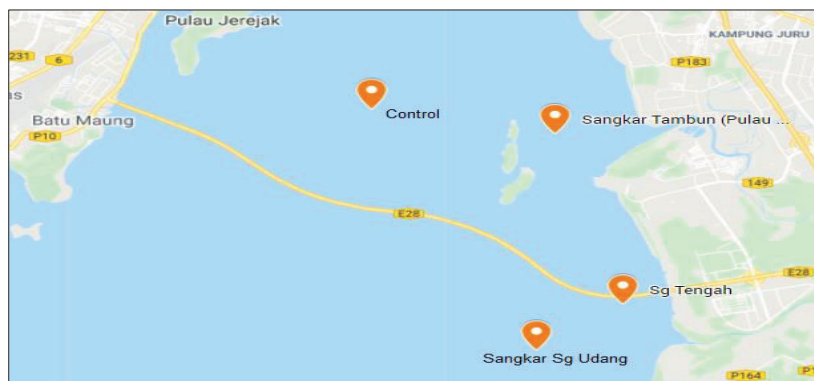
Keratan akhbar The Star Bertarikh 28 Mei 2019.

(<https://www.thestar.com.my/news/nation/2019/05/28/serious-water-pollution-in-penang/>)

Bhg Penyelidikan Pentaksiran Impak telah menghantar kumpulan penyelidik pada 28 Mei 2019 untuk mendapatkan bacaan parameter air fizikal dan juga mengambil sampel air di kawasan yang dilaporkan tercemar.

Keputusan analisis sampel air kes pencemaran di perairan Sg. Udang, Sg. Tengah dan Bukit Tambun, Pulau Pinang

Keputusan analisis sampel air (Jadual 1 & 2) yang telah dianalisis menunjukkan kesemua bacaan fizikal air kecuali pH berada di dalam julat selamat yang telah ditetapkan dalam *Malaysia Marine Water Quality Criteria and Standards* (MMWQCS) Kelas 2. Walaupun bacaan pH menunjukkan sedikit di luar julat selamat dan sudah bersifat alkali, ianya masih diterima memandangkan bacaan fizikal parameter air yang lain adalah masih baik. Bacaan nutrient yang mematuhi tahap yang sepatutnya menunjukkan kawasan tersebut tidak tercemar dengan bahan organik yang berlebihan.



Rajah: Kawasan kajian. [Control:5.2897U,100.3536T; Kawasan Sangkar Sg Udang:5.2064U,100.3925T; Sangkar Tambun (Pulau Aman):5.2811U,100.3967T; Sg Tengah:5.2221U,100.4125T]

Jadual 1: Bacaan ciri fizikal untuk perairan Sg. Udang, Sg. Tengah dan Sangkar Bukit Tambun.

| Lokasi | Suhu°C | Konduktiviti (mS/cm) | Saliniti (ppt) | pH | Turbiditi (NTU) | DO (mg/L) | TSS (mg/L) |
|--|--|----------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|------------|
| Kawasan Sangkar Tambun (Pulau Aman) | 32.26 | 44.1 | 28.72 | 8.73 | 11.30 | 7.46 | 11.30 |
| | 31.89 | 44.7 | 29.22 | 8.73 | 11.32 | 7.43 | 11.32 |
| | 31.57 | 45.9 | 29.87 | 8.70 | 11.22 | 7.43 | 11.22 |
| Kawasan Sangkar Sg Udang | 31.69 | 40.0 | 25.74 | 8.76 | 11.48 | 7.43 | 11.48 |
| | 31.57 | 41.9 | 27.03 | 8.74 | 11.43 | 7.43 | 11.43 |
| | 31.40 | 45.7 | 29.78 | 8.59 | 11.44 | 7.42 | 11.44 |
| Sg Tengah | 32.78 | 42.3 | 27.86 | 8.63 | 11.34 | 7.44 | 11.34 |
| | 32.46 | 44.2 | 28.66 | 8.63 | 11.24 | 7.40 | 11.24 |
| | 32.38 | 44.6 | 29.09 | 8.63 | 11.29 | 7.38 | 11.29 |
| Control | 31.43 | 44.9 | 28.98 | 8.75 | 11.21 | 7.49 | 11.21 |
| | 31.67 | 46.6 | 30.45 | 8.72 | 11.20 | 7.49 | 11.20 |
| | 31.54 | 46.6 | 30.52 | 8.70 | 11.27 | 7.47 | 11.21 |
| MMWQCS Kelas 2 | Peningkatan \leq 2°C berbanding suhu biasa | n.a | n.a | <6.5-7.5> | n.a | >5.00 | 50 |

Jadual 2: Bacaan nutrien untuk perairan Sg. Udang, Sg. Tengah dan Sangkar Bukit Tambun.

| Lokasi | Ammonia (mg/L) | Fosfat (mg/L) | Nitrat (mg/L) | Nitrit (mg/L) |
|--|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Kawasan Sangkar Tambun (Pulau Aman) | 0.07 | 0.09 | 0.00 | 0.001 |
| Kawasan Sangkar Sg Udang | 0.06 | 0.09 | 0.03 | 0.016 |
| Sg Tengah | 0.07 | 0.10 | 0.02 | 0.013 |
| Control | 0.01 | 0.17 | 0.02 | 0.021 |
| MMWQCS Kelas 2 | 0.007 | 5.00 | 0.06 | 0.055 |

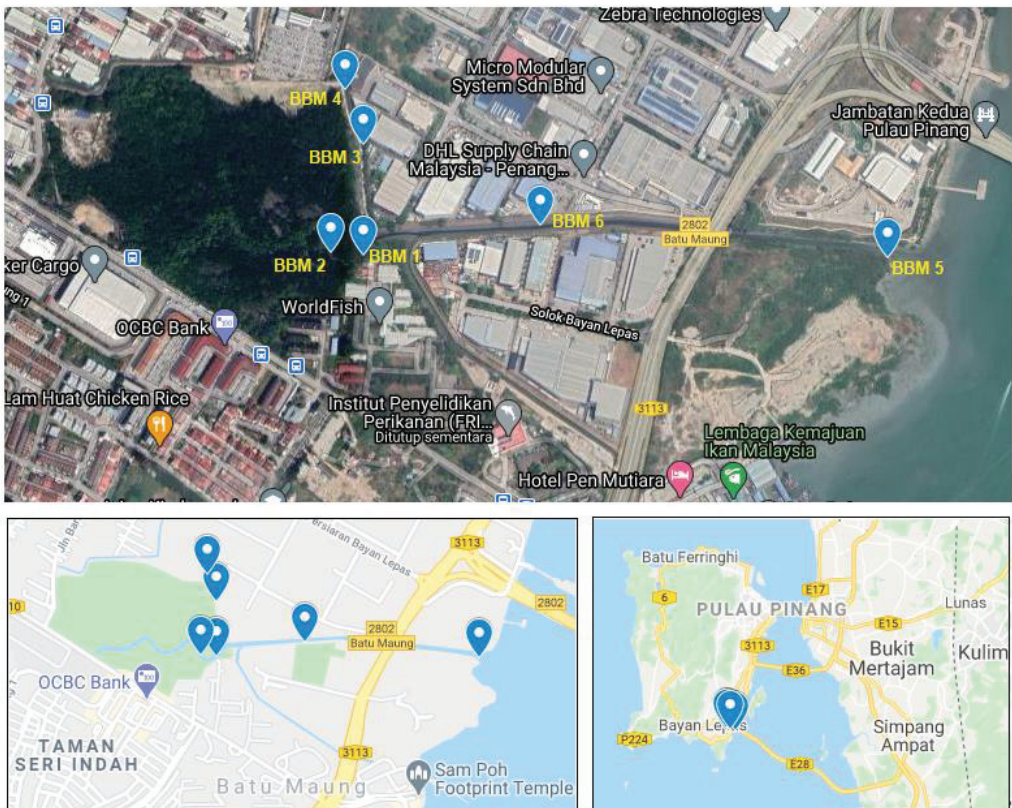
Laporan kajian kualiti air bakau Batu Maung, Pulau Pinang

Muhammad Farouk Harman

Kawasan bakau di Batu Maung dicadangkan untuk dibangunkan menjadi Taman Perikanan Pulau Pinang. Oleh itu, Bhg Penyelidikan Pentaksiran Impak telah menghantar kumpulan penyelidik pada 28 Jun 2019 untuk mendapatkan bacaan parameter air fizikal dan juga mengambil sampel air di Kawasan Bakau Batu Maung, Pulau Pinang.

Keputusan kajian kualiti air bakau Batu Maung, Pulau Pinang

Bacaan nutrien menunjukkan kesemua stesen yang berdekatan dengan Bakau Batu Maung menunjukkan bacaan ammonia, fosfat, nitrat dan nitrit yang melebihi nilai maksimum yang telah ditetapkan oleh *Malaysia Marine Water Quality Criteria and Standards* (MMWQCS). Hanya stesen BBM3 dan BBM5 yang mempunyai nilai ammonia kurang dari nilai maksimum yang telah ditetapkan oleh MMWQCS (Rajah 1 dan Jadual 1).



Rajah 1: Stesen persampelan.

Jadual 1: Kandungan nutrien dalam air kawasan Bakau Batu Maung, Pulau Pinang

| Lokasi | Koordinat | Ammonia (mg/L) | Fosfat (mg/L) | Nitrat (mg/L) | Nitrit (mg/L) |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| BBM 1 | 5°17'23.1"U 100°17'02.0"T | 0.175 | 1.13 | 0.54 | 0.185 |
| BBM 2 | 5°17'23.3"U 100°17'00.1"T | 0.157 | 1.29 | 0.53 | 0.241 |
| BBM 3 | 5°17'29.7"U 100°17'02.0"T | 0.066 | 0.51 | 0.56 | 0.492 |
| BBM 4 | 5°17'32.9"U 100°17'00.9"T | 0.150 | 0.68 | 0.15 | 0.023 |
| BBM 5 | 5°17'23.0"U 100°17'33.1"T | 0.050 | 0.53 | 0.59 | 0.476 |
| BBM 6 | 5°17'24.9"U 100°17'12.5"T | 0.179 | 2.20 | 0.16 | 0.065 |
| MMWQCS* kelas 2 | | 0.007 | 5.00 | 0.06 | 0.055 |

**Malaysian Marine Water Quality Criteria and Standards*

Kajian tapak akuakultur perairan Selat Kukup, Johor

Muhammad Farouk Harman & Hadzley Harith

Latar belakang

Kajian Daya Tampung (*Carrying Capacity*) merupakan suatu kajian yang akan mentaksirkan berapakah jumlah ternakan atau hidupan yang boleh diusahakan di sesuatu perairan. Kajian ini akan mengambil kira ruang lingkup perairan tersebut berkait dengan pengaruh fizikal sekitaran untuk menampung sejumlah hidupan ternakan di dalam sesuatu struktur ternakan seperti ternakan ikan di dalam sangkar.

Antara faktor fizikal dan penghad lain yang dikesan di sesuatu lokasi perairan tersebut adalah seperti ruang kandungan oksigen terlarut yang membenarkan kehidupan, ruang kemasinan yang sesuai, faktor penukaran air (air pasang surut, halaju dan arah arus) serta faktor-faktor lain yang menjadi penghad seperti kewujudan keadaan berasid atau beralkali di dalam air.

Kesemua data-data ini dikutip secara spatial dan temporal bagi meramal potensi dan kesan terhadap perusahaan ternakan ikan yang akan dan sedang dijalankan di sesuatu perairan. Kajian ini bertujuan untuk mengukur jumlah peratusan eksploitasi ternakan terhadap perairan Selat Kukup bagi menilai tahap daya tampung yang sesuai untuk ternakan ikan di dalam sangkar.

Kaedah

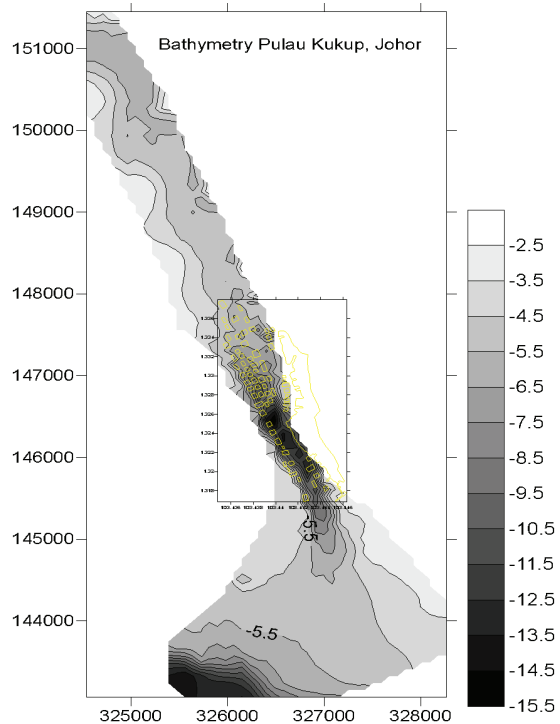
Persampelan oseanografi fizikal telah dijalankan di sebelas stesen pada bulan September dan Oktober 2019. Stesen persampelan ini adalah bagi menilai proses fizikal yang berlaku secara temporal dan spatial. Persampelan ditumpukan di sepanjang Selat Kukup, dari selatan ke utara (Rajah 1a).



Rajah 1a: Kedudukan stesen persampelan di Kukup, Johor

Dapatan kajian

Rajah 1b menunjukkan kedudukan sangkar-sangkar ikan di perairan Kukup, Johor. Susunan sangkar-sangkar tersebut menunjukkan terdapat beberapa sangkar yang berada terlalu rapat antara satu sangkar dengan sangkar yang lain. Analisis awal mendapati kawasan tersebut adalah sangat cetek di sesetengah tempat (Rajah 2, Rajah 5, Rajah 6, Rajah 7, Rajah 8, Rajah 9 dan Rajah 10). Kajian juga mendapati aktiviti akuakultur di situ sudah mencapai 90% dari kapasiti daya tampung berdasarkan kepada analisis spatial *horizontal* dan *vertical* (Rajah 3). Imej satelit yang digunakan sebagai data asas menunjukkan terdapat penambahan sangkar yang tidak terdapat sebelum ini (Rajah 11). Walaupun kedalaman air di bahagian tengah perairan Kukup mencadangkan 6-9 meter, pemerhatian persampelan lumpur dasar laut di kawasan tengah kawasan sangkar ikan mendapati ketebalan lumpur adalah sekitar 1-1.5 meter (Rajah 2, Rajah 5, Rajah 6, Rajah 7, Rajah 8, Rajah 9 dan Rajah 10).

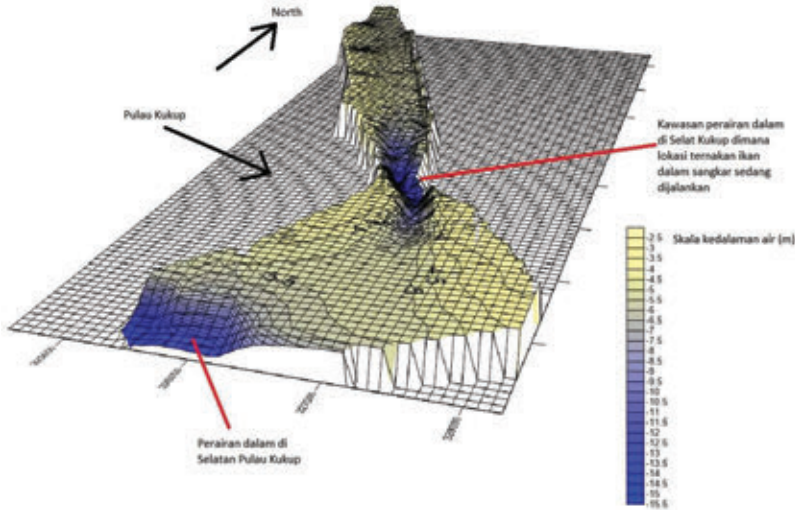


Rajah 1b: Batimetri Selat Kukup, Johor

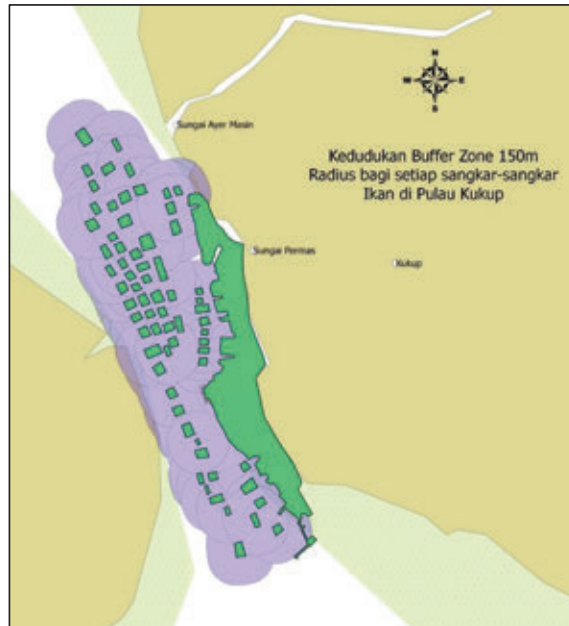
Dapatan sampel tanah mencadangkan struktur tanah seperti *Sandy Clay Loam*. Dapatan ini mencadangkan bahawa aktiviti pemendapan hasil dari aktiviti antropogenik tempatan adalah signifikan. Dapatan ini juga mencadangkan bahawa terdapatnya aktiviti inorganik di dalam lumpur yang bakal memberikan ancaman terhadap kandungan oksigen terlarut di bahagian dasar sangkar apabila menerima kesan ribut dan hujan yang lebat (*freshwater run-off*) menyebabkan keadaan berombak di selat Kukup melebihi 1 meter akan menyebabkan aktiviti *upwelling* di dasar selat Kukup dan kesan dari ini adalah dijangka menyebabkan kandungan oksigen terlarut menurun ke paras yang menyebabkan *hypoxia* dan berpotensi menyebabkan kematian ikan secara besar-besaran di Selat Kukup.

Kajian juga mendapati (Rajah 12 & Rajah 13) terdapat beberapa tempat di kawasan ternakan ikan dalam sangkar di Kukup yang mempunyai arus air yang lebih laju di bahagian lebih bawah berbanding yang di atas. Pihak penyelidik FRI Batu Maung berpendapat ini adalah disebabkan dari susunan sangkar ikan yang tidak sistematik dan telah memaksa air yang datang dengan arus yang laju untuk melalui bahagian tepi dan bawah sangkar. Dipercayai semasa kes kematian tersebut berlaku juga adalah semasa tali air yang membawa air dari kawasan pertanian dibuka untuk mengelakkan dari berlakunya banjir. Semasa ribut, *upwelling* (Rajah 12) berpotensi tinggi untuk terjadi dan menyebabkan kawasan tersebut mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi. Ini menyebabkan semasa ribut, ikan-ikan di dalam sangkar akan naik ke bahagian atas sangkar bagi mendapatkan lebih banyak oksigen, bagaimanapun, sekiranya tali air dibuka ketika itu, air tawar yang dilepaskan akan berada di bahagian atas air dan menyebabkan ikan-ikan di dalam sangkar tersebut lemas kerana tidak dapat melarikan diri. Kedudukan sangkar yang berada terlalu dekat dengan kawasan pelepasan air melalui tali air juga menyebabkan

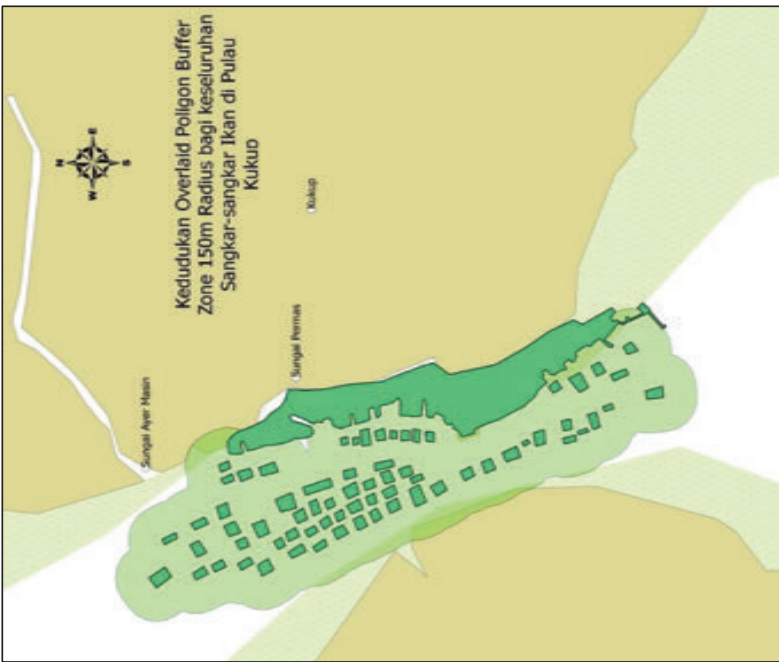
segala bahan yang dibawa oleh air dari tali air tersebut tidak sempat melalui proses pencairan sepenuhnya sebelum sampai ke kawasan sangkar ikan di kawasan tersebut. Kedua-dua air sungai yang berdekatan dengan kawasan ternakan ikan tersebut mempunyai bacaan pH berasid sekitar 3.38-3.71. Keadaan yang berasid akan memberi kesan ke atas ternakan dalam sangkar di kawasan tersebut dan dipercayai semasa tali air dibuka, air yang mempunyai nilai pH yang rendah dan berasid ini akan sampai ke kawasan ternakan.



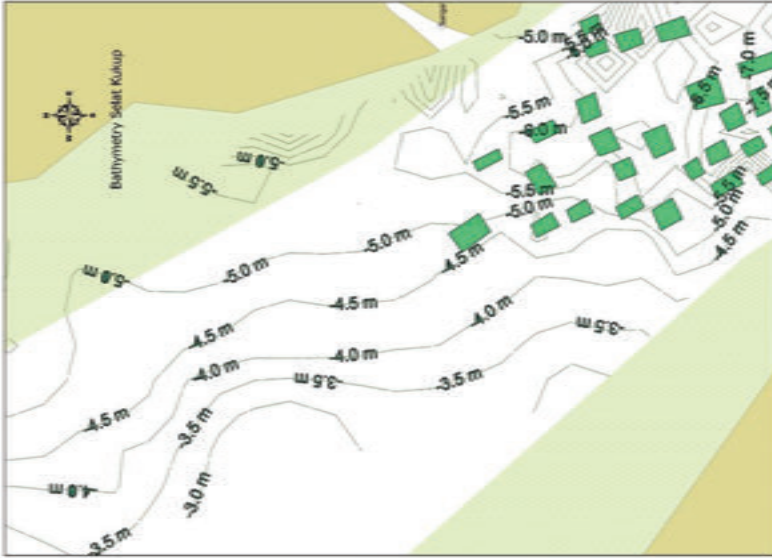
Rajah 2: Gambaran tiga dimensi perairan Selat Kukup



Rajah 3: Kedudukan 150m buffer zone bagi setiap sangkar. Buffer zone 150m ini diperlukan bagi tujuan penukaran air bagi setiap kluster sangkar



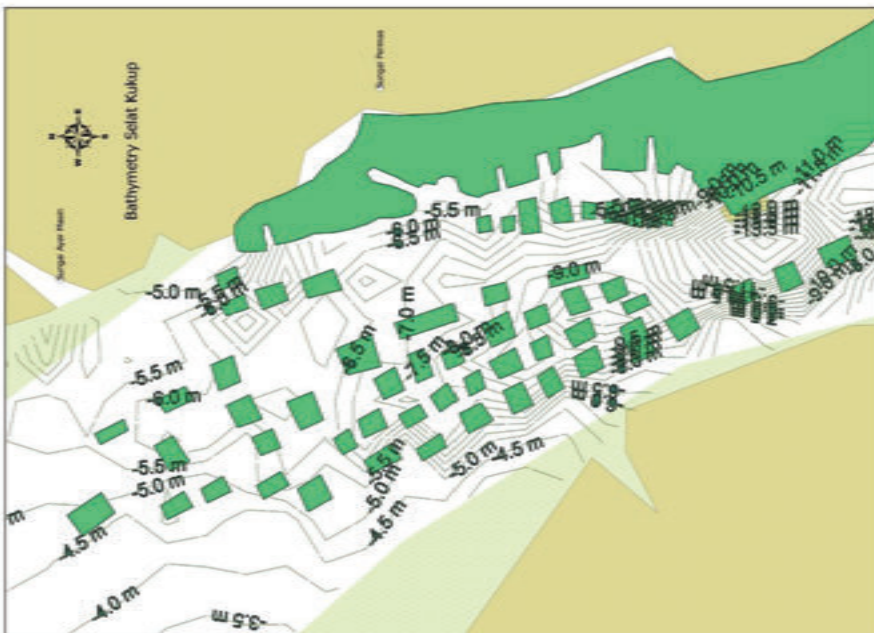
Rajah 4: Keadaan poligon yang bertindih antara satu sama lain membentuk satu zon buffer penukaran air yang besar di Selat Kukup. Dapatan ini mencadangkan keadaan penukaran air yang lemah bagi setiap sangkar



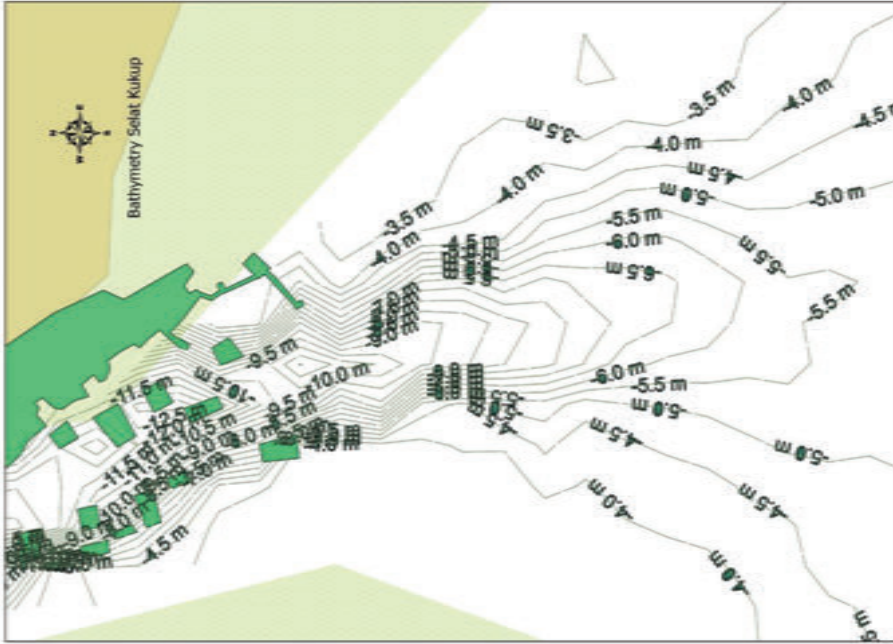
Rajah 5: Batimetri di perairan Utara Selat Kukup Zon 1



Rajah 7: Batimetri di perairan Utara Selat Kukup Zon 3



Rajah 6: Batimetri di perairan Utara Selat Kukup Zon 2



Rajah 9: Batimetri di perairan Utara Selat Kukup Zon 5



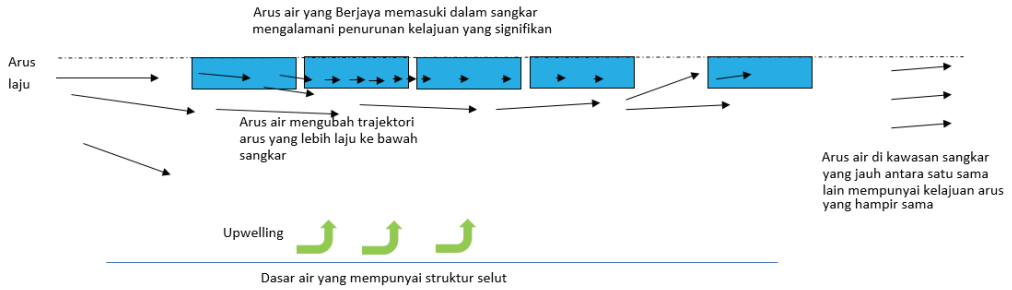
Rajah 8: Batimetri di perairan Utara Selat Kukup Zon 4



Rajah 11: Kedudukan Sangkar berdasarkan sumber dari imej Google Earth



Rajah 10: Batimetri di perairan Utara Salat Kukup Zon 6



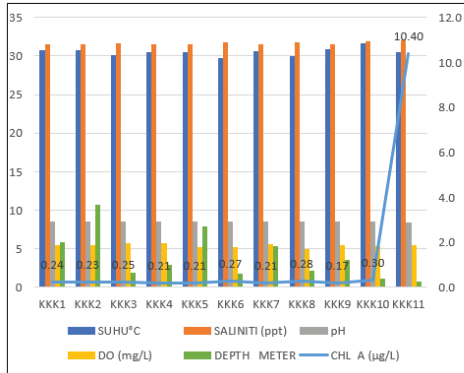
Rajah 12: Rajah teori pergerakan arus air di Kukup, Johor. Apabila berlakunya ribut, *upwelling* terjadi dan bahan organik akan memasuki badan air seterusnya penggunaan oksigen adalah tinggi



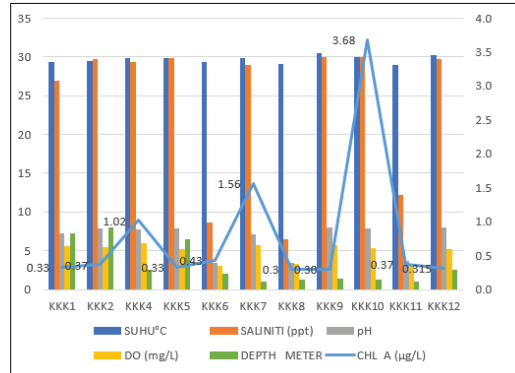
Rajah 13: Arus air di beberapa tempat menunjukkan kawasan yang lebih dalam mempunyai kedalaman yang cukup tetapi mempunyai kelajuan air yang lebih tinggi di bahagian bawah air di kawasan-kawasan yang padat dengan sangkar

Parameter kualiti air

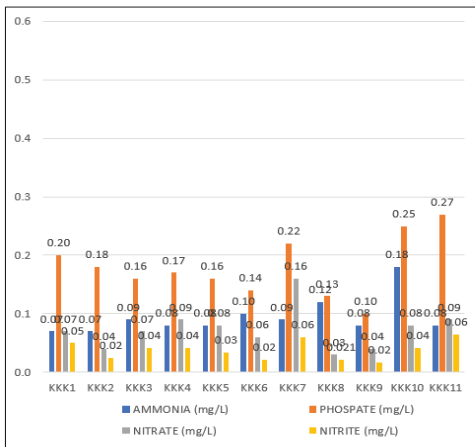
Pada bulan September 2019, parameter air fizikal (Rajah 14) menunjukkan nilai yang normal dan mematuhi standard yang telah ditetapkan untuk kesemua parameter air fizikal seperti oksigen terlarut (DO), saliniti, pH, suhu dan klorofil a (chl a). Namun, nilai klorofil di Stesen 11 yang terletak di Sungai Durian menunjukkan bacaan yang lebih tinggi daripada stesen lain, ini boleh dijelaskan melalui bacaan kandungan nutrien (Rajah 16) fosfat dan ammonia yang agak tinggi di dalam sungai tersebut ketika itu. Manakala pada bulan Oktober bacaan pH yang sangat rendah (berasid) telah direkodkan di Stesen 6 dan 8 yang berada di Sungai Permas dan juga Stesen 11 yang berada di Sg. Durian dengan nilai pH masing-masing ialah 3.45, 3.38 dan 3.71. Bacaan DO yang rendah juga telah direkodkan di stesen yang sama di mana stesen 6,8 dan 11 masing-masing menunjukkan bacaan 3.07, 3.32 dan 3.2 mg/L. Di tiga stesen yang sama, bacaan nutrien ammonia, nitrit, dan fosfat adalah sedikit tinggi. Nilai pH dan DO yang rendah dan bacaan nutrien yang melebihi tahap standard ini dipercayai adalah berpunca dari sumber air yang mengalir ke kawasan tali air yang seterusnya dilepaskan ke perairan Kukup, Johor melalui Sungai Permas dan Sungai Durian.



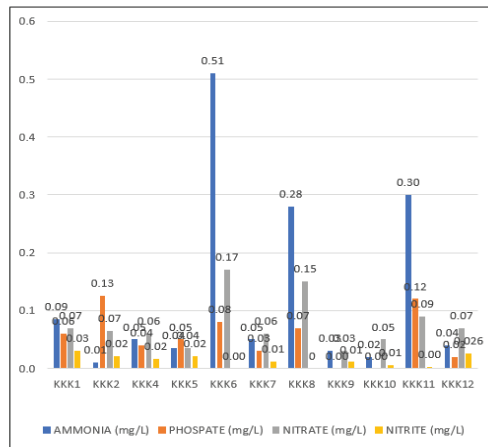
Rajah 14: Bacaan parameter kualiti air fizikal di Perairan Kukup, Johor pada bulan September 2019



Rajah 15: Bacaan parameter kualiti air fizikal di Perairan Kukup, Johor pada bulan Oktober 2019



Rajah 16: Bacaan nutrien di Perairan Kukup, Johor pada bulan September 2019



Rajah 17: Bacaan nutrien di Perairan Kukup, Johor pada bulan Oktober 2019

Kesimpulan

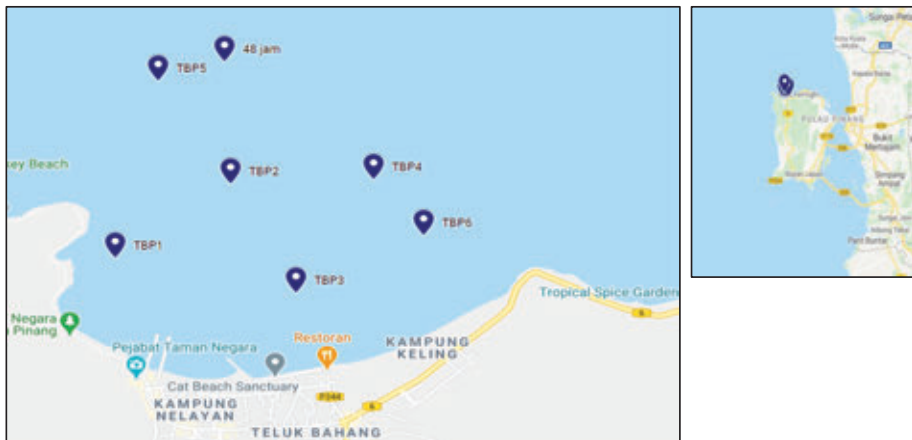
Kes kematian ikan secara serentak di sangkar ikan di perairan Kukup, Johor menunjukkan kapasiti di kawasan tersebut sudah melebihi bilangan yang sepatutnya. Di samping itu, sangkar-sangkar di kawasan tersebut hendaklah disusun semula bagi memberikan aliran arus yang lebih baik kepada sangkar-sangkar tersebut dan menggalakkan pertukaran air berlaku dengan lebih mudah. Kedudukan sangkar yang terlalu dekat dengan kawasan pelepasan air tawar di perairan Kukup menyebabkan segala bahan pencemar tidak sempat melalui proses pencairan yang sepatutnya. Faktor air yang lebih dalam di sangkar juga membuatkan pertukaran air dalam sangkar yang tidak menyeluruh. Terdapat terlalu banyak faktor yang dapat menyumbang kepada kes kematian ikan di perairan Kukup, Johor dan kajian serta pemantauan yang lebih kerap adalah diperlukan. Penyelidik FRI Batu Maung ingin mencadangkan bacaan DO dan pH diambil sebanyak tiga kali sehari (tengah malam, tengah hari, lewat petang) oleh para pemilik sangkar untuk sementara waktu ini. Sekiranya terdapat penurunan DO dan pH, perlu maklumkan segera kepada pihak yang berwajib untuk tindakan lanjut.

Laporan kajian tapak cadangan akuakultur Teluk Bahang, Pulau Pinang

Muhammad Farouk Harman & Hadzley Harith

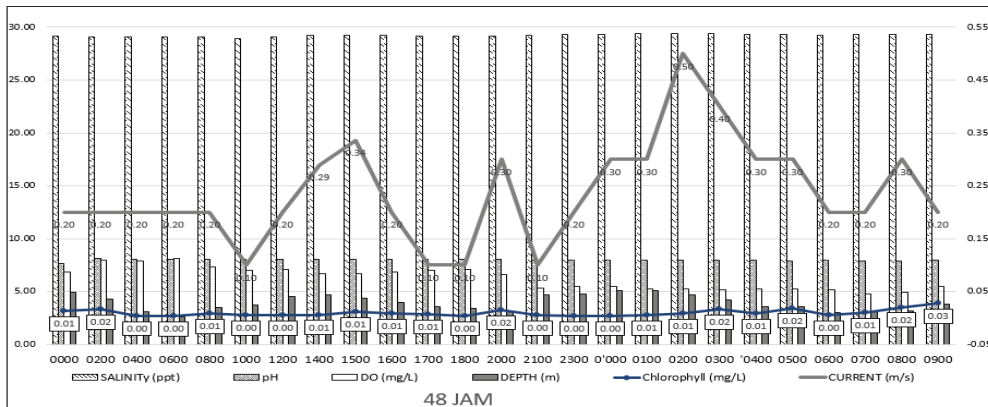
Satu kajian tapak telah dijalankan oleh Penyelidik FRI Batu Maung di atas permintaan pihak Taman Negara melalui Pejabat Perikanan Pulau Pinang. Kajian ini adalah bertujuan untuk melihat sama ada tapak sedia ada masih sesuai untuk aktiviti akuakultur dan potensi kawasan tapak lain untuk menjalankan aktiviti akuakultur ternakan ikan dalam sangkar.

Rajah 1 menunjukkan 7 stesen kajian termasuk stesen untuk pemantauan selama 48 jam yang telah dijalankan di Teluk Bahang pada 11 – 13 Disember 2019. Berdasarkan Rajah 2, pemerhatian dari stesen 48 jam menunjukkan bacaan saliniti, pH dan oksigen terlarut (DO) adalah kekal berada di dalam julat yang telah ditetapkan dalam *Malaysian Marine Water Quality Standards* (MMWQS) oleh Jabatan Alam Sekitar. Bacaan arus pula berada di antara 0.1 – 0.5 m/s. Sepanjang pemantauan 48 jam ini juga didapati bacaan suhu hanya berada di sekitar 29.8 – 30.8 °C dan perubahan suhu secara mendadak tidak berlaku sepanjang pemantauan ini dijalankan.



Rajah 1: Stesen-stesen kajian yang dijalankan di Teluk Bahang, Pulau Pinang

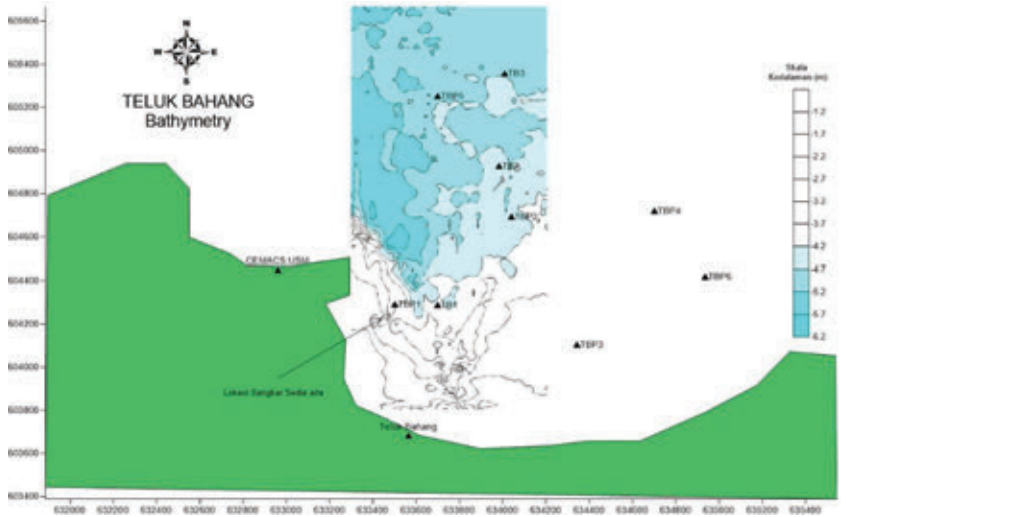
[TBP1:5.465831U,100.205095T; TBP2:5.469457U,100.209963T; TBP3:5.464124U,100.212689T; TBP4:5.469696U,100.215934T; TBP5:5.474520U,100.206898T; TBP6:5.466966U,100.218050T; 48 jam:5.475470U,100.209700T]



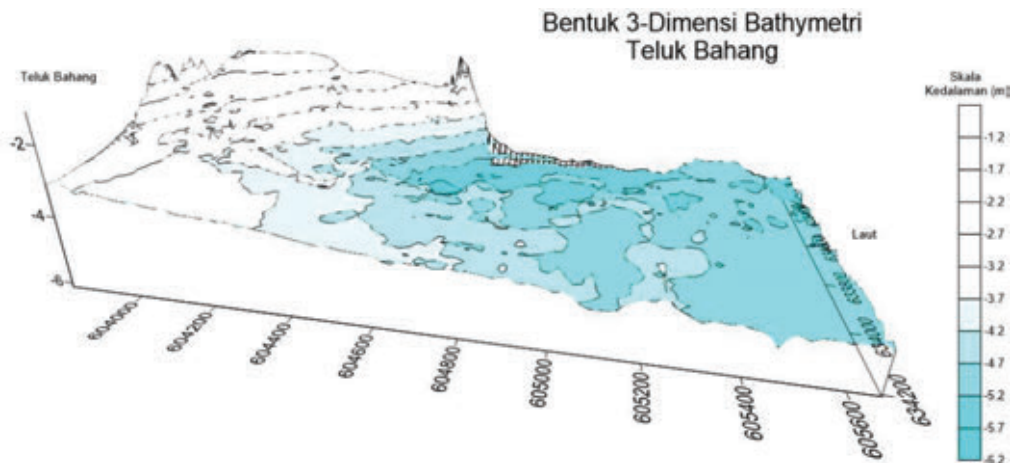
Rajah 2: Bacaan parameter air yang telah direkodkan secara In-situ sepanjang 48 jam kajian dijalankan

Kajian batimetri

Kajian batimetri ini diketuai oleh FRIKA dengan kerjasama ahli dari PPN dan FRI Batu Maung. Daripada hasil kajian yang telah dijalankan, imej seperti di Rajah 3a dan 3b telah diperolehi.



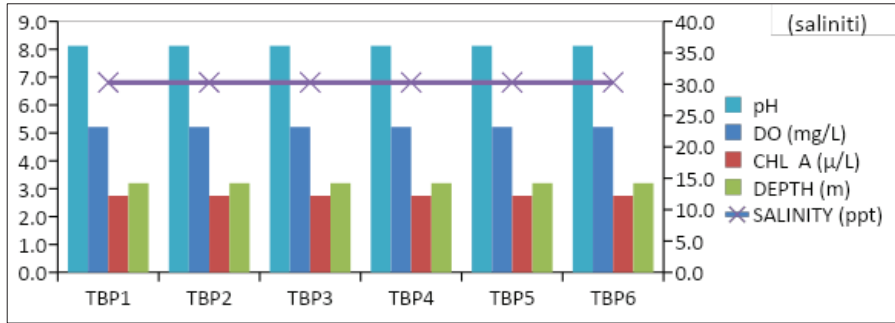
Rajah 3a: Kawasan yang termasuk dalam kajian batimetri di Teluk Bahang, Pulau Pinang.



Rajah 3b: Imej 3-Dimensi hasil dari kawasan kajian batimetri di Teluk Bahang, Pulau Pinang.

Keputusan kajian parameter air fizikal

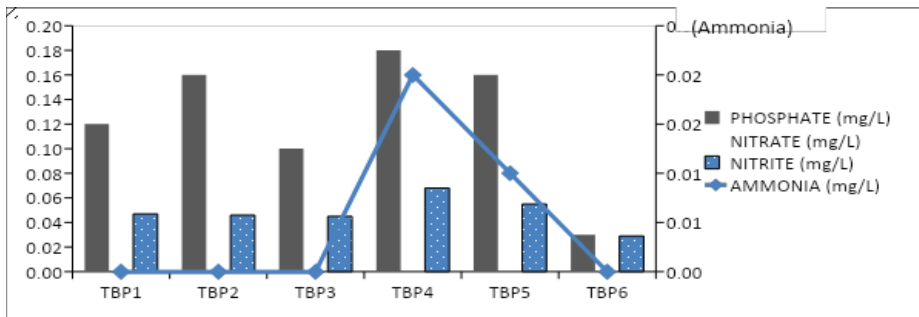
Data yang telah dikutip pada 11-13 Disember 2019 (air surut ke air pasang) menunjukkan kesemua parameter fizikal pH, DO, klorofil a (Chl a), kedalaman dan saliniti air berada di dalam julat yang telah ditetapkan oleh MMWQS.



Rajah 4: Keputusan data in-situ parameter fizikal di Teluk Bahang, Pulau Pinang.

Keputusan analisis nutrien sampel air

Hasil analisis sampel air yang telah diperolehi dari persampelan di Teluk Bahang menunjukkan kesemua stesen tersebut mempunyai kandungan nitrat melebihi 0.06 mg/L dan kandungan fosfat melebihi 0.075 mg/L. Manakala ammonia dan nitrit menunjukkan bacaan yang lebih rendah daripada yang telah ditetapkan oleh MMWQS untuk semua stesen.



Rajah 5: Keputusan analisis sampel air yang diperolehi dari 6 stesen di Teluk Bahang.

Berdasarkan sampel air yang telah diambil di 6 stesen di dalam kajian ini (Jadual 1), nilai permintaan oksigen kimia (COD) di Teluk Bahang, Pulau Pinang adalah berada di antara 144 – 234 mg/L berbanding 25 mg/L yang telah ditetapkan di dalam Kelas Ila *National Water Quality Standards For Malaysia* oleh Jabatan Alam Sekitar.

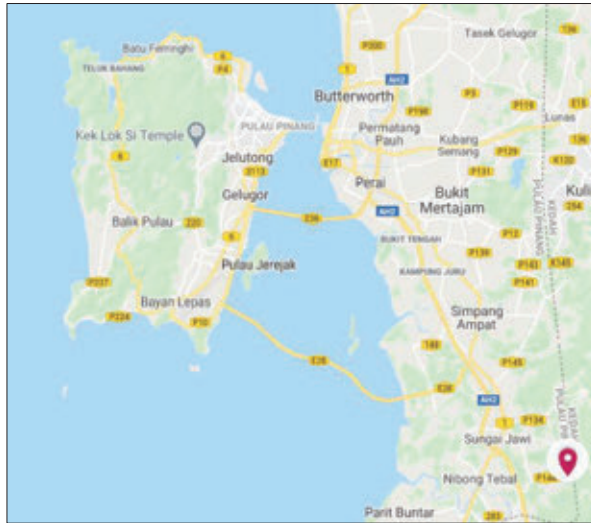
Jadual 1: COD bagi sampel air

| Stesen | COD (mg/L) |
|--------|------------|
| TBP1 | 234.0 |
| TBP2 | 198.0 |
| TBP3 | 189.0 |
| TBP4 | 201.0 |
| TBP5 | 144.0 |
| TBP6 | 174.0 |

Laporan analisis sampel air untuk Syarikat Aquatech Bio Resources Sdn. Bhd.

Muhammad Farouk Harman

Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak telah menerima satu aduan tentang pencemaran punca air bawah tanah yang berwarna keperangan di salah satu cawangan kolam ternakan akuakultur tilapia oleh Aquatech Bio Resources Sdn. Bhd (Rajah 1). Satu kumpulan penyelidik telah pergi ke tapak akuakultur tersebut bagi mengambil sampel dan mendapatkan bacaan parameter fizikal secara *in-situ*.



Rajah 1: Lokasi persampelan di Seberang Perai Selatan [Koordinat: 5.1715U, 100.54186T]

Bacaan parameter air fizikal telah diperolehi dengan menggunakan YSI ProDSS. Manakala bacaan nutrient telah diperolehi melalui operasi standard menggunakan alat DR 3900™ Spectrophotometer. Sampel-sampel tersebut telah dianalisis secara *triplicate*.

Kualiti air berdasarkan ciri-ciri yang direkod menunjukkan terdapat beberapa parameter yang tidak mematuhi Standard Kualiti Air Kebangsaan Malaysia. Bacaan yang paling kritikal adalah pH di mana bacaan menunjukkan air tersebut bersifat asid. Bacaan pH ini direkodkan serendah 4.72 yang tidak sesuai untuk hidupan akuatik. Bacaan yang terendah ini pula adalah dari sampel air yang menjadi sumber air untuk aktiviti akuakultur di situ. Bacaan DO berada dalam julat yang sesuai untuk setiap tangki ternakan yang diambil sampel. Sampel air yang diambil adalah berdasarkan tempoh masa atau hari air tersebut sudah ditakung di dalam tangki. Bacaan logam berat Fe menunjukkan tahap yang sangat tinggi melebihi bacaan yang sepatutnya. Bacaan Fe yang dicadangkan adalah di bawah 10 ppm. Pengusaha ternakan adalah dinasihatkan untuk mencari sumber air alternatif sekiranya berterusan mendapat bacaan seperti di atas.

Jadual: Keputusan analisis parameter air

| Sampel | Air Boreng | E 1 Hari | D 2 Hari | A 4 Hari | B 4 Hari | C 8 Hari |
|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Suhu (°C) | 29.0±0.0 | 28.0±0.0 | 27.6±0.2 | 27.6±0.1 | 28±0.3 | 27.4±0.2 |
| DO (mg/L) | 0.05±0.00 | 0.03±0.00 | 0.03±0.00 | 0.04±0.00 | 0.04±0.00 | 0.04±0.00 |
| pH | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 |
| Turbiditi (NTU) | 2.55±0.00 | 7.54±0.00 | 7.62±0.06 | 7.54±0.07 | 8.10±0.17 | 7.25±0.05 |
| TSS (mg/L) | 4.72±0.00 | 6.22±0.00 | 6.21±0.20 | 5.84±0.05 | 5.85±0.04 | 5.68±0.12 |
| Chl A µg/L | 0.00±0.00 | 0.35±0.00 | 0.33±0.02 | 0.22±0.10 | 0.36±0.05 | 0.22±0.13 |
| Ammonia (mg/L) | 1.40±0.00 | 37.20±0.00 | 60.95±0.92 | 8.91±2.32 | 7.87±3.4 | 9.36±0.75 |
| Fosfat (mg/L) | 2.10±0.00 | 57.01±0.00 | 93.65±1.22 | 13.73±4.00 | 13.92±6.98 | 15.08±0.68 |
| Nitrat (mg/L) | 0.00±0.00 | 1.24±0.00 | 1.27±0.11 | 0.49±0.22 | 0.49±0.28 | 0.51±0.40 |
| Nitrit (mg/L) | 0.35±0.00 | 0.40±0.00 | 0.43±0.00 | 0.33±0.00 | 0.35±0.00 | 0.33±0.00 |
| COD (mg/L) | 0.02±0.00 | 0.02±0.00 | 0.03±0.00 | 0.04±0.00 | 0.06±0.00 | 0.03±0.00 |
| Ferum (Fe)(ppm) | 10489 | 3108.06 | 3108.06 | 4288.86 | 4091.76 | 1638.36 |

Laporan analisis sampel air dari Tasik Perda, Seberang Perai

Muhammad Farouk Harman

Unit Ekologi, Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak telah menerima sampel air dari Pejabat Perikanan Daerah Seberang Perai bagi menjalankan analisis ke atas sampel air yang telah diambil dari Tasik Perda, Seberang Perai, Pulau Pinang. Sampel-sampel tersebut telah dianalisis bagi mengkaji sekiranya terdapat sebarang pencemaran fizikal atau nutrient yang berlebihan dari kawasan tersebut. Sampel-sampel tersebut telah dianalisis secara *triplicate*. Bacaan parameter air fizikal telah diperolehi dengan menggunakan YSI ProDSS. Manakala bacaan nutrien telah diperolehi melalui operasi standard menggunakan alat DR 3900™ Spectrophotometer.

Jadual 1 menunjukkan hasil keputusan adalah berada pada paras yang normal bagi kesemua parameter air kecuali pH air di Kolam A dan Kolam B di mana masing-masing mempunyai bacaan 3.29 dan 3.75. Walau bagaimanapun, analisis air tidak dapat dijalankan secara *triplicate* kerana pihak Pejabat Perikanan Daerah hanya memberikan sampel air sebanyak satu sampel untuk setiap kolam.

Jadual 1: Hasil keputusan sampel air dari kolam di Tasik Perda disampel oleh pihak PPN Pulau Pinang.

| Lokasi | Kolam A (Baru) | Kolam B (Ternakan) | Kolam C (Air Takungan) |
|----------------|----------------|--------------------|------------------------|
| Konduktiviti | 2.2 | 1.60 | 0 |
| TDS (ppt) | 1.0 | 1.0 | 0 |
| Saliniti (ppt) | 1.1 | 0.8 | 0 |
| pH | 3.29 | 3.75 | 6.68 |
| Ammonia (mg/L) | 0 | 0 | 0 |
| Fosfat (mg/L) | 0.26 | 0.06 | 0.06 |
| Nitrat (mg/L) | 0 | 0.35 | 0.10 |
| Nitrit (mg/L) | 0.052 | 0.016 | 0.021 |

Rumusan

Kualiti air berdasarkan ciri-ciri yang direkod menunjukkan kesemua parameter mematuhi Standard Kualiti Air Kebangsaan Malaysia kecuali pada bacaan pH pada kolam A dan Kolam B. Pejabat Perikanan Daerah Seberang Perai adalah dinasihatkan untuk menghantar sampel air sekali lagi bagi tujuan pengesahan bacaan pH dan juga membuat analisis logam berat. Oleh itu, bacaan pH yang **terlalu rendah (<4)** dan **bersifat asid** akan memberi kesan kepada hidupan akuatik. Sumber air pH tinggi ini hendaklah dikenalpasti sebelum apa-apa aktiviti mengkultur hidupan akuatik dijalankan.

Laporan kajian kesesuaian cadangan tapak baharu ternakan kerang di Kuala Kedah

Muhammad Farouk Harman dan Hadzley Harith

Pengenalan

Pihak Pejabat Perikanan Negeri Kedah (PPN K) telah menerima dua permohonan daripada penternak yang bercadang untuk mengusahakan dua cadangan tapak ternakan kerang di Kuala Kedah. Berdasarkan kepada permohonan ini, pihak PPN K telah mengusul perkara ini pada mesyuarat Jawatankuasa Kerang-kerangan yang telah diadakan di FRI BM. Mesyuarat telah bersetuju dan kajian telah diadakan pada 14-16 Januari 2020. Kajian ini telah dijalankan oleh FRIKA, FRIBM dengan kerjasama PPN K dan bantuan daripada pemohon tapak-tapak berkenaan. Kajian telah dijalankan menggunakan Bot PL, bot nelayan zon A dan dua sampan kecil bagi tujuan persampelan di pinggir pantai.

Pernyataan masalah

Kajian ini dijalankan bagi menjawab persoalan berikut; adakah lokasi kajian bersesuaian; berapakah jumlah bilangan lot yang boleh ditawarkan; dan apakah keluasan keseluruhan untuk tujuan ternakan kerang?

Objektif

Kajian ini bertujuan untuk membuat penilaian dan kesesuaian cadangan tapak baharu ternakan kerang di Kuala Kedah

Metodologi

Kajian ini dijalankan menggunakan pendekatan Kajian Proses Oseanografi Pantai bagi mencapai objektif kajian di atas.

Kawasan kajian

Kawasan Kajian (AOI) bermula dari muara Sungai Kedah di Kuala Kedah menghala ke selatan sehingga ke Kuala Tebengau (Rajah 1). Berdasarkan kepada aplikasi Google Earth, keluasan kawasan kajian adalah sekitar 6,657.64 ha (Rajah 2). Titik lokasi kawasan kajian ini juga ditindihkan pada peta batimetri bagi melihat gambaran kedalaman air laut di sekitar kawasan kajian bagi tujuan perancangan reka bentuk persampelan dan kajian (Rajah 3).



Rajah 1 Kawasan kajian (AOI) di Kuala Kedah sehingga ke Kuala Tebengau.



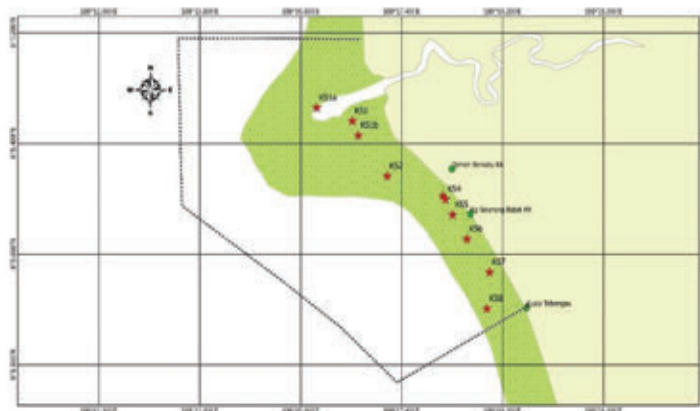
Rajah 2 Keluasan kawasan kajian adalah sekitar 6,657.64 ha.



Rajah 3 Kawasan kajian (AOI) yang ditindihkan pada peta batimetri.

Reka bentuk persampelan

Berdasarkan kepada Rajah 3, reka bentuk kajian ini direncanakan bagi mengutip data-data fizikal di beberapa stesen sekitar AOI. Kedudukan stesen persampelan ditunjukkan pada Rajah 4.



Rajah 4 Stesen persampelan di Kuala Kedah

Aktiviti persampelan ini direncana bagi mendapatkan data-data fizikal di semua stesen tersenarai, manakala di Stesen KS1a pula, aktiviti persampelan telah dijalankan secara statik selama 48 jam. Persampelan di Stesen KS1a ini bertujuan untuk melihat pengaruh fizikal limpahan dari Sungai Kedah ketika air surut dan air masin ketika air pasang. Dapatan dari persampelan ini dirumuskan seperti yang ditunjukkan pada Jadual 1.

Persampelan di stesen-stesen lain telah dijalankan pada 14 Januari 2020 ketika air pasang. Keadaan pantai yang landai dan berlumpur menghalang untuk aktiviti persampelan dijalankan pada ketika air surut. Persampelan ini dilakukan menggunakan sampan yang disediakan oleh pemohon lot berkenaan.

Parameter yang dikaji

Parameter fizikal yang dikaji merupakan elemen-elemen yang berkait rapat dengan tumbesaran dan pengaruh pembiakan aruhan kerang. Antaranya adalah suhu, saliniti, konduktiviti, jumlah pepejal terlarut (TDS), kandungan oksigen terlarut (DO), pH, kekeruhan, jumlah pepejal terampai (TSS) dan jumlah kandungan klorofil a (chl a). Selain itu, data-data kedalaman air, pasang surut dan batimetri turut dicatatkan.

Kesemua dapatan-dapatan ini diproses secara spatial dan berprofil. Ia bertujuan untuk melihat taburan dan kepadatan sesuatu parameter tersebut dan kesan langsung kepada ternakan dan pembiakan kerang kelak.

Peralatan yang digunakan

Kesemua peralatan yang digunakan telah dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan di lapangan. Ini bertujuan untuk mendapatkan data yang jitu dan meyakinkan. Antara alatan yang digunakan ialah YSI *multi-probe*, meter arus, penduga gempa, DGPS dan beberapa perisian untuk kerja-kerja merancang, memproses dapatan dan menghasilkan output kajian.

Dapatan dan perbincangan

Persampelan 48 jam statik di stesen

Persampelan secara statik berprofil telah dilakukan di Stesen KS1a (Rajah 4) selama 48 jam bermula pada 14-16 Januari 2020 menggunakan bot nelayan zon A yang disediakan oleh pihak PPN Kedah. Ringkasan dapatan dari persampelan ini dipaparkan pada Jadual 1.

Berdasarkan kepada Jadual 1, didapati lokasi di dasar Stesen KS1a menerima perubahan suhu sekitar 2.3°C yang telah berlaku antara aras air pasang dan surut. Suhu minimum yang dicatatkan adalah 27.2°C manakala suhu maksimum adalah 29.3°C. Dapatan bagi median, mod dan purata adalah kecil, mencadangkan keadaan suhu air yang homogeneous di lokasi kajian. Kajian ini telah dijalankan pada musim kering dan panas, di mana tiada hujan telah diperhatikan berlaku semasa persampelan ini dijalankan di stesen tersebut mahupun di sekitar Alor Star (M Hifzuddin Ikhsan; Noorazura Abdul Rahman, 2020). Dapatan ini mungkin akan berbeza jika kajian ini dapat dijalankan pada musim hujan pada masa hadapan.

Keadaan yang kering ini disokong dengan dapatan yang diperolehi (Jadual 1). Sepanjang tempoh 48 jam persampelan yang telah dijalankan, perubahan saliniti yang direkodkan hanyalah 5.1 ppt dengan saliniti maksimum adalah 34.31 ppt dan minimum 29.21 ppt menunjukkan bahawa perairan muara Kuala Kedah ini tidak menerima limpahan air tawar dari Sungai Kedah dengan ketara. Jika limpahan air tawar berlaku dari Sungai Kedah ini, bacaan saliniti minimum akan lebih rendah lagi dan memberikan julat perbezaan saliniti yang besar antara air pasang dan surut. Keadaan ini tidak berlaku kerana tiada hujan telah diperhatikan berlaku pada tempoh persampelan di sekitar Kuala Kedah dan Kota Star.

Dapatan mencadangkan perbezaan kecil parameter median, mod dan purata saliniti di Stesen KS1a menggambarkan keadaan saliniti air yang seragam.

Jadual 1 Ringkasan dapatan temporal fizikal di Stesen statik 48jam

| | Suhu (°C) | Kond. (mS/cm) | TDS (ppt) | Saliniti (ppt) | DO (mg/L) | pH | Turbiditi (NTU) | TSS (mg/L) | Chl A (µg/L) |
|---------------|--------------|------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------|--------------------|---------------|-----------------|
| Min | 27.2 | 45.27 | 29 | 29.21 | 3.87 | 6.23 | 10.72 | 16.84 | 2.22 |
| Julat | 2.3 | 6.99 | 5 | 5.1 | 7.35 | 2.19 | 180.63 | 753.66 | 47.24 |
| Maks. | 29.5 | 52.26 | 34 | 34.31 | 11.22 | 8.42 | 191.35 | 770.5 | 49.46 |
| Median | 28.3 | 51.13 | 33 | 33.49 | 6.04 | 8.26 | 30.69 | 48.33 | 7.64 |
| Mod | 28.3 | 51.14 | 33 | 33.47 | 4.49 | 8.39 | 15.42 | 23 | 4.32 |
| Purata | 28.24 | 50.84 | 32.89 | 33.27 | 6.18 | 8.21 | 48.47 | 77.99 | 11.81 |
| n | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 139 | 139 | 145 |

Bacaan pH yang telah direkodkan menggambarkan kondisi yang biasanya berlaku di perairan Malaysia (pH 6.2-8.4). Hidupan akuatik mampu hidup di perairan yang mempunyai kondisi pH seperti ini. Jika bacaan pH terlalu berasid (< pH 5.0) atau terlalu beralkali (> pH 9.0) akan merencatkan dan mungkin membunuh hidupan akuatik berkenaan. Hidupan akuatik mampu menyesuaikan kehidupan mereka pada julat pH sekitar 6.2-8.4.

Kandungan oksigen terlarut (DO) yang dicatatkan menunjukkan keadaan yang optimum pada ketika air pasang, namun kondisi kandungan terlarut ini menghampiri tahap hipoksia (kandungan oksigen terlarut (DO) <3.0 mg/L) pada jam 8.00-9.00 pagi iaitu ketika air sedang surut. Pada ketika ini bacaan kekeruhan mencatatkan nilai 140-191.35 NTU (maksimum). Keadaan nilai kekeruhan yang tinggi dan telah menyebabkan kandungan oksigen terlarut rendah (<4.0 mg/L) mungkin berkait rapat dengan aktiviti neutrifikasi di huluan (Argenal & Gomez, 2006; Heest, Burkhart, & Curry, 2006; Li, Liu, Li, & Zhang, 2013).

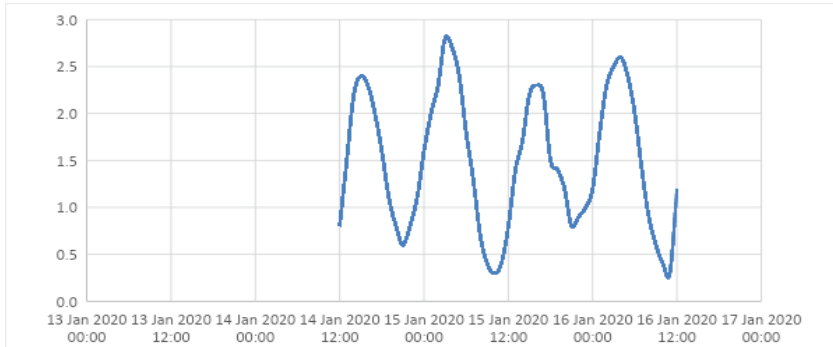
Bacaan julat klorofil yang besar mencadangkan berlakunya beberapa keadaan yang tidak memihak kepada hidupan (kandungan klorofil yang rendah), bacaan kandungan klorofil (Chl A) yang rendah ini (<4.0 µg/L) dicatatkan pada ketika paras kekeruhan yang rendah (<40 NTU), kandungan pepejal terampai (TSS) (<30 mg/L), suhu (>27.2°C), kekeruhan (<33 NTU), saliniti (>33 ppt) dan pH >8. Keadaan ini mencadangkan ia berlaku pada ketika pengaruh air laut mula memasuki muara Kuala Kedah, kemuncak air pasang.

Analisis pasang surut tempatan

Persampelan statik selama 48 jam telah dijalankan di Stesen KS 1a (U6°05.979', T100° 15.884') bermula pada 14 Jan 2020 jam 12.00 tgh sehingga 16 Jan 2020 jam 12.00 tgh. Persampelan statik ini diperlukan bagi membuat penilaian sebenar proses perairan laut terutamanya yang berhampiran dengan kuala Sungai Kedah akan kemungkinan kuala ini mempunyai faktor fizikal yang boleh mengaruhkan kerang (atau sebarang moluska) yang ada di sekitarnya.

Selain itu, persampelan ini akan memberikan maklumat pasang surut tempatan dan faktor fizikal yang berpotensi memberikan kesan signifikan kepada aktiviti ternakan kerang secara komersial kelak. Berdasarkan kepada Rajah 5, corak pasang surut tempatan di Kuala Kedah adalah berbentuk semidiurnal di mana terdapatnya dua air pasang dan surut berlaku dalam tempoh 24 jam. Namun bagi tujuan ternakan kerang (atau moluska lain), keadaan aras air pasang/surut yang bersifat semidiurnal bercampur (*mixed semidiurnal*) akan dijadikan sandaran untuk sesuatu kejayaan kondisi aruhan. Namun, dapatan ini hanyalah bersandarkan kepada persampelan yang telah dijalankan pada musim kemarau. Persampelan pada musim hujan diperlukan untuk melihat corak tahunan tempatan bagi mencapai matlamat pembiakan aruhan tempatan.

Selain itu, perbezaan ketinggian aras pasang dan surut yang rendah menggambarkan bahawa kandungan fizikal yang ada di dalam perairan ini bersifat sekata atau homogen hasil dari kesan percampuran sekata (*total mixing*). Dapatan seperti kandungan saliniti di permukaan dan dasar laut yang hampir sama (berjulat perbezaan yang kecil, 5.1 ppt dan suhu 2.3°C, Jadual 1). Kondisi fizikal ini mungkin berbeza jika persampelan pada ketika musim hujan berjaya dilakukan.



Rajah 5: Keadaan pasang surut di Stesen KS1a selama 48 jam persampelan berterusan

Batimetri

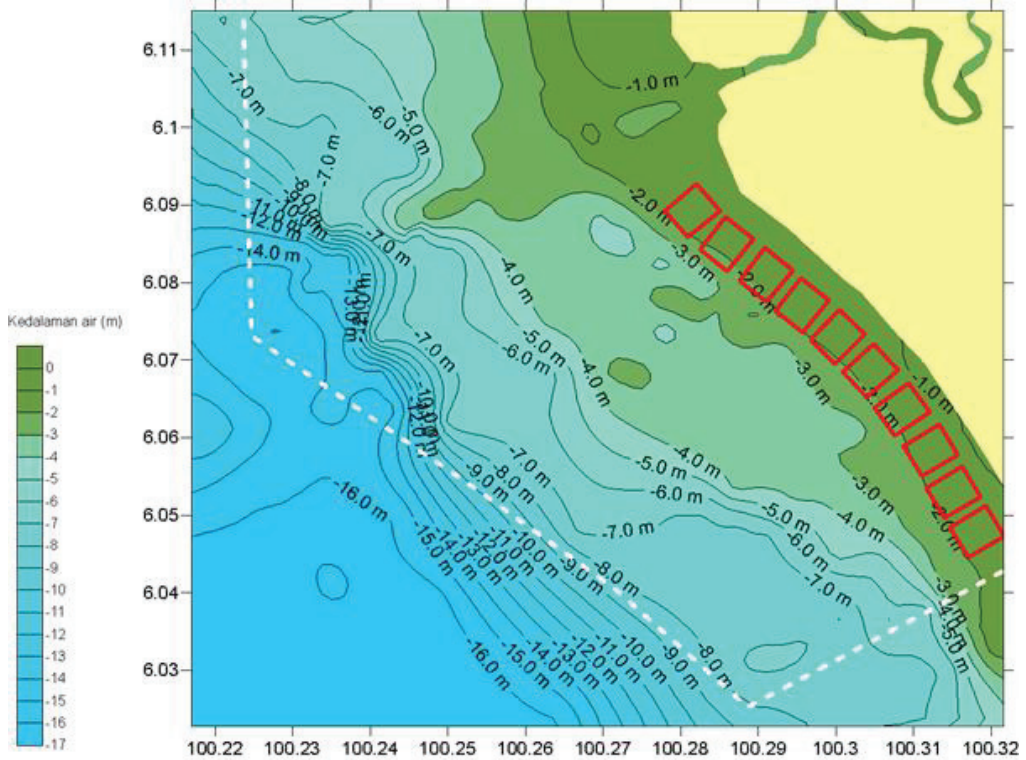
i. Analisis batimetri dua dimensi

Aktiviti mengukur kedalaman air telah dijalankan pada 16 Jan 2020 menggunakan bot nelayan yang disediakan oleh PPN Kedah. Aktiviti ini menggunakan alat penduga gema saintifik dan DGPS. Kesemua data yang dikutip, diproses menggunakan beberapa perisian komputer bagi menghasilkan carta batimetri dua dan tiga dimensi. Kedalaman air yang dicatatkan di kawasan tapak cadangan kebun kerang Kuala kedah ini adalah sekitar 2.0 m pada masa air pasang (Rajah 6).

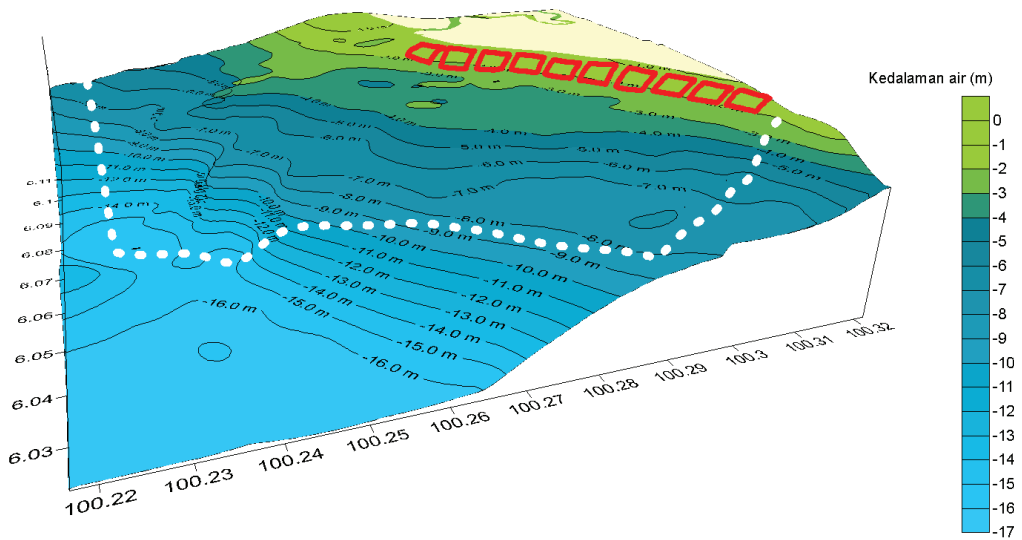
ii. Analisis batimetri tiga dimensi

Berdasarkan data-data yang diperolehi ketika pengukuran kedalaman ini, analisis diteruskan bagi memperolehi bentuk batimetri tiga dimensi. Dapatan menunjukkan dasar pantai Kuala Kedah adalah landai dengan sedimen lom berpasir.

Lokasi tapak yang dicadangkan ini tidak akan mengganggu aktiviti perikanan pantai terutamanya nelayan pukat hanyut kerana mereka boleh beroperasi di luar pantai dan jauh daripada tapak cadangan Kebun Kerang Kuala Kedah ini. Bentuk muka bumi dasar laut Kuala Kedah secara tiga dimensi ditunjukkan pada Rajah 7.



Rajah 6: Peta batimetri perairan yang dikaji. Lokasi tapak cadangan lot-lot ternakan berwarna merah dan kawasan kajian bergaris putus berwarna putih

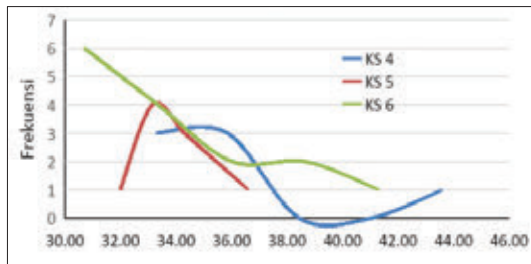


Rajah 7: Analisis batimetri 3 dimensi di kawasan kajian. Kedudukan tapak cadangan lot-lot kebun kerang berada berhampiran (370-420 m) dengan pantai

Biomass kerang sedia ada (semula jadi)

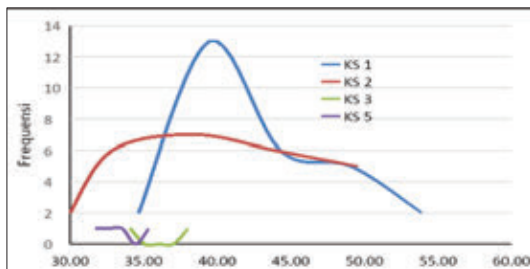
Aktiviti persampelan biomass kerang sedia ada di beberapa stesen telah dijalankan. Dapatan kajian menunjukkan kawasan ini memiliki dua spesies kerang-kerangan yang dominan dan bersaiz besar. Kerang-kerangan bersaiz besar ini merupakan hasil daripada pembiakan semula jadi dan sedia ada di lokasi berkenaan. Namun terdapat dua stesen (KS 7 dan KS 8) tidak mempunyai sebarang kerang-kerangan di atas.

Dapatan perolehan kerang-kerangan bersaiz besar (>30mm) dan kehadiran kulit kerang-kerangan yang dijumpai walaupun tidak signifikan jumlahnya, menunjukkan bahawa kerang-kerangan boleh hidup di sekitar lokasi persampelan. Taburan saiz kerang-kerangan yang dijumpai ini ditunjukkan di Jadual 2. Kesemua aktiviti persampelan ini dijalankan selama seminit dan kelajuan bot dikawal pada 2.5 knot (1.25 m/s). Saiz tangkuk bergalah (kor) yang digunakan adalah 24" x 8" x 30" dengan saiz mata 16 mm. Dapatan ini telah dirumuskan ke dalam Jadual 2 bagi menganggarkan jumlah biomass kerang-kerangan yang ada di sekitar stesen-stesen persampelan. Berdasarkan kepada Rajah 7 dan Rajah 8, dapatan ini mencadangkan bahawa taburan saiz kerang-kerangan yang disampel dari stesen-stesen berkenaan adalah bersaiz besar. Kerang pula dijumpai di sekitar Stesen 4 – Stesen 6, yang merupakan kawasan di mana dua orang penternak sedang mengusahakan ternakan (secara tidak berlesen). Manakala dapatan dari stesen-stesen lain kecuali Stesen 7 dan Stesen 8 menunjukkan jumlah biomass kerang bulu yang signifikan (Rajah 9).

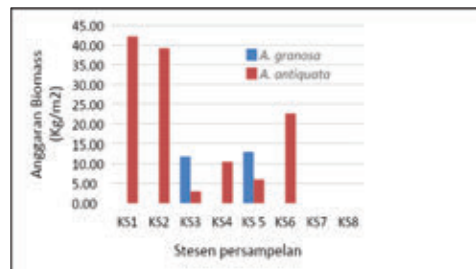


Rajah 7: Taburan saiz TL (mm) sampel kerang (*Anadara granosa*) yang telah diperoleh.

Taburan saiz kerang-kerangan ini menunjukkan populasi jantina kerang-kerangan ini tidak seimbang untuk tujuan pembenihan secara semula jadi. Ini kerana kerang-kerangan bersifat hermafrodit dan dapatan dari kajian mencadangkan tempoh matang kerang jantan bermula pada saiz 24 mm dan betina pada 26 mm. Saiz melebihi 33 mm ini biasanya didominasi oleh satu jantina sahaja.



Rajah 8 Taburan saiz (mm) sampel kerang bulu (*Anadara antiquata*) yang telah diperoleh dari stesen persampelan



Rajah 9 Anggaran biomass (kg/m²) kerang-kerangan yang telah disampel dari stesen-stesen kajian.

Jadual 2: Anggaran biomas kerang-kerangan yang telah disampel dari stesen-stesen persampelan di Kuala Kedah

| Spesies | KS1 | | KS2 | | KS3 | | KS4 | | KS5 | | KS6 | | KS7 | | KS8 | |
|-------------------------------|--------|----------|--------|----------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|
| | A.g. | A.a. | A.g. | A.a. | A.g. | A.a. | A.g. | A.a. | A.g. | A.a. | A.g. | A.a. | A.g. | A.a. | A.g. | A.a. |
| Berat (gm) | 0 | 924 | 0 | 858 | 260 | 66 | 0 | 231 | 286 | 132 | 0 | 495 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Berat (kg) | 0 | 0.924 | 0 | 0.858 | 0.26 | 0.066 | 0 | 0.231 | 0.286 | 0.132 | 0 | 0.495 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bukaan kor (m) | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 | 0.6096 |
| Laju tunda (m/s) | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 |
| Swept Area (m ²) | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 | 45.72 |
| Biomass (kg/m ²) | 0 | 0.02021 | 0 | 0.01877 | 0.00569 | 0.00144 | 0 | 0.00505 | 0.00626 | 0.00289 | 0 | 0.01083 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biomass (kg/km ²) | 0.0 | 20,210.0 | 0 | 18,766.4 | 5,686.8 | 1,443.6 | 0 | 5,052.5 | 6,255.5 | 2,887.1 | 0 | 10,826.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |

A.g: *A. granosa* (kerang) ; A.a: *A. antiquata* (kerang bulu)

Anggaran nilai ekonomi aktiviti kerang-kerangan di Kuala Kedah dengan kemasukan benih secara semula jadi

Dapatan kajian (Jadual 2) mencadangkan jumlah biomas ini boleh dianggarkan berdasarkan nilai pasaran semasa komoditi tersebut (*A. granosa* dan *A. antiquata*). Anggaran harga pasaran (borong) bagi Kerang adalah sekitar RM10.00/kg manakala Kerang Bulu RM5.00/kg. Anggaran biomas dari stesen-stesen untuk setiap komoditi dikira pada harga pasaran mencadangkan bahawa nilai keseluruhan komoditi Kerang dianggarkan pada RM74,889.36 dan Kerang Bulu pada RM185,577.47 (Jadual 3).

Tetapi melalui kajian ini, didapati sebanyak 10 lot kerang-kerangan boleh ditawarkan kepada pengusaha dengan anggaran saiz 30 ha setiap satu lot (300 ha keseluruhan). Setiap lot ini mampu diusahakan oleh 10-15 orang peserta dengan anggaran pendapatan sebanyak RM1,600–RM2,300 seorang selepas melepasi tempoh dewasa pertama (8-12 bulan pertama). Jika lot mereka diusahakan dengan baik, pendapatan bulanan ini mampu dijana dengan mapan. Walau bagaimanapun, perolehan benih perlu dilakukan untuk dimasukkan ke dalam lot-lot kerang mereka disebabkan kurangnya bilangan benih yang masuk ke dalam lot secara semula jadi.

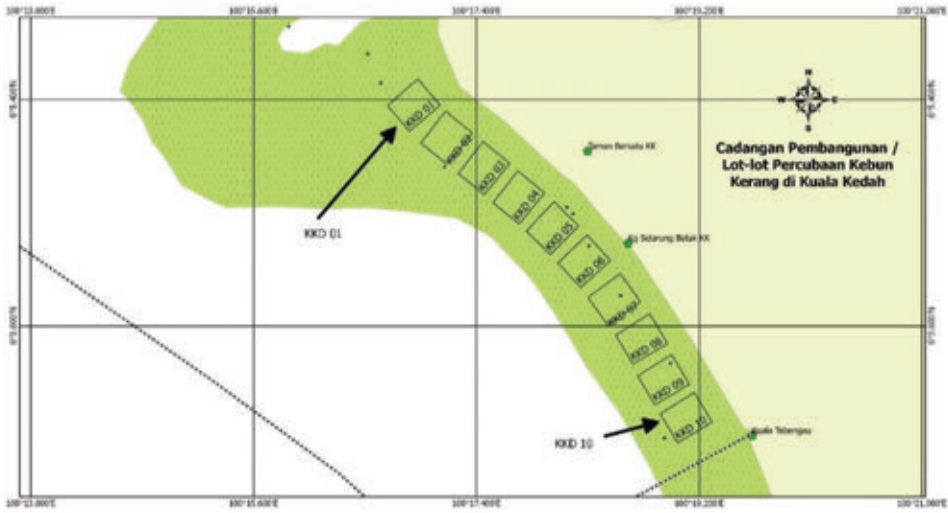
Langkah ke hadapan

i. Anggaran potensi ekonomi dan pendaratan

Berdasarkan kepada dapatan kajian, perairan Kuala Kedah ini mempunyai impak ekonomi yang signifikan kepada peserta kelak. Justeru, sebanyak 10 lot dengan cadangan saiz 30 ha setiap satu boleh ditawarkan kepada bakal peserta. Jika setiap satu lot ini mempunyai 15 orang peserta maka, dianggarkan sejumlah 150 ketua isi rumah (KIR) atau dianggarkan 450 orang ahli keluarga (purata 3 orang ahli bagi setiap KIR) akan mendapat manfaat dari usaha ini. Peluang ekonomi ini akan dapat membantu meringankan bebanan peserta dan mampu merubah nasib mereka kelak.

ii. Cadangan pembangunan / Projek percubaan lot-lot ternakan kerang

Hasil dapatan kajian ini mencadangkan sebanyak 10 lot ternakan Kebun Kerang boleh ditawarkan kepada bakal peserta. Setiap cadangan lot ternakan adalah bersaiz 30 ha (300 m x 1,000 m) dengan selang (*buffer zone*) 120-150 m antara satu lot dengan yang lain. Setiap titik penjurong lot-lot ini (Rajah 10) telah diukur menggunakan perisian sistem maklumat geografi (GIS). Kedudukan titik ini telah dikenal pasti dan disenaraikan seperti di Jadual 4. Jarak lot-lot ini dari pantai dianggarkan sekitar 370-420 m. Ruang *buffer zone* memberikan peluang kepada nelayan pantai atau pengutip kerang-kerangan untuk turut mencari rezeki. Maklumat koordinat bagi setiap titik membentuk lot-lot kebun kerang di atas boleh dirujuk di Jadual 4.



Rajah 10: Cadangan susunan kedudukan lot-lot Kebun Kerang Kuala Kedah

Jadual 3: Anggaran potensi nilai borong komoditi Kerang Bulu di Kuala Kedah dengan kemasukan benih secara semulajadi.

| Spesies | Berat (g) | Berat (kg) | Bukaan kor (m) | Laju tundaan (m/s) | Swept Area (m ²) | Biomass (kg/km ²) | Luas lot (ha) | Anggaran pendaratan (kg)/lot (ha) | RM/kg | Anggaran (RM) | |
|------------|-----------|------------|----------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------|-------------------|---------------------|
| | | | | | | | | | | A. <i>granosa</i> | A. <i>antiquata</i> |
| KS1 | K | 0 | 0 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 0 | 30 | 0 | 10 | 0 |
| | KB | 924 | 0.924 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 20,210 | 30 | 12,673.58 | 5.00 | 63,367.9 |
| KS2 | K | 0 | 0 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 0 | 30 | 0 | 10 | 0 |
| | KB | 858 | 0.858 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 18,766.4 | 30 | 11,768.33 | 5.00 | 58,841.65 |
| KS3 | K | 260 | 0.26 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 5,686.79 | 30 | 3,566.16 | 10 | 35,661.6 |
| | KB | 66 | 0.066 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 1,443.57 | 30 | 905.256 | 5.00 | 4,526.28 |
| KS4 | K | 0 | 0 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 0 | 30 | 0 | 10 | 0 |
| | KB | 231 | 0.231 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 5,052.49 | 30 | 3,168.40 | 5.00 | 15,841.98 |
| KS5 | K | 286 | 0.286 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 6,255.47 | 30 | 3,922.78 | 10 | 39,227.76 |
| | KB | 132 | 0.132 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 2,887.14 | 30 | 1,810.51 | 5.00 | 9,052.56 |
| KS6 | K | 0 | 0 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 0 | 30 | 0 | 10 | 0 |
| | KB | 495 | 0.495 | 0.6096 | 1.25 | 45.72 | 10,826.8 | 30 | 6,789.42 | 5.00 | 33,947.1 |
| Jumlah | | | | | | | | | 74,889.36 | 185,577.47 | |

*Anggaran harga runcit *A. antiquata* RM5.0/kg dan *A. granosa* RM10.0/kg

Jadual 4: Titik-titik sempadan bagi cadangan lot-lot Kebun Kerang Kuala Kedah

| Lot No. | Saiz (Ha) | Titik-titik sempadan | Koordinat |
|---------------|-----------|----------------------|------------------------------|
| KKD 01 | 30 | 1 | 6°05.5621' U, 100°16.9256' T |
| | | 2 | 6°05.3529' U, 100°17.1071' T |
| | | 3 | 6°05.1469' U, 100°16.8593' T |
| | | 4 | 6°05.3503' U, 100°16.6826' T |
| KKD 02 | 30 | 1 | 6°05.3056' U, 100°17.1512' T |
| | | 2 | 6°05.1331' U, 100°17.3681' T |
| | | 3 | 6°04.8852' U, 100°17.1625' T |
| | | 4 | 6°05.0529' U, 100°16.9513' T |
| KKD 03 | 30 | 1 | 6°05.0645' U, 100°17.4537' T |
| | | 2 | 6°04.8920' U, 100°17.6704' T |
| | | 3 | 6°04.6442' U, 100°17.4647' T |
| | | 4 | 6°04.8115' U, 100°17.2539' T |
| KKD 04 | 30 | 1 | 6°04.8312' U, 100°17.7341' T |
| | | 2 | 6°04.6587' U, 100°17.9507' T |
| | | 3 | 6°04.4108' U, 100°17.7454' T |
| | | 4 | 6°04.5785' U, 100°17.5342' T |
| KKD 05 | 30 | 1 | 6°04.5872' U, 100°18.0270' T |
| | | 2 | 6°04.3950' U, 100°18.2259' T |
| | | 3 | 6°04.1678' U, 100°17.9977' T |
| | | 4 | 6°04.3545' U, 100°17.8036' T |
| KKD 06 | 30 | 1 | 6°04.3236' U, 100°18.2945' T |
| | | 2 | 6°04.1211' U, 100°18.4831' T |
| | | 3 | 6°03.9061' U, 100°18.2430' T |
| | | 4 | 6°04.1028' U, 100°18.0592' T |
| KKD 07 | 30 | 1 | 6°04.0172' U, 100°18.5632' T |
| | | 2 | 6°03.7928' U, 100°18.7248' T |
| | | 3 | 6°03.6094' U, 100°18.4596' T |
| | | 4 | 6°03.8273' U, 100°18.3019' T |
| KKD 08 | 30 | 1 | 6°03.6976' U, 100°18.8001' T |
| | | 2 | 6°03.4616' U, 100°18.9443' T |
| | | 3 | 6°03.2988' U, 100°18.6659' T |
| | | 4 | 6°03.5279' U, 100°18.5252' T |
| KKD 09 | 30 | 1 | 6°03.3741' U, 100°18.9778' T |
| | | 2 | 6°03.1382' U, 100°19.1220' T |
| | | 3 | 6°02.9753' U, 100°18.8436' T |
| | | 4 | 6°03.2045' U, 100°18.7029' T |
| KKD 10 | 30 | 1 | 6°03.0722' U, 100°19.1600' T |
| | | 2 | 6°02.8363' U, 100°19.3041' T |
| | | 3 | 6°02.6734' U, 100°19.0257' T |
| | | 4 | 6°02.9026' U, 100°18.8851' T |

Laporan kajian tapak akuakultur di Setiu Wetlands

Muhammad Farouk Harman dan Hadzley Harith

Latar belakang

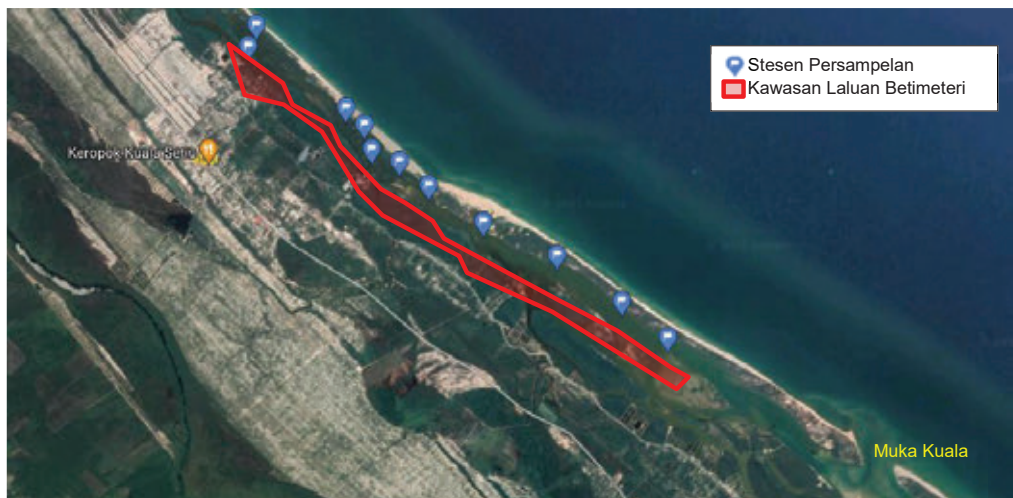
Satu kajian tapak telah dijalankan di kawasan akuakultur Setiu Wetlands, Terengganu bagi melihat status semasa kawasan tersebut. Kajian ini dijalankan atas permintaan PPN Terengganu atas faktor permintaan baru penduduk tempatan yang mahu turut serta menjalankan aktiviti ternakan ikan dalam sangkar di kawasan tersebut. Kajian telah dijalankan pada 7-10 Ogos 2020.

Metodologi

Kajian hidrografi telah dijalankan pada 8 dan 9 Oktober menggunakan bot. Antara peralatan yang digunakan dalam kajian ini adalah DGPS dan *Single-beam CEEStar Echo-sounder* yang disambungkan ke komputer riba dengan perisian Hypack 2018.

Aktiviti kajian telah dirancang untuk meliputi seluruh kawasan kepentingan dalam kajian, namun disebabkan keadaan di lapangan, kami hanya dapat menjalankan kajian meliputi sebahagian besar perairan menggunakan peralatan di atas dan sebahagian lagi terpaksa menggunakan peralatan secara manual dan memeriksa kedalaman dengan jumlah bilangan titik yang lebih kecil. Ini disebabkan oleh beberapa halangan struktur sangkar yang besar yang menghalang laluan bot yang memaksa kami untuk beralih ke laluan navigasi yang selamat.

Kaedah persampelan air dan pemantauan parameter fizikal air adalah dengan menggunakan bot untuk pergi ke 10 stesen persampelan yang telah ditetapkan seperti di dalam Rajah 1. Kaedah persampelan air adalah menggunakan alat Van Dorn *water sampler*. Bacaan parameter fizikal dan sampel air telah diambil ketika air pasang dan juga surut. Bacaan fizikal menggunakan YSI *ProDSS Multiparameter Water Quality meter*, USA dan sampel air kemudiannya dianalisis menggunakan spektrofotometer HACH DR3900, UK.



Rajah 1: Stesen persampelan kajian tapak di Setiu Wetlands.

Keputusan dan perbincangan

Kajian parameter air fizikal setiap jam selama 24 Jam

Kesemua keputusan ini adalah bersandarkan kepada *Malaysian Marine Water Quality Standards* (MMWQS).

Suhu (°C)

Suhu air di Setiu Wetland menunjukkan bacaan yang bervariasi pada setiap jam, dengan suhu yang paling tinggi direkodkan (Rajah 2) pada jam 5 petang (32.0°C) dan paling rendah pada jam 10 pagi (29.1°C). Bacaan suhu air yang berbeza dalam sehari-hari adalah ditentukan oleh kandungan haba di dalam air, yang dipengaruhi oleh dinamika meterologi. Disebabkan perairan ini cetek, suhu air sangat mudah dipengaruhi oleh suhu atmosfera. Keadaan cuaca memainkan peranan dalam menentukan sifat fizikal tasik termasuklah intensiti cahaya dan kelajuan angin yang turut mempengaruhi bacaan suhu air. Intensiti cahaya yang rendah pada waktu pagi menyebabkan suhu yang direkodkan pada waktu pagi adalah rendah. Selain itu, suhu air turut mempengaruhi kelarutan gas dan garam di dalam air.

Oksigen terlarut, DO (mg/L)

Kepekatan oksigen terlarut (Rajah 2) menunjukkan corak taburan yang hampir sama dengan bacaan suhu. Kepekatan oksigen terlarut paling tinggi pada jam 2.00 petang (5.49 mg/L) dan paling rendah pada jam 8.00 pagi (2.36 mg/L). Ketepuan oksigen di atmosfera, serta oksigen yang dihasilkan oleh proses fotosintesis adalah merupakan dua sumber utama yang menyumbang kepada oksigen terlarut di persekitaran akuatik. Taburan dan kepekatan oksigen terlarut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu air, pertukaran atmosfera, dan juga kadar proses kimia dan biologi termasuklah jumlah produktiviti utama dan penguraian bahan organik. Kekurangan cahaya pada waktu malam memperlambatkan penghasilan pengeluaran kadar oksigen oleh aktiviti fotosintesis, dan ini menyebabkan kepekatan oksigen terlarut pada waktu malam adalah rendah. Selain itu, kekurangan oksigen terlarut juga disebabkan oleh proses pernafasan oleh organisma, proses pereputan oleh bakteria aerobik serta proses penguraian sedimen yang mereput. Ketika kajian 24 jam ini dijalankan, DO tidak berada dalam julat yang optimum pada hampir keseluruhan tempoh berkenaan, iaitu kurang dari 5.00 mg/L. Ini akan menimbulkan keadaan hipoksia terhadap ternakan dan keadaan akan bertambah teruk sekiranya dalam keadaan hujan lebat dan air surut. Kemungkinan untuk ikan stres dan mati adalah tinggi.

Saliniti (ppt)

Bacaan saliniti adalah paling tinggi (Rajah 2) pada jam 2.00 petang (28.96±0.91 ppt), bacaan menunjukkan saliniti semakin menurun pada jam yang seterusnya, dengan bacaan terendah direkodkan pada jam 5.00 pagi (20.31±0.03 ppt). Kepekatan saliniti adalah tinggi pada kedalaman air yang tinggi. Corak kepekatan saliniti di tanah lembap ini adalah hampir sama dengan oksigen terlarut – meningkat ketika suhu tinggi dan menurun ketika suhu rendah. Untuk bacaan saliniti seperti ini spesies ikan yang ingin ditanam hendaklah spesies ikan yang dapat mengadaptasi dengan keadaan saliniti yang sering berubah dalam tempoh beberapa jam dan yang juga spesies yang mempunyai toleransi julat air masin yang besar seperti ikan siakap.

pH

Nilai pH adalah hampir sama sepanjang hari (Rajah 2), berjalut antara 7.31±0.06 (5.00 pagi) hingga 8.11±0.02 (2.00 petang). Pola yang ditunjukkan oleh pH adalah hampir sama dengan

oksigen terlarut dan saliniti; iaitu tinggi pada waktu tengah hari/petang (2.00 petang) dan rendah pada waktu pagi (5-9 pagi). Nilai pH ditentukan oleh kandungan ion hidrogen (H^+) di dalam air. Jika kandungan H^+ tinggi, maka nilai pH adalah rendah. Kadar fotosintesis yang tinggi pada waktu tengah hari/petang meningkatkan nilai pH. Nilai pH yang berbeza adalah dipengaruhi oleh kadar proses fotosintesis, pernafasan dan penguraian yang berlaku di dalam air, yang mempengaruhi tahap kandungan karbon dioksida (CO_2). Gas CO_2 yang dihasilkan, akan terlarut di dalam air tasik dan membentuk asid karbonik (H_2CO_3). Akibatnya, beberapa H_2CO_3 dipisahkan menjadi ion bikarbonat (HCO_3^-) dan ion hidrogen (H^+). Ion H^+ yang terhasil meningkatkan kadar keasidan, dan menghasilkan nilai pH yang lebih rendah.

Kekeruhan (NTU) dan Jumlah pepejal terampai, TSS (mg/L)

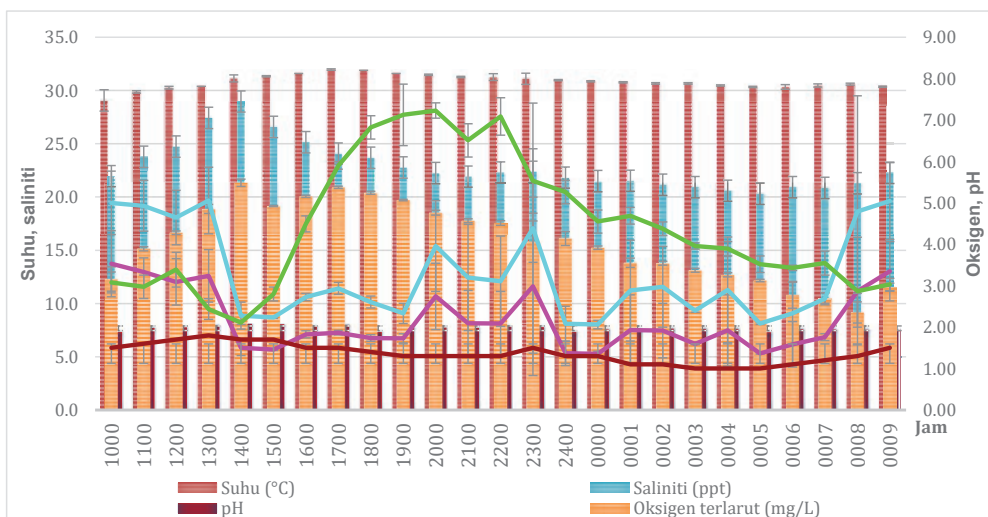
Kedua-dua sifat fizikal air iaitu jumlah pepejal terampai (TSS) dan kekeruhan menunjukkan tren yang sama sepanjang hari di mana kepekatan yang direkodkan (Rajah 2) adalah paling rendah pada jam 12 tengah malam dengan bacaan masing-masing 8.03 mg/L (TSS) dan 5.28 NTU (kekeruhan) dan tinggi pada waktu pagi atau awal tengah hari. Jumlah pepejal yang terampai mempengaruhi kekeruhan air. Pada suhu yang tinggi, TSS dan kekeruhan adalah tinggi berbanding pada suhu rendah.

Klorofil a, Chl a ($\mu g/L$)

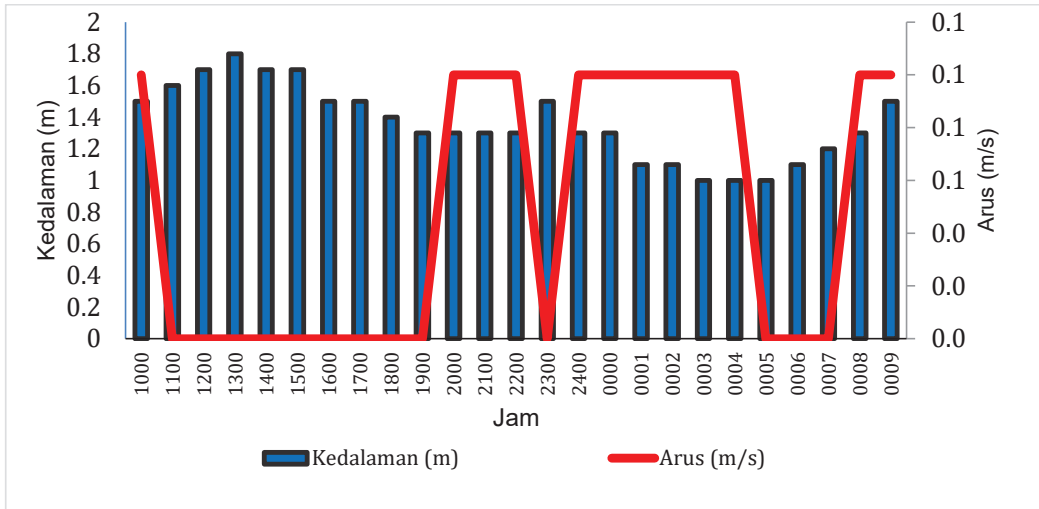
Kepekatan klorofil a yang paling rendah direkodkan (Rajah 2) pada jam 2.00 petang (2.11 $\mu g/L$), dan paling tinggi direkodkan pada jam 8.00 malam (7.23 $\mu g/L$). Ketika suhu rendah, terdapat banyak fitoplankton di dalam air yang menyumbang kepada kepekatan klorofil a.

Kedalaman (m), arus (m/s)

Kedalaman yang paling tinggi (Rajah 3) direkodkan pada jam 1.00 tengah hari (1.8 m) dan terendah semasa jam 3-5 pagi (1.0 m). Bacaan parameter air diambil pada kedalaman berbeza bergantung pada kedalaman pada waktu tersebut; berjulat antara 0.43 m (5.00 pagi) hingga 0.90 m (11.00 pagi - 2.00 petang). Sementara itu, kelajuan arus air adalah turun naik; berjulat antara 0.0 m/s hingga 0.1 m/s. Arus ini tidak bersesuaian dengan tahap kepadatan sangkar yang ada di kawasan tersebut. Pertukaran air di dalam sangkar dijangka berlaku dengan sangat minimum.



Rajah 2: Parameter air fizikal yang direkodkan sepanjang kajian 24 jam dijalankan di Setiu Wetlands

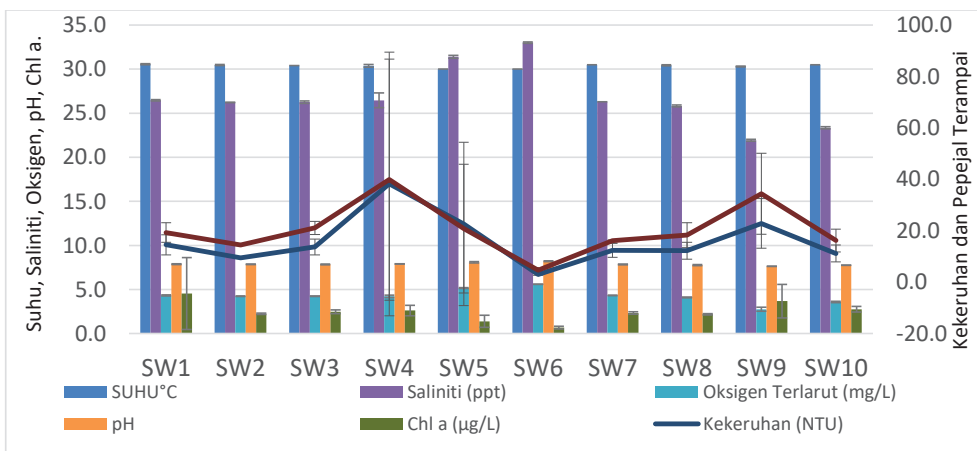


Rajah 3: Rekod kedalaman dan arus air sepanjang kajian 24 jam dijalankan di Setiu Wetlands.

Kajian kualiti air berdasarkan stesen persampelan

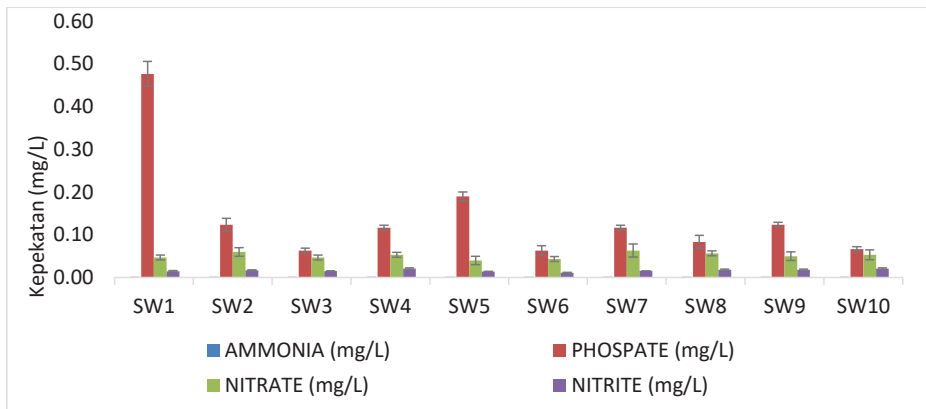
Air pasang

Ketika air pasang, suhu di semua stesen tidak banyak berbeza dengan julatnya adalah dari 30.00 - 30.60°C. Manakala bagi saliniti pula stesen SW5 dan SW6 mempunyai bacaan yang tertinggi masing-masing 31.4 ppt dan 33.0 ppt. Stesen yang lain mempunyai bacaan di bawah 27 ppt dengan julat adalah antara 21.9 ppt hingga 26.5 ppt. Kawasan sangkar pula mempunyai saliniti 21.9 - 26.3 ppt. Bacaan oksigen terlarut berada di dalam keadaan yang memerlukan pemantauan berterusan kerana hanya stesen SW5 dan SW6 yang merupakan stesen terjauh dari kawasan sangkar yang mempunyai bacaan oksigen terlarut melebihi 5.00 mg/L. Di kawasan sangkar bacaan adalah sekitar 2.75 - 4.33 mg/L. Kekeruhan atau turbiditi dan jumlah pepejal terampai (TSS) air pula berada di dalam julat yang mematuhi MMWQS iaitu kurang dari 50 mg/L. Bacaan klorofil a ketika air pasang pula adalah dari 0.7 - 4.6 µg/L. Bacaan pH menunjukkan bacaan yang normal iaitu masih berada di dalam julat 6.5 - 8.5.

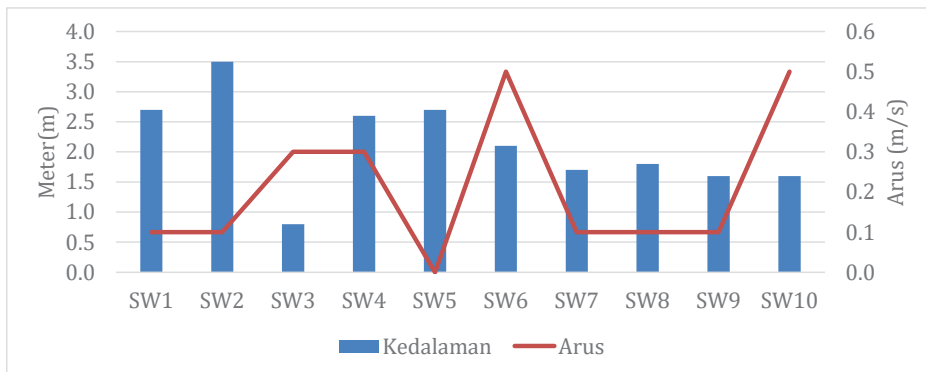


Rajah 4: Parameter air suhu, saliniti, oksigen terlarut (DO), pH, kekeruhan (NTU), pepejal terampai (TSS) dan klorofil a (chl a) sewaktu air pasang di Setiu Wetlands.

Bacaan ammonia adalah sangat rendah, tetapi bacaan fosfat menunjukkan hanya stesen SW3 (0.06 mg/L), SW6 (0.06 mg/L) dan SW10 (0.07 mg/L) yang mempunyai bacaan yang kurang dari 0.075 mg/L. Nitrat menunjukkan kesemua stesen mempunyai bacaan yang rendah (≤ 0.06 mg/L). Manakala nitrit juga rendah (≤ 0.02 mg/L). Sewaktu air sedang pasang, kedalaman di kawasan sangkar hanyalah sekitar 0.8 - 3.5 m dan kelajuan arus di kawasan sangkar juga hanyalah pada 0.1 m/s (Rajah 6). Keadaan arus seperti ini menandakan kadar pertukaran air yang perlahan dan peningkatan kualiti air untuk ternakan sangkar sukar dilaksanakan.



Rajah 5: Tahap nutrien di 10 stesen persampelan kawasan Setiu Wetland semasa air pasang.

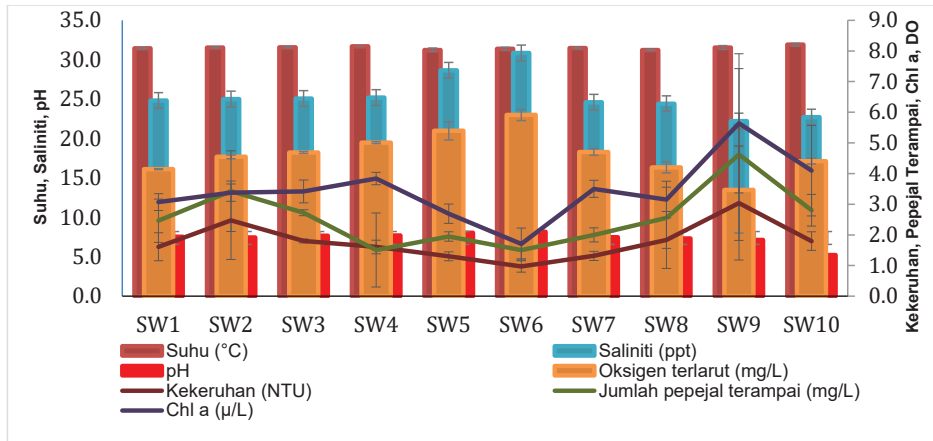


Rajah 6: Bacaan kedalaman dan arus air ketika air pasang di 10 stesen persampelan di Setiu Wetland.

Air surut

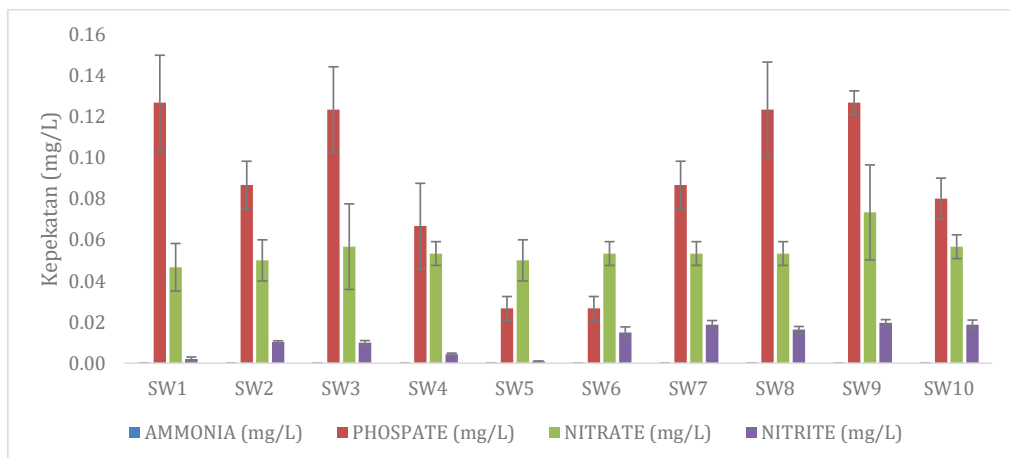
Berdasarkan Rajah 7, ketika air surut, suhu di semua stesen tidak banyak berbeza dengan julatnya adalah dari 31.20 - 31.90°C. Manakala bagi saliniti pula stesen SW 5 dan SW6 mempunyai bacaan yang tertinggi masing-masing 28.7 ppt dan 30.9 ppt. Stesen yang lain mempunyai bacaan di bawah 22 ppt dengan julat adalah di antara 22.2 ppt hingga 25.2 ppt. Kawasan sangkar pula mempunyai saliniti yang terendah. Bacaan oksigen terlarut berada di dalam keadaan yang memerlukan pemantauan berterusan kerana hanya stesen SW5 dan SW6 juga yang merupakan stesen terjauh dari kawasan sangkar yang mempunyai bacaan oksigen terlarut melebihi 5.00 mg/L. Di kawasan sangkar bacaan adalah sekitar 3.5-4.7

mg/L. Kekeruhan atau turbiditi dan jumlah pepejal terampai (TSS) air pula berada di dalam julat yang mematuhi MMWQS iaitu kurang dari 50 mg/L. Bacaan klorofil a ketika air surut pula adalah dari 1.7-5.6 $\mu\text{g/L}$. Bacaan pH menunjukkan bacaan yang normal iaitu masih berada di dalam julat 6.5 hingga 8.5.



Rajah 7: Parameter air suhu, saliniti, oksigen terlarut (DO), pH, kekeruhan (NTU), pepejal terampai (TSS) dan klorofil a (chl a) sewaktu air surut di Setiu Wetlands.

Bacaan ammonia juga adalah sangat rendah ketika air surut (Rajah 8), tetapi bacaan fosfat masih menunjukkan bacaan yang sedikit tinggi (0.08 - 0.13 mg/L). Nitrat menunjukkan kesemua stesen mempunyai bacaan yang rendah (≤ 0.06 mg/L) kecuali stesen SW9 yang mempunyai bacaan 0.07 mg/L. Manakala nitrit juga kekal rendah (≤ 0.02 mg/L). Kekeruhan atau turbiditi dan jumlah pepejal terampai (TSS) air pula berada di dalam julat yang mematuhi MMWQS iaitu kurang dari 50 mg/L. Sewaktu air sedang pasang, kedalaman di kawasan sangkar hanyalah sekitar 0.6 - 2.6 m. Manakala kelajuan arus adalah berbeza dari waktu air pasang, di mana ketika air surut arus air adalah dari 0.2 - 1.3 m/s. Di kawasan sangkar juga arus adalah sekitar 0.7 - 1.0 m/s (Rajah 9). Kelajuan arus ini menunjukkan kadar pertukaran air di dalam sangkar adalah lebih banyak kepada kemasukan air tawar berbanding air masin.



Rajah 8: Paras nutrien di 10 stesen persampelan kawasan Setiu Wetland semasa air surut.



Rajah 9: Bacaan kedalaman dan arus air ketika air pasang di 10 stesen persampelan di Setiu Wetland.

Kajian batimetri

Berdasarkan Rajah 10, jumlah titik kedalaman yang diperiksa adalah sekitar 33,600 titik kedalaman dan peta di Rajah 2 adalah hasil dari titik kedalaman tersebut. Hasil kajian juga menunjukkan bahawa kebanyakan sangkar sedia ada adalah berada di dalam kawasan yang berkedalaman kurang daripada 2.2 m. Kedalaman air ini adalah tidak mencukupi memandangkan labuh pukot yang digunakan juga adalah sekitar 2.5 - 3.0 m. Pukot yang menyentuh dasar akan menyebabkan bahan-bahan organik dan bakteria yang berada di dasar akan tersingkap setiap kali pukot tersebut turun dan naik dari dasar. Sekiranya ikan sudah berada di dalam keadaan yang lemah, ikan akan lebih mudah terkena penyakit. Bahan organik yang termendap juga akan naik dan menyebabkan berlakunya persaingan dari segi bekalan oksigen terlarut di dalam air. Sekiranya pergolakan air berlaku pada kedalaman 1 m dari dasar, maka ternakan hanya mempunyai kedalaman air yang baik sekitar 0.5 - 0.7 m sahaja. Sekiranya berlaku hujan lebat, saliniti air akan turun secara mendadak dan kesihatan ikan akan terjejas teruk. Bentuk muka dasar air yang tidak sekata sepanjang Setiu Wetlands juga menyebabkan apabila berlakunya air pasang dan surut, bahagian cetek di luar dari kawasan ternakan akuakultur telah meminimumkan air yang keluar ke laut. Ini menyebabkan proses *flush out* berlaku dengan kadar yang sangat sedikit.



(A)



(B)

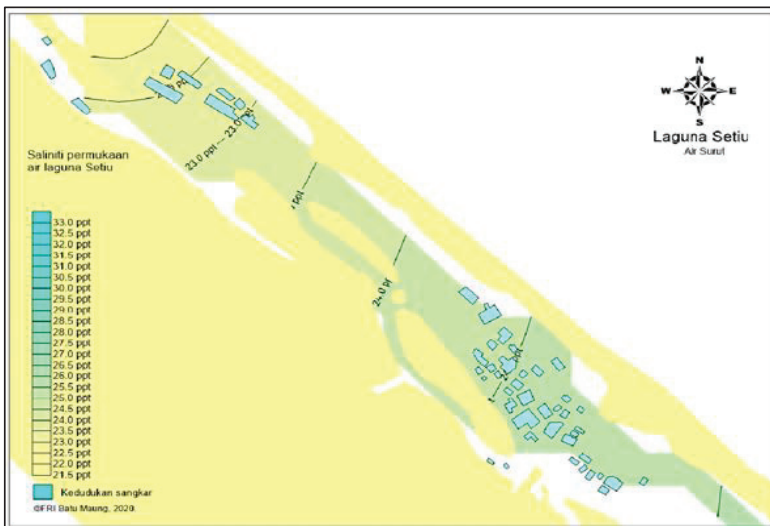


(C)

Rajah 10: Kedalaman air di Setiu Wetlands menggunakan peralatan hidrografi yang dijana menggunakan *Perisian Hypack dan Surfer*. (A): Keseluruhan kawasan kajian; (B): Kawasan sangkar di hadapan jeti Setiu Wetlands; (C): Kawasan sangkar berjauhan dari jeti Setiu Wetland.

Tebaran saliniti air di Setiu Wetland mengikut bahagian badan air

Kajian mendapati di permukaan (Rajah 11 (A)), di kawasan sangkar hanyalah berada sekitar 20-27 ppt. Manakala di bawah permukaan (Rajah 11 (B)), adalah sekitar 23 - 29 ppt dan di bahagian bawah air (Rajah 11 (C)), secara puratanya adalah 24 - 30 ppt. Saliniti dilihat semakin menurun ke arah Barat Laut.



(A)

Rajah 11: Saliniti air di Setiu Wetlands menggunakan peralatan hidrografi yang dijana menggunakan *Perisian Hypack dan Surfer*. (A): Permukaan air; (B): Bawah permukaan air; (C): Bahagian bawah air.



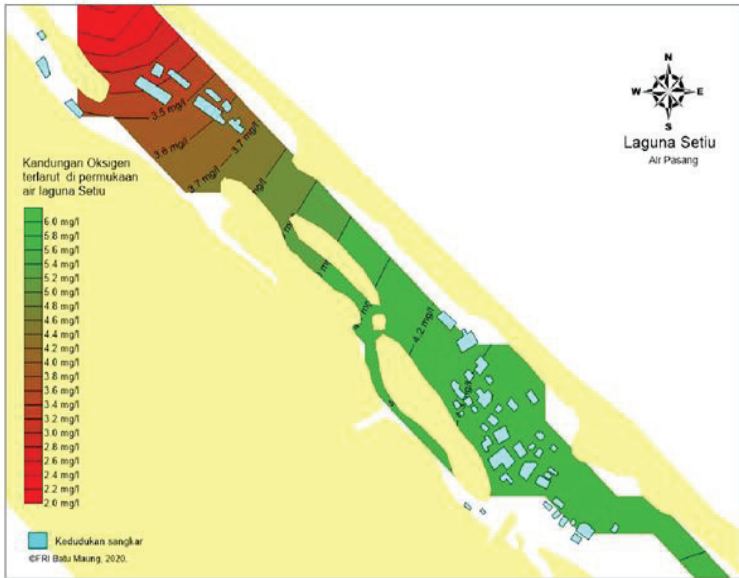
(B)



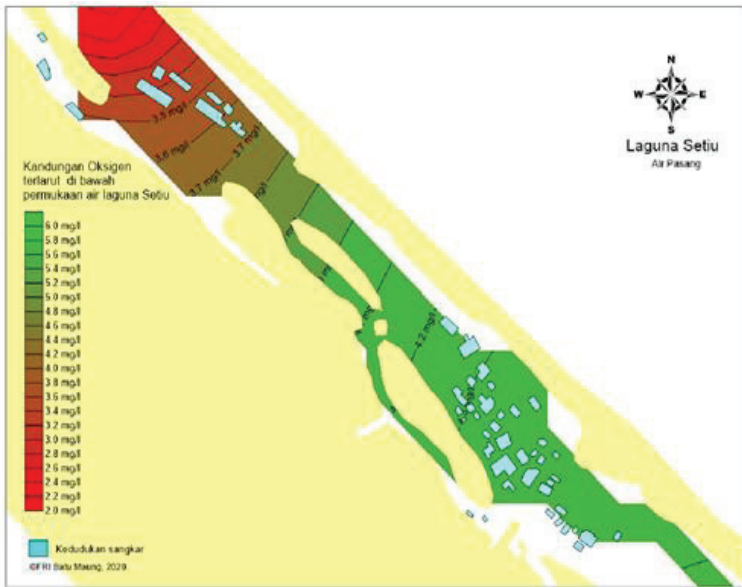
(C)

Tebaran oksigen terlarut di Setu Wetland mengikut bahagian badan air

Kajian mendapati kawasan Setu Wetlands mempunyai bacaan DO yang tidak terlalu berbeza antara bahagian permukaan, bawah permukaan dan bahagian bawah air (Rajah 12). Di kawasan sangkar bacaan DO adalah pada 2.5-5.8 mg/L. Bacaan DO didapati semakin menurun apabila semakin menuju ke barat laut.



(A)



(B)



(C)

Rajah 12: Saliniti air di Setiu Wetlands menggunakan peralatan hidrografi yang dijana menggunakan *Perisian Hypack dan Surfer*. (A): Permukaan air; (B): Bawah permukaan air; (C): Bahagian bawah air.

Kesimpulan

Berdasarkan semua data yang dikumpulkan, sebarang pertambahan sangkar tanpa mengubah struktur dan sistem aliran air adalah tidak digalakkan kerana data menunjukkan bahawa Setiu Wetlands sudah tidak lagi mampu menampung sebarang pertambahan besar ataupun kecil dari segi bilangan dan keluasan sangkar lebih-lebih lagi di kawasan bahagian barat laut. Adalah juga dinasihatkan agar pihak PPN Terengganu untuk membuat penyusunan semula sangkar-sangkar di kawasan tersebut agar tidak terlalu rapat di antara satu sama lain untuk menggalakkan lagi proses pertukaran air di dalam sangkar seterusnya memberikan tahap kualiti air yang lebih baik untuk ternakan dalam sangkar.

C. KAJIAN MIKROALGA BERBAHAYA

Kajian mikroalga dan kualiti air di kawasan ternakan ikan marin, Sungai Udang, Pulau Pinang

Roziawati Mohd Razali

Latar belakang

Ledakan mikroalga atau secara umum dikenali dengan “red tide” adalah fenomena semulajadi, berlakunya peningkatan sel mikroalga secara mendadak satu atau beberapa spesies di sesuatu perairan. Ledakan alga berbahaya (HABs) dilaporkan berlaku di seluruh dunia yang menyebabkan ancaman serius kepada kesihatan manusia, ekosistem marin dan industri perikanan. HABs memberi impak negatif kepada industri perikanan dengan menyebabkan kematian ikan secara besar-besaran terutamanya ikan dalam sangkar disebabkan oleh kekurangan oksigen, kerosakan pada insang atau insang ikan tersumbat (Rensel & Whyte, 2003).

Kes kematian ikan secara besar-besaran dalam sangkar di perairan Pulau Pinang sering dilaporkan berlaku disebabkan oleh ledakan mikroalga dan ada kes punca kematian ikan masih belum jelas penyebabnya. Pada tahun 2005, kematian ikan secara besar-besaran telah dilaporkan di Pulau Pinang dengan kerugian yang dianggarkan tidak kurang dari RM20 juta tetapi organisma penyebabnya masih belum jelas (Lim et al., 2012). Ledakan *Ceratium furca* dilaporkan berlaku pada tahun 2007 yang telah menyebabkan perubahan warna kemerahan di perairan pantai Pulau Pinang (DOF, 2007). Kehadiran beberapa spesies mikroalga berbahaya yang boleh mengancam aktiviti akuakultur di Pulau Aman, Pulau Pinang juga telah dilaporkan (Usup et al., 2002 dan Roziawati et al., 2016). Kejadian kematian ikan ternakan secara besar-besaran di sangkar Sungai Udang, Pulau Pinang telah dilaporkan berlaku pada Januari 2016 tetapi penyebab kematiannya masih belum jelas (Roziawati & Shahunthalla, 2017).

Sehingga kini, data asas mengenai komposisi dan kepadatan mikroalga terutamanya mikroalga berbahaya di kawasan sangkar Sg. Udang sangat terhad. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk menyiasat kehadiran dan kepadatan mikroalga berpotensi bahaya di kawasan sangkar ikan Sungai Udang, Pulau Pinang untuk menilai risiko kejadian ledakan berlaku.

Bahan dan kaedah

Pensampelan mikroalga telah dijalankan setiap bulan dari bulan Mac 2016 hingga Januari 2017 di sembilan stesen di Sungai Udang, Pulau Pinang (Rajah 1). Stesen 1 (5°12.428'U, 100°24.887'T) terletak berhampiran muara Sungai Tengah, Stesen 2 (5°12.071'U, 100°23.897'T), Stesen 3 (5°12.481'U, 100°23.777'T), Stesen 4 (5°13.126'U, 100°23.427'T), Stesen 5 (5°13.269'U, 100°23.427'T), Stesen 6 (5°13.334'U, 100°22.779'T) dan Stesen 7 (5°12.895'U, 100°23.276'T) terletak di sekitar kawasan sangkar ikan. Stesen 8 (5°13.956'U, 100°21.596'T) berada di luar kawasan marikultur manakala, Stesen 9 (5°11.537'U, 100°24.350'T) berhampiran muara Sungai Kerian.

Sebanyak satu liter (1L) air di permukaan laut disampel dengan menggunakan penyampel Van Dorn dan seterusnya disaring melalui jaring 20 µm. Sampel kemudian diawet di dalam larutan Lugol berasid. Satu mililiter sampel diletakkan di dalam kebuk mengira Sedgewick-Rafter dan pengiraan sel mikroalga dijalankan di bawah pemerhatian Inverted Microscope Olympus IX51 (Olympus, Tokyo, Jepun) pada pembesaran 100 kali. Kepadatan sel, sel L⁻¹ bagi setiap mikroalga dikira secara tiga replikasi. Identifikasi mikroalga dijalankan berdasarkan huraian morfologi fitoplankton dalam Tomas. Mikrograf bagi setiap mikroalga diambil menggunakan CCD Camera and Analysis (R) Software (Soft Imaging System Inc., USA).

Sifat fizikokimia air permukaan laut seperti suhu, kemasinan, pH dan oksigen terlarut diukur secara in situ dengan menggunakan prob kualiti air Hydrolab Quanta (Loveland, CO, USA) dengan tiga replikat. Sampel air untuk analisis nutrien terlarut (ammonia, nitrat, nitrit, fosfat, silikat) dibawa balik ke makmal dan dianalisis secara spektrofotometri dengan menggunakan Hach Drel 2010 (Hach, USA). Jumlah pepejal terampai dianalisis menggunakan kaedah fotometrik. Kepekatan klorofil a (Chl a) diukur secara in situ menggunakan prob klorofil Hydrolab MS5 (Loveland, Co, USA).



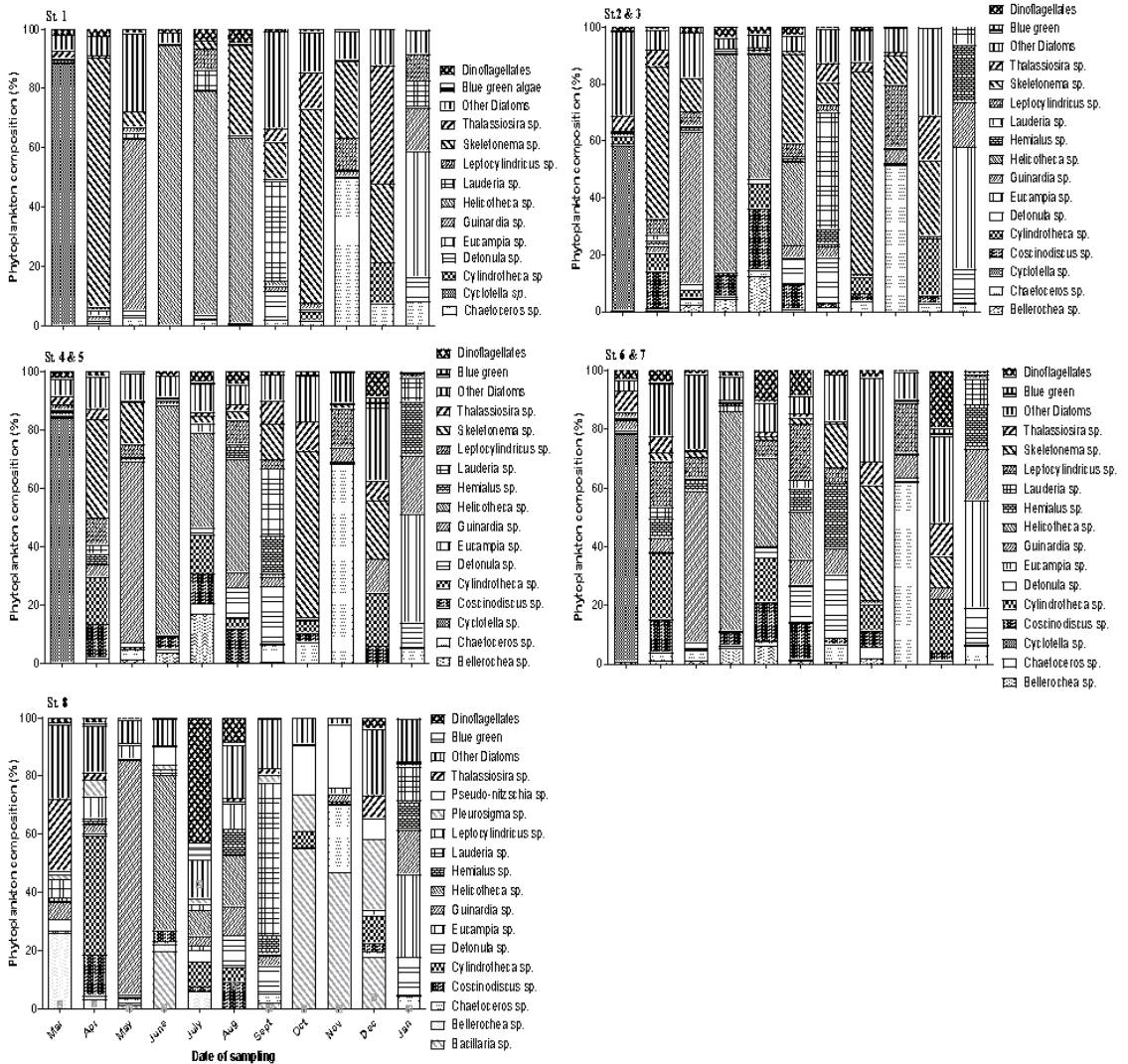
Rajah 1: Peta Sungai Udang menunjukkan stesen persampelan (St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 6, St. 7, St. 8 and St. 9)

Keputusan dan perbincangan

Sebanyak 59 taksa mikroalga telah direkodkan terdiri daripada tiga kumpulan utama – diatom (37 genera), dinoflagelat (15 genera) dan sianobakteria (2 genera) (Jadual 1). Kepadatan sel mikroalga dan klorofil a di semua stesen pensampelan turun naik sepanjang tempoh pensampelan (Rajah 2). Komposisi fitoplankton didominasi oleh genera diatom di semua stesen persampelan (>86.6%). Spesies mikroalga berpotensi memberi ancaman kepada akuakultur terdiri daripada *Akashiwo sanguinea*, *Chaetoceros* spp., *Ceratium furca*, *C. fusus*, *Cochlodinium* spp., *Dinophysis* spp., *Karlodinium* spp. dan *Noctiluca scintillans* (Jadual 2). Densiti sel mikroalga di semua stesen persampelan adalah antara 2.6×10^3 sel L^{-1} hingga 7.4×10^6 sel L^{-1} (Rajah 3). Kepadatan sel mikroalga berpotensi bahaya secara relatif adalah rendah sepanjang tempoh pensampelan. Tiada ledakan mikroalga direkodkan sepanjang kajian dijalankan.

Bacaan saliniti, suhu dan pH air sekitar kawasan ternakan ikan perairan Sungai Udang turun naik sepanjang kajian dijalankan iaitu masing-masing antara 11.42-33.83 ppt, 29.00-32.39°C dan 7.37-8.57. Oksigen terlarut (DO) air antara 2.36-9.18 mg L^{-1} . Manakala jumlah pepejal terampai (TSS) adalah kurang daripada 150 mg L^{-1} di bawah Standard Kualiti Air Laut untuk Malaysia (MWQS) iaitu julat antara 2.00-117.3 mg L^{-1} . Kepekatan nitrat dan nitrit dalam air pada tahap rendah dengan masing-masing antara 0.00-0.018 mg L^{-1} dan 0.00-0.08 mg L^{-1} . Kepekatan ammonia di semua stesen pensampelan kebanyakannya melebihi nilai yang boleh diterima untuk aktiviti akuakultur MWQS (>0.07 mg L^{-1}) iaitu julat antara 0.003-0.64 mg L^{-1} . Kepekatan fosfat di semua stesen pensampelan kebanyakannya lebih tinggi daripada nilai yang boleh diterima untuk aktiviti akuakultur di bawah MWQS (0.075 mg L^{-1}) semasa persampelan dengan julat antara 0.02-0.86 mg L^{-1} .

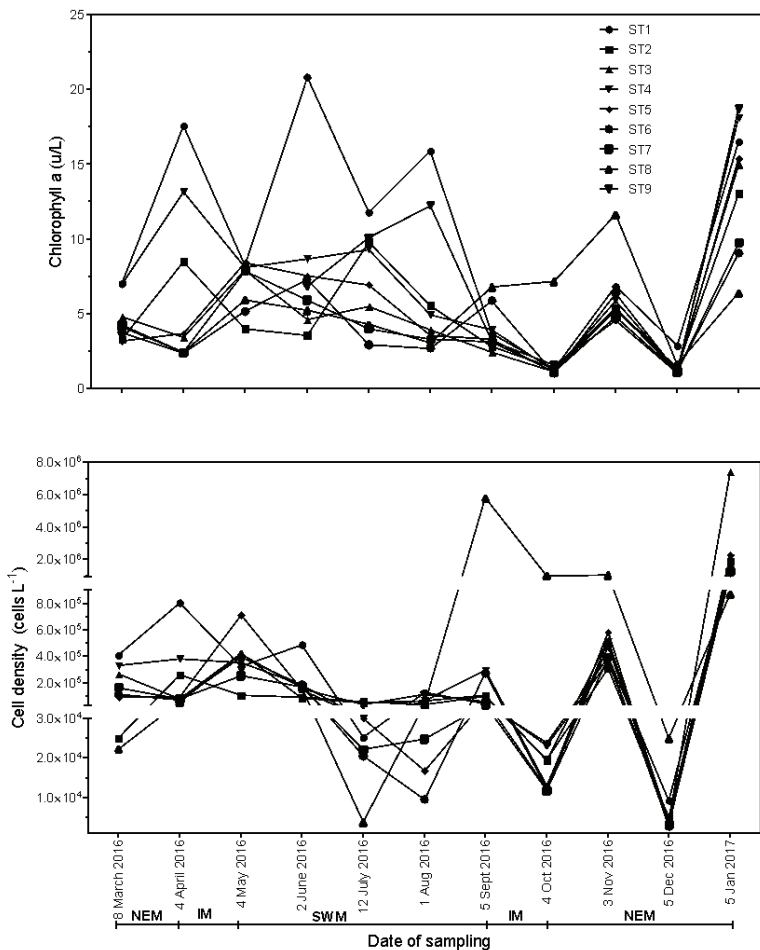
Walaupun tiada ledakan mikroalga bahaya direkodkan sepanjang persampelan dijalankan tetapi kehadirannya masih berpotensi memberi ancaman kepada aktiviti akuakultur jika ia meledak secara tiba-tiba. Pembangunan pesat, aktiviti perindustrian, ternakan haiwan, penempatan dan pusat pelupusan sampah (Pulau Burung) di sekitar perairan Sg. Udang serta aktiviti akuakultur yang pesat dapat menyumbang peningkatan nutrien di perairan pada bila-bila masa yang tidak dijangka yang boleh menjadi pencetus ledakan mikroalga secara tiba-tiba. Oleh itu, pemantauan secara berkala di kawasan ternakan ikan ini perlu dijalankan bagi memberi amaran awal kepada penternak kehadiran ledakan serta dapat mengurangkan risiko kerugian yang besar kepada penternak akibat kematian ikan secara besar-besaran.



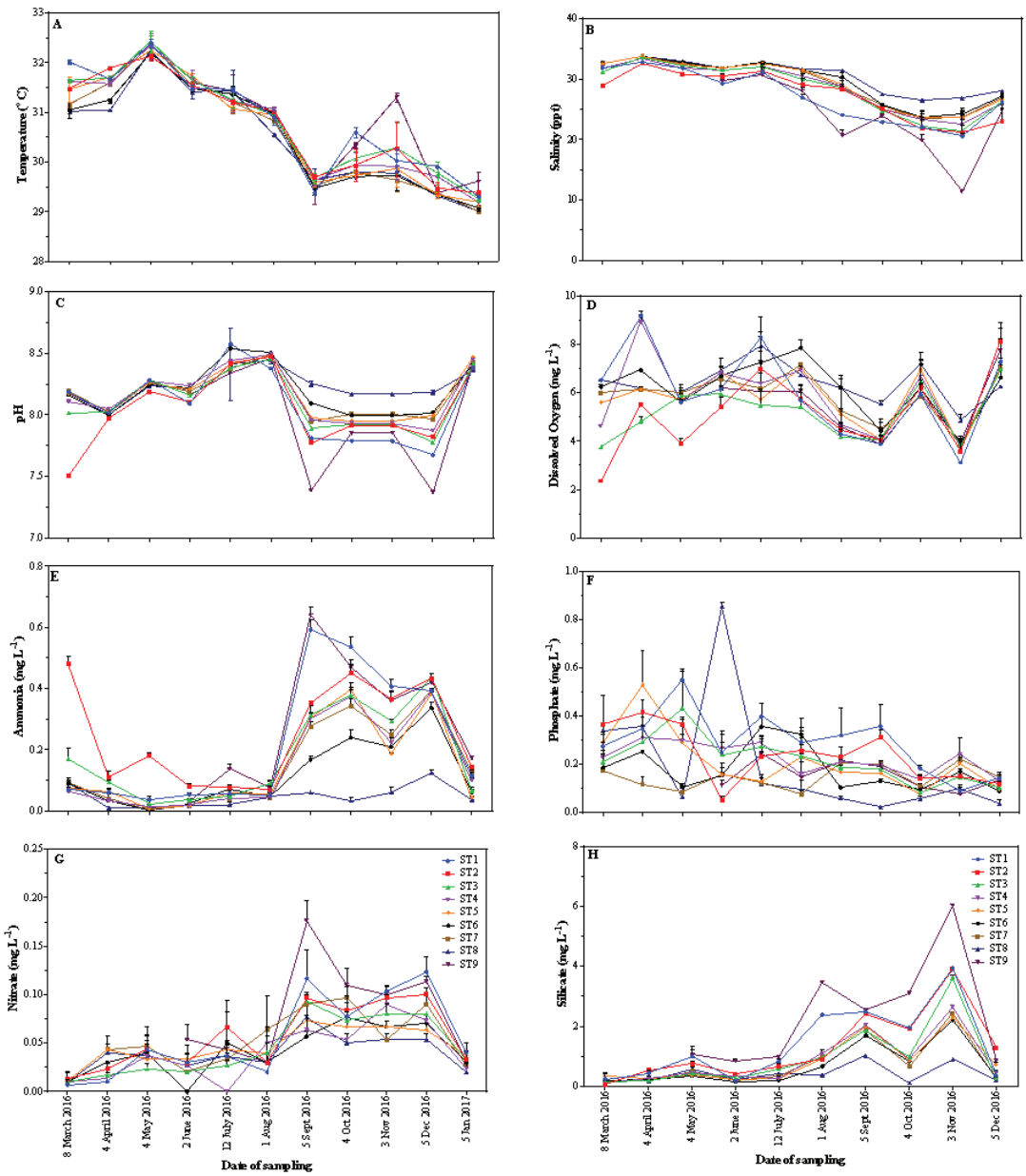
Rajah 2: Komposisi spesies mikroalga di Sungai Udang, Pulau Pinang dari Mac 2016 hingga Januari 2017

Jadual 2: Senarai mikroalga berpotensi bahaya yang telah dikenalpasti di Sungai Udang, Pulau Pinang

| Spesies | Julat densiti sel (sel/L) | Impak potensi | Rujukan |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Spesies berpotensi toksik | | | |
| <i>Alexandrium</i> spp. | 0-800 | Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) | Lim et al, 2004 |
| <i>Dinophysis caudata</i> | 0-830 | Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) | Backer et al, 2003 |
| <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. | 0-237,000 | Amnesic shellfish poisoning (ASP) | Moestrup, 2004 |
| Spesies Meledak/ Fish Killer | | | |
| <i>Akashiwo sanguinea</i> | 0-430 | Red tides | Mania and Rose, 2002 |
| <i>Chaetoceros</i> spp. | 0-387,000 | Red tides, kes ikan mati | Bell, 1961 |
| <i>Ceratium furca</i> | 0-1,200 | Red tides, kes ikan mati | Fukuyo, 1990 |
| <i>Ceratium fusus</i> | 0-400 | Red tides, kes ikan mati | Feyzioglu & Ogut, 2006 |
| <i>Margalefidinium</i> spp. | 0-1,800 | Kes ikan mati | Sakamoto et al., 2020 |
| <i>Prorocentrum micans</i> | 0-460 | Red tides | Fukuyo, 1990 |
| <i>Noctiluca scintillans</i> | 0-100 | kes ikan mati | Taylor, 2003 |



Rajah 3: Densiti sel mikroalga di 9 stesen di Sg Udang, Pulau Pinang dari Mac 2016 hingga Jan 2017.



Rajah 4: Parameter kualiti air di sembilan stesen persampelan di Sungai Udang, Pulau Pinang (A) suhu, (B) saliniti, (C) pH, (D) DO, (E) Ammonia, (F) Fosfat, (G) Nitrat and (H) Nitrit.

Kajian komposisi mikroalga di kawasan ternakan Kerang Kuala Selangor

Roziawati Mohd Razali

Latar belakang

Selangor merupakan salah satu negeri pengeluar utama kerang (*Tegillarca granosa*) di Malaysia. Menurut Perangkaan Tahunan Perikanan 2010, hasil tuaian kerang di Selangor adalah sebanyak 42,000 tan metrik, yang dihasilkan daripada 43 plot pengeluaran yang aktif (Statistik Perikanan Tahunan, 2010). Namun begitu, pada 2011 pengeluaran kerang telah menurun kepada 25,000 tan metrik dan makin menurun pada 2013 kepada 5,407 tan metrik. Produktiviti plot pengeluaran kerang di sepanjang kawasan pantai Selangor juga dilaporkan jatuh daripada 14.3 tan metrik/hektar pada tahun 2010 kepada 2.9 tan metrik/hektar pada tahun 2013 (Alias, 2015).

Kerang adalah organisma dwicangkerang yang memperoleh makanan dengan cara menyaring air (*filter feeder*) dengan mengambil partikel makanan melalui insang apabila cengkerang terbuka (Arapov et al., 2010). Ianya menyaring pelbagai jenis partikel tersuspensi seperti bakteria, fitoplankton, mikrozooplankton, detritus dan bahan organik terlarut sebagai sumber makanan tetapi yang paling digemari adalah kepelbagaian fitoplankton (Gosling, 2004). Fitoplankton/mikroalga berfungsi sebagai pengeluar primer dalam rantai makanan sistem akuatik termasuklah kerang-kerangan (Arapov et al., 2010). Namun begitu, 6 peratus daripada mikroalga marin adalah terdiri daripada mikroalga berpotensi bahaya kepada manusia dan hidupan akuatik lain (Hallegraeff, 2003).

Ledakan mikroalga bahaya boleh memberi kesan kepada ternakan kerang-kerangan (Shumway et al., 1990; Matsuyama et al., 1997; Fujimoto et al., 2013). Dinoflagelat *Heterocapsa circularisquama*, *Gymnodinium aureolum* dan *Chattonella antiqua* dilaporkan telah menyebabkan kematian besar-besaran kerang-kerangan di Jepun (Matsuyama, 1999; Sumway, 1990; Kim et al., 2011). *H. circularisquama* dilaporkan boleh menyebabkan kerosakan pada tisu insang tiram yang membawa kepada tekanan fisiologi dan akhirnya mengakibatkan kematian serta memberi kesan buruk pada peringkat larva (Basti et al. 2011; Kim et al., 2011). Oleh itu, kajian ini telah dijalankan mengenalpasti komposisi dan kepelbagaian fitoplankton sebagai sumber makanan kerang serta fitoplankton yang berpotensi bahaya dan menilai faktor yang menyebabkan kemerosotan pengeluaran kerang di Kuala Selangor,

Bahan dan kaedah

Persampelan mikroalga telah dijalankan di sekitar kawasan ternakan kerang di Kuala Selangor (Rajah 1). Persampelan di Stesen K1, K2 dan K3 dijalankan pada Julai dan Ogos 2016. Manakala persampelan di Stesen O21 dan O29 pada 14 Januari, 30 Januari dan 14 Februari 2017 serta di Stesen LK114, LK115, LK121, LK122, LK123, LK124, LK125, LK131, LK132, LK133, LK134 pada Oktober 2016, Januari dan Mac 2017. Sebanyak satu liter air laut diambil dengan menggunakan pensampel Van Dorn, ditapis menerusi jaring bersaiz 20 µm dan diawet dalam larutan iodin-Lugol.

Identifikasi dan pengiraan sel mikroalga dibuat di bawah pemerhatian *Inverted Microscope* Olympus IX51 (Olympus, Tokyo, Jepun) pada pembesaran 100 kali menggunakan 1 ml *Sedgewick-Rafter Counter*. Kepadatan sel, sel L⁻¹ bagi setiap mikroalga dikira secara tiga replikasi. Pengesanan mikroalga dibuat berdasarkan huraian morfologi fitoplankton dalam rujukan Tomas [1]. Mikrograf bagi setiap fitoplankton diambil menggunakan CCD Camera and Analysis (R) Software (Soft Imaging System Inc., USA).



Rajah 1: Peta stesen persampelan di Kuala Selangor stesen K1, K2, K3, LK021,LK029, LK114,LK115, LK 121, LK22, LK123, LK 124, LK125, LK131, LK132, LK133, LK134, LK135.

Keputusan dan perbincangan

Sebanyak 49 genus mikroalga telah dikenalpasti sepanjang persampelan dijalankan. Mikroalga terdiri daripada tiga kelas utama iaitu kelas diatom (32 genus), dinoflagelat (15 genus) dan cianobakteria (2 genus). Jadual 1 menunjukkan genus mikroalga yang telah direkodkan sepanjang persampelan dijalankan di Kuala Selangor. Mikroalga yang sering ditemui pada setiap kali persampelan adalah diatom, *Coscinodiscus*, *Pleurosigma*, *Pseudonitzschia*, *Thalassionema*, *Rhizosolenia* dan *Skeletonema*.

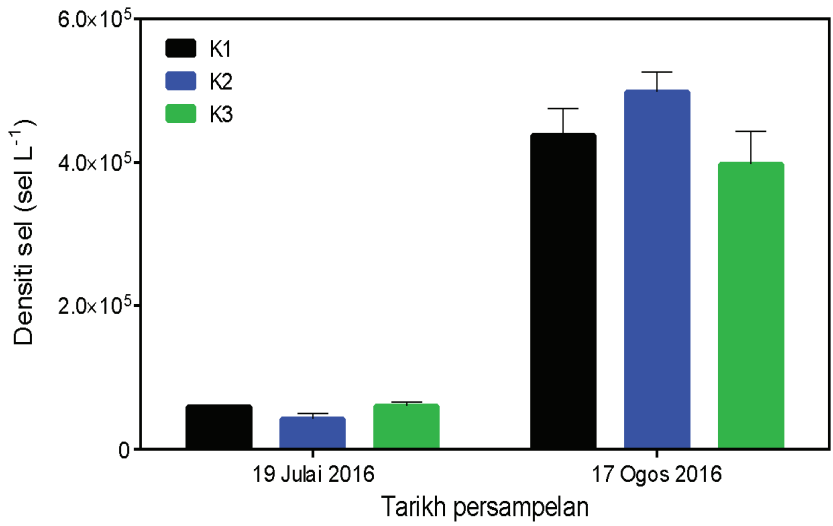
Kesemua stesen persampelan mencatatkan komposisi diatom melebihi 98.38% daripada jumlah kepadatan sel mikroalga sepanjang persampelan dijalankan. Sebagai perbandingan, kajian yang dijalankan oleh Wan Norhana et al. (2016) pada Oktober 2014 hingga Mac 2015 menunjukkan komposisi fitoplankton di sekitar Kuala Selangor juga didominasi oleh diatom (lebih 96%). Kawasan ternakan kerang di Nakhoda Bay, Thailand pula menunjukkan *Coscinodiscus* sp., *Rhizosolenia* sp. and *Cheatocecos* sp. sering mendominasi (Phodfueang et al., 2015). Kandungan utama perut kerang, *Placopeecten magellanicus* di Teluk Maine (Gulf of Maine) terdiri daripada 27 spesis mikroalga, yang mana 19 spesiesnya adalah terdiri daripada diatom (Shumway et al., 1987). Penemuan ini sejajar dengan kajian oleh Maloy et al. 2013 yang mendapati 75% kandungan dalam perut dwicangkerang *Mysella* spp. dan *Ostrea edulis* adalah terdiri daripada diatom.

Kepadatan sel mikroalga, sepanjang persampelan dijalankan di stesen K1, K2 dan K3 adalah antara 4.25×10^4 hingga 4.99×10^5 sel L^{-1} (Rajah 2, Rajah 3), di stesen LK021 & LK029 adalah 1.09×10^5 hingga 8.96×10^5 sel L^{-1} (Rajah 4) manakala di Stesen LK114, LK115, LK121, LK122, LK123, LK124, LK125, LK131, LK132, LK133, LK134 adalah 3.09×10^4 hingga 2.92×10^6 sel L^{-1} (Gambarajah 7). Kepadatan sel mikroalga di kawasan ternakan kupang, Kuala Marudu, Sabah pula adalah lebih rendah iaitu antara 1.4×10^4 hingga 7.1×10^4 sel L^{-1} (Soon & Ransangan, 2016). Kaewner & Yakupitiyage (2008) mendapati purata kandungan mikroalga di kawasan ternakan kerang di Nakhoda Bay, Thailand adalah antara 1.642×10^3 hingga 1.856×10^4 sel L^{-1} . Manakala di Trang, Selatan Thailand adalah antara 2.79×10^3 hingga 4.26×10^4 sel L^{-1} (Tarangkoon et al., 2011). Kajian Toro et al. (1999)

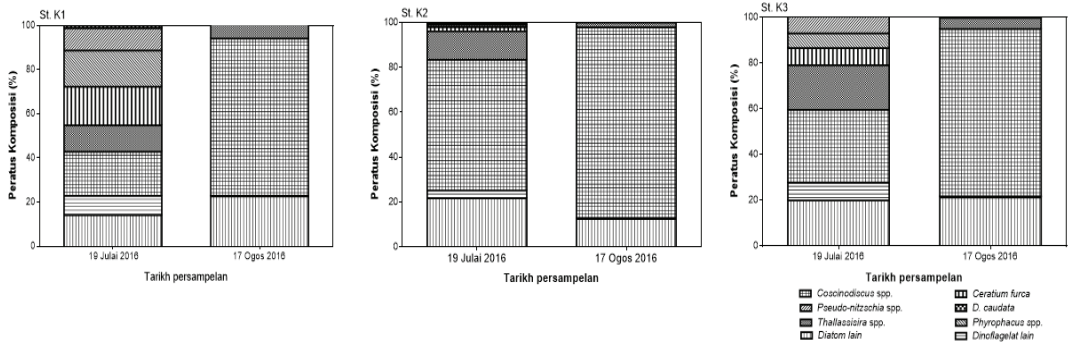
mendapati kepadatan mikroalga di kawasan ternakan tiram di Pulau Chiloe, Selatan Chile adalah antara 3.5×10^4 dan 1.12×10^7 sel L^{-1} .

Berdasarkan komposisi dan kepadatan mikroalga yang direkodkan sepanjang persampelan ini, secara umumnya perairan Selangor boleh dikategorikan sebagai perairan baik untuk dijadikan kawasan ternakan kerang. Kesuburan sesuatu perairan biasanya dapat dilihat daripada kepelbagaian komposisi dan kepadatan mikroalga. Pada keadaan perairan yang tercemar biasanya komposisi mikroalga di kawasan tersebut adalah sangat sedikit (Paształeniec & Poniewozik, 2010; Veronica et al., 2014). Perairan yang mempunyai tahap kesuburan yang rendah akan mempunyai kepadatan mikroalga kurang daripada 10^4 sel L^{-1} manakala pada kepadatan lebih daripada 10^7 sel L^{-1} disebut ledakan mikroalga (Veronica et al., 2014). Namun daripada semua jenis fitoplankton yang ditemukan di perairan Selangor, tiada ledakan berlaku. Mikroalga pula didominasi oleh spesies yang diperlukan untuk pemakanan kerang seperti *Skeletonema* sp., *Chaetoceros*, *Thalassionema* dan *Pseudo-nitzschia* dan pada kepadatan melebihi 10^4 sel L^{-1} di semua stesen persampelan.

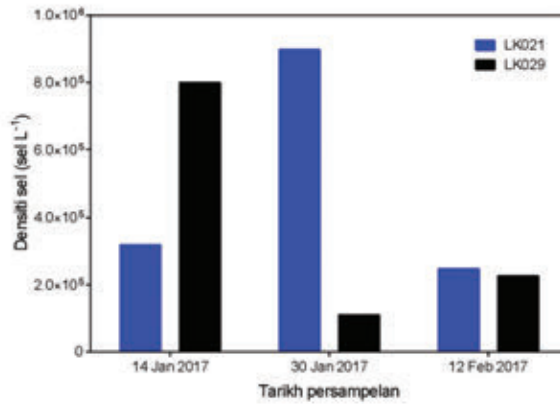
Mikroalga berpotensi toksik yang direkodkan sepanjang persampelan adalah dinoflagelat *Alexandrium* spp., *Prorocentrum micans* dan *Dinophysis caudata* serta diatom *Pseudo-nitzschia* spp., tetapi pada kepadatan sel yang rendah. Pada masa ini, PSP adalah satu-satunya keracunan kerang yang dikaitkan dengan ledakan mikroalga bahaya yang dilaporkan berlaku di Malaysia. Spesies yang telah dilaporkan menyebabkan PSP di Malaysia adalah seperti *Alexandrium minutum* Halim, *A. tamiyavanichii* dan *Pyrodinium bahamense var compressum* (Lim et al., 2012). Kajian Yurimoto et al. (2012) pada September 2011 hingga Februari 2012 menemui *A. tamiyavanichii* dan *Gymnodinium catenatum* serta sistanya di perairan Selangor. Namun, begitu, belum ada kejadian DSP dan ASP dilaporkan berlaku di Malaysia. Walau bagaimanapun mikroalga, *Pseudo-nitzschia* spp. telah ditemui secara meluas di perairan Malaysia (Lim et al., 2012; Teng et al., 2013) manakala spesies toksik, *Pseudo-nitzschia kodamae* pernah dilaporkan ditemui di Selat Melaka (Teng et al., 2014). Dinoflagelat pembunuh kerang-kerangan, *Heterocapsa circularisquama*, *Gymnodinium aureolum* dan *Chattonella antiqua* tidak dikesan sepanjang persampelan dijalankan. Walaupun tiada ledakan mikroalga berbahaya dilaporkan berlaku sepanjang persampelan dijalankan tetapi ia masih boleh memberi risiko kepada kesihatan awam jika ianya meledak secara tiba-tiba. Pemantauan berkala mikroalga, analisis biotoksin dan kualiti air dalam jangka masa panjang di kawasan ternakan kerang di Selangor dapat membantu memahami dengan lebih baik lagi masalah kes kematian kerang di kawasan tersebut.



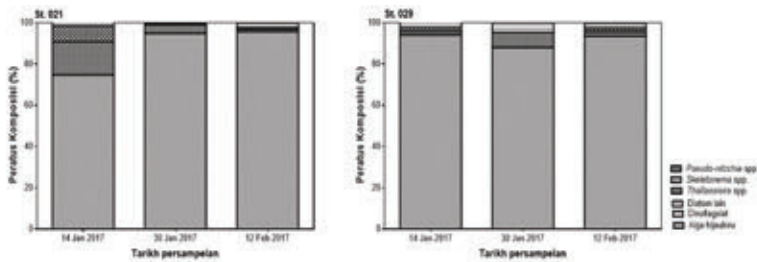
Rajah 2: Densiti sel mikroalga di Stesen K1, K2 dan K3.



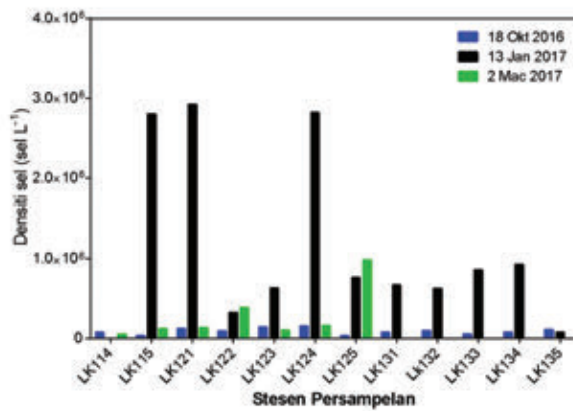
Rajah 3: Peratus komposisi mikroalga di St. K1, K2 dan K3.



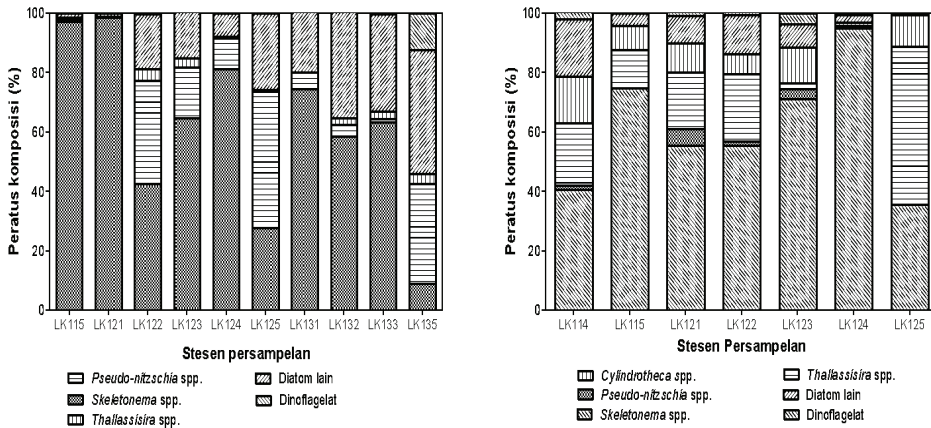
Rajah 4: Densiti sel mikroalga di Stesen LK021 dan LK029 pada Januari 2017 dan Februari 2017



Rajah 5: Peratus komposisi mikroalga di Stesen LK021 dan LK029 pada Jan-Feb 2017



Rajah 6: Densiti sel mikroalga di Stesen LK114, LK115, LK121, LK122, LK123, LK124, LK125, LK131, LK132, LK133, LK134 dan LK135 pada Oktober 2016, Januari 2017 dan Mac 2017



Rajah 7: Peratus komposisi mikroalga di Stesen LK114, LK115, LK121, LK122, LK123, LK124, LK125, LK131, LK132, LK133, LK134 dan LK135 pada Januari 2017 dan Mac 2017

Jadual 1: Mikroalga di Kuala Selangor yang diidentifikasi dalam kajian ini. Bertanda asterisk menunjukkan spesies berpotensi bahaya.

BACILLARIOPHYCEAE

Diatom pena

- Amphora* spp.
- Amphiprora* spp.
- Bacillaria* spp.
- Cylindrotheca closterium*
- Gyrosigma* spp.
- Navicula* spp.
- Nitzschia longissima*
- Nitzschia* spp.
- Pleurosigma* spp.
- Pseudo-nitzschia* spp.*
- Surirella* spp.
- Thalassionema* spp.

Diatom sentrik

- Bacteriastrum* spp.
- Bellerochea* spp.
- Chaetoceros* spp.
- Coscinodiscus* spp.
- Detonula* spp.
- Ditylum* spp.
- Eucampia* spp.
- Guinardia* spp.
- Hemiaulus* spp.
- Helicotheca tamensis*
- Lauderia* spp.

- Leptocylindrus* spp.
- Lithodesmium* spp.
- Melosira* spp.
- Meuniera membranacea*
- Odontella* spp.
- Rhizosolenia* spp.
- Skeletonema* spp.
- Thalassiosira* spp.
- Triceratium* spp.

DINOPHYCEAE

- Alexandrium* spp.*
- Akashiwo sanguinea*
- Ceratium furca*
- Ceratium fusus*
- Dinophysis caudata**
- Fragilidium* spp.
- Gonyaulax* spp.
- Gyrodinium* spp.

- Gymnodinium* spp.
- Karlodinium* spp.
- Noctiluca scintillans*
- Prorocentrum gracile*
- Prorocentrum micans**
- Protoperdinium* spp.
- Pyrophacus* spp.
- Polykrikos* spp.
- Scropsiella* spp.

CYANOPHYCEAE

- Anabeana* sp.
- Lyngbya* sp.

Komposisi mikroalga berbahaya dan kualiti air di kawasan ternakan ikan di Kuala Gula, Perak

Roziawati Mohd Razali dan Nurin Izzati Mustapa

Latar belakang

Perak merupakan salah satu negeri penyumbang terpenting dalam pengeluaran akuakultur ikan marin di Malaysia. Pada tahun 2017, Perak menghasilkan 3,600 tm ikan marin yang bernilai RM75.29 juta, menyumbang sekitar 9.7% daripada keseluruhan pengeluaran ternakan ikan marin di Malaysia (Statistik Perikanan Tahunan, 2017). Pengeluaran ternakan ikan marin di Perak pada tahun 2018 iaitu sebanyak 5,732.2 tm yang bernilai RM119.61 juta (Statistik Perikanan Tahunan, 2017). Sangkar Kuala Gula, Perak merupakan penyumbang terbesar ternakan ikan marin di daerah Kerian dan telah beroperasi sejak tahun 1992. Pada tahun 2019, sejumlah 5,153.69 tm (74.1%) daripada 6,948.17 tm keseluruhan pengeluaran ternakan ikan marin di Perak adalah dari Kerian (DoF, Perak). Spesies utama ikan yang ditenak adalah ikan merah, ikan siakap, kerapu, kerapu hibrid, jenahak dan bawal merah.

Ledakan mikroalga berbahaya seperti *Chattonella* sp (Choo, 1994), *Margalefidinium polykrikoides* (Anton et al, 2008), *Noctiluca scintillans* (Choo, 1994, Roziawati 2016) dan *Karlodinium australe* De Salas, Bolch et Hallegraef (Lim et al, 2014) telah menyebabkan kematian besar-besaran sangkar ikan di negara ini. Kejadian pertama *Margalefidinium polykrikoides* dilaporkan di Teluk Sepanggar, Kota Kinabalu, Sabah pada tahun 2005 yang menyebabkan kematian ikan dalam sangkar dan sejak itu ledakannya dilaporkan berlaku setiap tahun (Anton et al. 2008; Adam et al. 2011). Di Semenanjung Malaysia, *Margalefidinium polykrikoides* dilaporkan berlaku di perairan pesisir Perak pada tahun Mac 2013 dan berulang pada Mac 2014 dan dikaitkan dengan kematian ikan sangkar secara besar-besaran (Siti Nor Rohaida et al., 2015, Roziawati & Shahuntalla, 2018). Manakala ledakan *Karlodinium australe* berlaku di Selat Johor pada Februari 2014 (Lim et al, 2014) dan berulang pada Februari 2015 (Teng et al, 2016). *Margalefidinium polykrikodes* dan *Karlodinium* spp. dikenali sebagai *fish-killing* mikroalga yang telah direkodkan berlaku di banyak negara termasuk Filipina (Azanza et al., 2008; Yñiguez et al., 2020), China (Park et al, 2009), Jepun (Sokoma et. al., 2020) dan Korea (Lee et al., 2013). Kes terbaru ledakan mikroalga dikaitkan dengan kematian besar-besaran ikan dalam sangkar adalah pada tahun 2016 di Kuala Gula, Perak disebabkan oleh *Noctiluca scintillans* (Roziawati et al., 2016).

Secara amnya, pertumbuhan mikroalga dalam persekitaran semulajadi dipengaruhi oleh pelbagai faktor persekitaran (Suksomjit et al., 2009). Masih belum jelas penyebab ledakan mikroalga, namun banyak melaporkan dalam persekitaran yang disukai atau sesuai (perubahan cuaca, suhu permukaan laut yang hangat, kemasinan rendah, laut tenang) serta peningkatan komposisi nutrien di perairan akan mencetuskan ledakan mikroalga (Anderson et al, 2017). Sumber nutrien berasal dari pembuangan darat seperti pertanian, tanaman industri, kumbahan domestik dan juga input dari sungai seperti penternakan ikan sangkar. Sehingga kini, data asas mengenai komposisi dan kelimpahan mikroalga berbahaya di Kuala Gula, Perak adalah terhad. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menentukan risiko kejadian ledakan mikroalga berlaku di kawasan ternakan ikan Kuala Gula. Selain itu, kualiti air yang mempengaruhi ledakan mikroalga juga disiasat.

Keputusan dan perbincangan

Sebanyak 62 taksa mikroalga dicatatkan terdiri daripada tiga kumpulan utama, diatom (40 genera), dinoflagelat (18 genera) dan sianobakteria (2 genera) (Jadual 1). Komposisi fitoplankton didominasi oleh genera diatom di semua stesen persampelan (Rajah 2). Spesies mikroalga berpotensi memberi ancaman kepada akuakultur terdiri daripada *Akashiwo sanguinea*, *Chaetoceros* spp., *Ceratium furca*, *C. fusus*, *Margalefidinium* spp. *Dinophysis* spp., *Karlodinium* spp. dan *Noctiluca scintillans* (Jadual 2 dan Rajah 1). Kepadatan sel mikroalga dalam kajian ini berkisar antara 2.7×10^5 hingga 1.5×10^6 sel L^{-1} . Julat klorofil a adalah antara $0.85 \mu g L^{-1}$ hingga $41.13 \mu g L^{-1}$ (Rajah 2). Kepadatan sel mikroalga berpotensi

bahaya secara relatif adalah rendah sepanjang tempoh pensampelan. Tiada ledakan mikroalga direkodkan sepanjang kajian dijalankan. Bacaan saliniti, suhu dan pH air sekitar kawasan ternakan ikan perairan Kuala Gula fluktuasi sepanjang kajian dijalankan iaitu masing-masing antara 23.96-30.27 ppt, 29.86-30.27°C dan 7.62-8.20. Oksigen terlarut (DO) air antara 3.22-5.79 mg L⁻¹. Manakala jumlah pepejal terampai (TSS) adalah kurang daripada 150 mg L⁻¹ di bawah Standard Kualiti Air Laut untuk Malaysia (MWQS) iaitu julat antara 13.94 hingga 116.6 mg L⁻¹. Kepekatan nitrat dan nitrit dalam air pada tahap rendah sepanjang tempoh kajian dengan masing-masing antara 0.05-0.29 mg L⁻¹ dan 0.03-0.22 mg L⁻¹. Kepekatan ammonia di semua stesen persampelan kebanyakannya melebihi nilai yang boleh diterima untuk aktiviti akuakultur MWQS (>0.07 mg L⁻¹) iaitu julat antara 0.03-0.13 mg L⁻¹. Kepekatan fosfat di semua stesen pensampelan kebanyakannya lebih tinggi daripada nilai yang boleh diterima untuk aktiviti akuakultur di bawah MWQS (0.075 mg L⁻¹) semasa persampelan dengan julat antara 0.07-0.21 mg L⁻¹. (Jadual 3, 4).

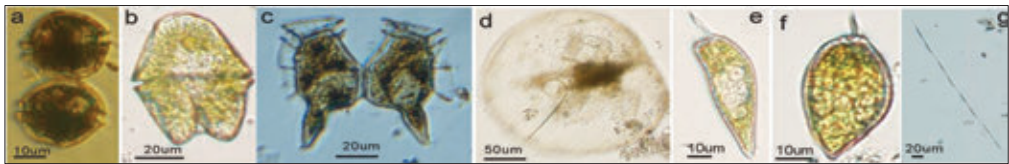
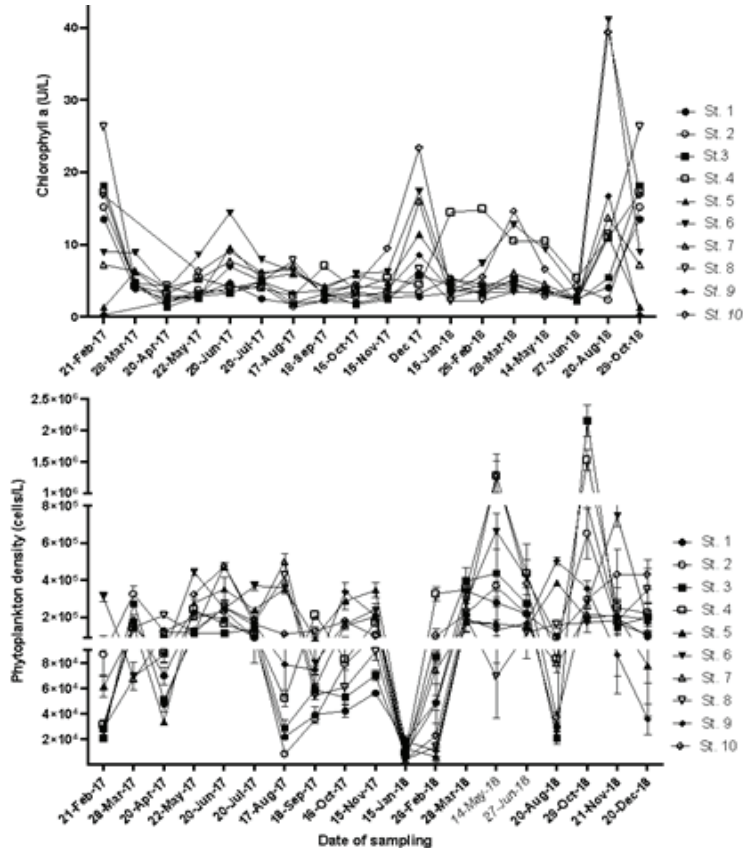
Walaupun tiada ledakan mikroalga bahaya direkodkan sepanjang persampelan dijalankan tetapi kehadirannya masih berpotensi memberi ancaman kepada aktiviti akuakultur jika ianya meledak secara tiba-tiba. Pembangunan pesat, aktiviti perindustrian, ternakan haiwan dan penempatan padat di sekitar perairan Kuala Gula serta aktiviti akuakultur yang pesat dapat menyumbang peningkatan nutrien diperairan pada bila-bila masa tanpa dijangka yang boleh menjadi pencetus ledakan mikroalga secara tiba-tiba. Oleh itu, pemantauan secara berkala di kawasan ternakan ikan ini perlu dijalankan bagi memberi amaran awal kehadiran ledakan serta dapat mengurangkan kerugian yang besar kepada penternak akibat kematian ikan.

Jadual 1: Taksa mikroalga di Kuala Gula, Perak, dikenal pasti dalam kajian ini. Asterisk (*) menunjukkan berpotensi bahaya.

| Diatom pena | Diatom sentrik | |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Amphora</i> sp. | <i>Bacteriastrum</i> spp. | <i>Meuniera membranacea</i> |
| <i>Amphiprora</i> sp. | <i>Bellerochea</i> spp. | <i>Odontella</i> spp. |
| <i>Asterionella</i> spp. | <i>Biddulphia</i> spp. | <i>Paralia</i> spp. |
| <i>Bacillaria</i> spp. | <i>Chaetoceros</i> spp. * | <i>Planktoniella sol</i> |
| <i>Cylindrotheca closterium</i> | <i>Corethron</i> sp. | <i>Rhizosolenia</i> spp. |
| <i>Climacosphenia</i> spp. | <i>Coscinodiscus</i> spp. | <i>Stephanophysis</i> spp. |
| <i>Cocconeis</i> spp. | <i>Cyclotella</i> spp. | <i>Proboscia alata</i> |
| <i>Gyrosigma</i> spp. | <i>Dactyliosolen</i> spp. | <i>Skeletonema</i> spp. * |
| <i>Navicula</i> spp. | <i>Detonula</i> spp. | <i>Thalassiosira</i> spp. |
| <i>Helicotheca</i> spp. | <i>Dytilum</i> spp. | <i>Triceratium</i> spp. |
| <i>Nitzschia longissima</i> | <i>Eucampia</i> spp. | |
| <i>Nitzschia</i> spp. | <i>Guinardia</i> spp. | |
| <i>Pleurosigma</i> spp. | <i>Hemiaulus</i> spp. | |
| <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. * | <i>Leptocylindrus</i> spp. | |
| <i>Surirella</i> spp. | <i>Actinoptycus</i> spp. | |
| <i>Stephanophysis</i> | <i>Dactyliosolen</i> spp. | |
| <i>Synedra</i> spp. | <i>Lithodesmium</i> spp. | |
| <i>Helicotheca</i> spp. | <i>Melosira</i> spp. | |
| Dinoflagelat | | Sianobakteria |
| <i>Alexandrium</i> spp.* | <i>Gyrodinium</i> spp. | <i>Anabeana</i> spp. |
| <i>Akashiwo sanguinea</i> * | <i>Gymnodinium</i> spp. * | <i>Trichodesmium</i> spp. |
| <i>Ceratium furca</i> * | <i>Karlodinium</i> sp. * | |
| <i>Ceratium fusus</i> * | <i>Noctiluca scintillant</i> * | |
| <i>Ceratium fulcatum</i> | <i>Prorocentrum gracile</i> * | |
| <i>Ceratium tripos</i> | <i>Prorocentrum micans</i> * | |
| <i>Ceratium tricoceros</i> | <i>Peridinium</i> sp. | |
| <i>Margalefidinium</i> spp. | <i>Prorocentrum sigmoides</i> | |
| <i>Dinophysis caudata</i> * | <i>Proto-peridinium</i> spp. | |
| <i>Dinophysis acuminata</i> | <i>Pyrophacus</i> spp. | |
| <i>Dinophysis</i> spp. | <i>Polykrikos</i> spp. | |
| <i>Fragilidium</i> spp. | <i>Scropsiella</i> spp. | |
| <i>Gonyaulax</i> spp. | | |

Jadual 2: Senarai mikroalga berpotensi berbahaya di Kuala Gula, Perak.

| Spesies | Rujukan | Impak potensi |
|----------------------------------|--------------------------|---|
| Spesies berpotensi toksik | | |
| <i>Alexandrium</i> spp. | Lim et al, 2004 | <i>Paralytic Shellfish Poisoning (PSP)</i> |
| <i>Dinophysis caudata</i> | Backer et al, 2003 | <i>Diarrhetic shellfish poisoning (DSP)</i> |
| <i>Pseudo-nitzchiaspp.</i> | Moestrup, 2004 | <i>Amnesic shellfish poisoning (ASP)</i> |
| Spesies meledak | | |
| <i>Akashiwo sanguinea</i> | Mania and Rose, 2002 | <i>Red tides</i> |
| <i>Chaetoceros</i> spp. | Bell, 1961 | <i>Red tides, fish kill</i> |
| <i>Ceratium furca</i> | Fukuyo, 1990 | <i>Red tides, fish kill</i> |
| <i>Ceratium fusus</i> | Feyzioglu and Ogut, 2006 | <i>Red tides, fish kill</i> |
| <i>Prorocentrum micans</i> | Fukuyo, 1990 | <i>Red tides</i> |
| <i>Noctiluca scintillans</i> | Taylor, 2003 | <i>Fish kill</i> |

Rajah 1: Mikroalga berpotensi bahaya yang dijumpai di Kuala Gula, Perak. a: *Alexandrium* spp., b: *Akashiwo sanguinea*, c: *Dinophysis caudata*, d: *Noctiluca scintillans*, e: *Prorocentrum gracile*, f: *Prorocentrum micans*, g: *Pseudo-nitzschia* spp.

Rajah 2: Densiti sel mikroalga di 10 stesen persampelan di Kuala Gula, Perak, Februari 2017 – Disember 2018

Jadual 3: Nilai purata, SD dan julat parameter fizikal di 10 stesen persampelan di Kuala Gula, Perak

| Stesen | St. 1 | St. 2 | St. 3 | St. 4 | St. 5 | St. 6 | St. 7 | St. 8 | St. 9 | St. 10 |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| Suhu. (°C) | 30.03±0.85 | 30.04±0.87 | 30.05±0.92 | 30.09±0.81 | 30.01±0.88 | 29.86±0.80 | 30.00±0.89 | 30.27±0.96 | 30.13±0.87 | 29.91±0.88 |
| | 27.52-31.00 | 26.67-31.10 | 27.80-31.60 | 28.30-31.32 | 27.98-30.93 | 27.77-30.90 | 27.50-31.43 | 27.64-32.67 | 28.06-31.63 | 27.40-30.99 |
| Saliniti (PSU) | 28.84±1.73 | 28.93±1.75 | 28.77±1.77 | 28.81±1.89 | 25.80±2.08 | 25.98±2.77 | 25.08±3.32 | 23.96±3.65 | 25.77±2.31 | 25.73±3.75 |
| | 26.61-31.55 | 26.66-31.72 | 26.14-31.38 | 25.40-31.53 | 22.46-29.87 | 19.29-30.28 | 16.52-30.25 | 15.38-29.88 | 21.47-29.86 | 14.82-30.28 |
| pH | 7.16±0.22 | 8.204±0.22 | 8.200±0.23 | 8.204±0.24 | 7.930±0.30 | 7.87±0.34 | 7.75±0.38 | 7.62±0.41 | 7.87±0.34 | 7.68±0.32 |
| | 7.76-8.65 | 7.88-8.68 | 7.85-8.65 | 7.71-8.69 | 7.23-8.47 | 7.11-8.46 | 6.91-8.43 | 6.76-8.34 | 7.19-8.49 | 6.86-8.34 |
| DO (mg L ⁻¹) | 5.43±0.87 | 5.54±0.94 | 5.45±0.75 | 5.79±0.72 | 4.57±1.07 | 4.12±1.19 | 3.63±1.36 | 3.22±1.23 | 4.35±1.19 | 3.67±1.17 |
| | 3.74-7.16 | 3.94-7.25 | 3.95-6.69 | 4.57-7.09 | 2.00-5.61 | 1.48-5.86 | 1.25-6.32 | 1.15-5.59 | 1.30-5.65 | 1.79-4.22 |
| Nitrat mg L ⁻¹ | 0.06±0.05 | 0.06±0.04 | 0.05±0.04 | 0.04±0.03 | 0.14±0.18 | 0.12±0.16 | 0.23±0.25 | 0.29±0.32 | 0.18±0.27 | 0.19±0.21 |
| | 0.00-0.20 | 0.02-0.19 | 0.00-0.15 | 0.00-0.14 | 0.01-0.41 | 0.00-0.71 | 0.03-0.95 | 0.01-1.23 | 0.02-1.17 | 0.00-0.77 |
| Nitrit mg L ⁻¹ | 0.03±0.03 | 0.03±0.03 | 0.05±0.04 | 0.03±0.03 | 0.10±0.10 | 0.09±0.10 | 0.17±0.16 | 0.22±0.23 | 0.12±0.14 | 0.14±0.16 |
| | 0.00-0.12 | 0.00-0.13 | 0.00-0.10 | 0.00-0.09 | 0.00-0.41 | 0.00-0.43 | 0.01-0.51 | 0.01-0.93 | 0.01-0.59 | 0.00-0.46 |
| Ammonia mg L ⁻¹ | 0.03±0.03 | 0.02±0.02 | 0.03±0.03 | 0.03±0.04 | 0.06±0.05 | 0.08±0.08 | 0.13±0.11 | 0.13±0.11 | 0.06±0.05 | 0.13±0.11 |
| | 0.00-0.13 | 0.00-0.10 | 0.00-0.11 | 0.00-0.10 | 0.00-0.18 | 0.00-0.29 | 0.00-0.37 | 0.00-0.34 | 0.00-0.16 | 0.00-0.46 |
| Fosfat mg L ⁻¹ | 0.13±0.09 | 0.07±0.04 | 0.07±0.04 | 0.11±0.06 | 0.13±0.09 | 0.16±0.09 | 0.21±0.13 | 0.21±0.09 | 0.13±0.07 | 0.18±0.15 |
| | 0.03-0.37 | 0.01-0.16 | 0.00-0.20 | 0.01-0.22 | 0.01-0.34 | 0.05-0.34 | 0.04-0.67 | 0.00-0.34 | 0.00-0.29 | 0.03-0.69 |
| Silikat mg L ⁻¹ | 0.37±0.25 | 0.39±0.23 | 0.40±0.22 | 0.46±0.27 | 1.17±1.02 | 1.13±1.13 | 1.88±1.16 | 2.46±1.90 | 1.42±1.29 | 1.47±1.39 |
| | 0.01-1.06 | 0.03-1.07 | 0.14-1.13 | 0.15-1.33 | 0.09-4.25 | 0.09-4.53 | 0.37-6.09 | 0.18-7.25 | 0.23-5.11 | 0.34-5.14 |
| TSS (mg L ⁻¹) | 23.28±18.64 | 22.80±11.26 | 78.95±53.6 | 69.10±54.45 | 72.40±73.5 | 116.6±120.61 | 13.94±1.52 | 79.54±83.91 | 46.17±29.910. | 109.5±64.1 |
| | 5.67-66.67 | 5.00-44.67 | 8.67-177.0 | 2.13-250.3 | 6.68-335.3 | 6.67-565.0 | 6.67-22.00 | 3.67-382.0 | 33-102.8 | 13.33-285.7 |

Jadual 4: Nilai purata dan julat bagi parameter fiziko-kimia di perairan Kuala Gula, Perak.

| Stesen persampelan | Kawasan sangkar ikan 1 (St.1, St. 2 & St. 3) | | Kawasan sangkar ikan 2 (St.5 & St.6) | | Kawasan sangkar ikan 3 (St.7, St.8 & St.9) | | Luar kawasan sangkar ikan (St. 4) | |
|--------------------|--|-------------|--------------------------------------|-------------|--|-------------|-----------------------------------|-------------|
| | Purata | Julat | Purata | Julat | Purata | Julat | Purata | Julat |
| Suhu | 30.83 | 29.30-32.39 | 30.65 | 29.00-32.41 | 30.47 | 29.00-32.24 | 30.51 | 29.37-31.59 |
| Saliniti | 27.22 | 20.59-32.83 | 28.42 | 21.16-33.81 | 30.52 | 26.48-33.66 | 23.64 | 11.42-30.63 |
| pH | 8.09 | 7.67-8.58 | 8.13 | 7.51-8.54 | 8.24 | 8.00-8.45 | 7.98 | 7.37-8.46 |
| DO | 5.99 | 3.12-7.29 | 5.70 | 2.36-8.12 | 6.40 | 87-7.94 | 5.55 | 3.86-7.75 |
| Nitrat | 0.06 | 0.07-0.12 | 0.05 | 0.00-0.10 | 0.04 | 0.01-0.08 | 0.08 | 0.03-0.18 |
| Nitrit | 0.02 | 0.003-0.06 | 0.03 | 0.00-0.08 | 0.02 | 0.005-0.06 | 0.04 | 0.01-0.06 |
| Ammonium | 0.21 | 0.04-0.59 | 0.17 | 0.003-0.48 | 0.05 | 0.01-0.12 | 0.29 | 0.03-0.64 |
| Fosfat | 0.29 | 0.09-0.55 | 0.21 | 0.05-0.53 | 0.19 | 0.02-0.86 | 0.15 | 0.08-0.24 |
| Silikat | 1.38 | 0.19-3.93 | 0.89 | 0.07-3.91 | 0.42 | 0.12-1.02 | 2.36 | 0.84-6.02 |
| TSS | 31.76 | 11.00-70.33 | 16.41 | 6.33-48.67 | 24.85 | 2.00-55.00 | 36.67 | 11.33-117.3 |

Fitoplankton di Teluk Kumbar, Pulau Pinang

Roziawati Mohd Razali

Latar belakang

Teluk Kumbar, Pulau Pinang adalah salah satu kawasan yang akan dibuat penambakan untuk rancangan Projek Tiga Pulau oleh kerajaan negeri. Jabatan diminta untuk menjalankan kajian asas kepentingan kawasan tersebut sebagai *Nursery Ground* untuk hidupan laut seperti ikan, udang dan ketam. Salah satu parameter yang perlu dikaji adalah komposisi dan kepadatan fitoplankton sebagai sumber primer untuk rantai hidupan akuatik.

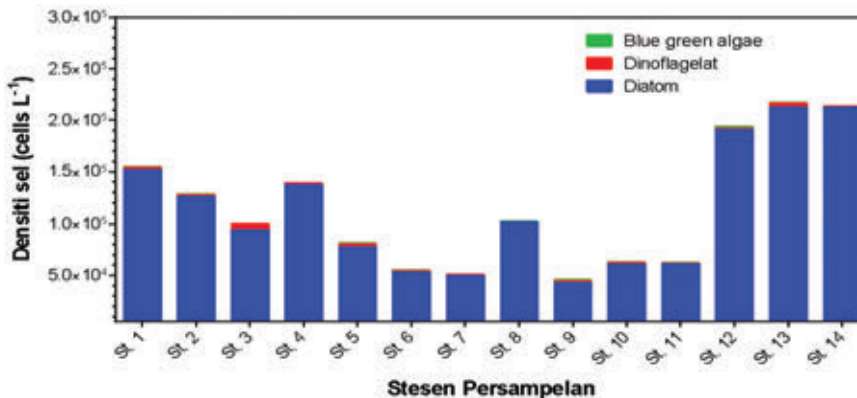
Metodologi dan bahan

Persampelan air telah dijalankan di sekitar perairan Teluk Kumbar, Pulau Pinang pada 11 hingga 12 November 2017. Sampel air juga dibawa balik ke makmal untuk analisis kimia air seperti nitrit, nitrat, fosfat, ammonia dan jumlah pepejal terampai (TSS) dengan menggunakan spektrofotometer HACH DREL 2010 (HACH, USA). Persampelan air untuk fitoplankton dijalankan dengan menggunakan penyampel air dan analisis fitoplankton dijalankan dengan menggunakan Sedgewick Rafter Counting Chamber dan mikroskop. Identifikasi fitoplankton dijalankan berdasarkan huraian morfologi fitoplankton dalam Tomas (1).

Keputusan analisis

Analisis fitoplankton mendapati sebanyak 50 taksa fitoplankton telah dikenalpasti dengan menggunakan mikroskop cahaya, iaitu 40 genera diatom, 8 genera dinoflagelat dan dua genera mikroalga hijau-biru (Jadual 1). Densiti sel fitoplankton adalah antara 4.58×10^4 sel L^{-1} hingga 2.16×10^5 sel L^{-1} (Rajah 1). Komposisi fitoplankton didominasi oleh kumpulan diatom (> 93.45% daripada jumlah sel fitoplankton) di semua stesen persampelan.

Analisis kimia air mendapati kandungan nitrat, nitrit, ammonia, fosfat dan jumlah pepejal terampai di bawah paras yang diterima bagi kawasan marinkultur bagi *Marine Water Quality Criteria and Standards Standard* (MWQS) oleh Jabatan Alam Sekitar (Jadual 2 & Rajah 2).



Rajah 1: Densiti sel fitoplankton di 14 stesen persampelan di sekitar Teluk Kumbar, Pulau Pinang.

Jadual 1: Taksa fitoplankton di Teluk Kumbar, Pulau Pinang yang diidentifikasi dalam kajian ini.

BACILLARIOPHYCEAE (DIATOM)**Diatom pena**

Amphora spp.
Amphiprora spp.
Bacillaria spp.
Cylindrotheca closterium
Gyrosigma spp.
Navicula spp.
Nitzschia longissima
Nitzschia spp.
Pleurosigma spp.
Pseudo-nitzschia spp.
Surirella spp.
Synedra spp.
Thalassionema spp.
Proboscia alata

Diatom sentrik

Actinoptychus spp.
Bacteriastrum spp.
Bellerochea spp.
Chaetoceros spp.
Corethron spp.
Coscinodiscus spp.
Cyclotella spp.
Dactyliosolen spp.
Detonula spp.
Ditylum spp.
Eucampia spp.
Guinardia spp.
Hemiaulus spp.

Helicotheca tamensis
Lauderia spp.
Leptocylindrus spp.
Lithodesmium spp.
Melosira spp.
Meuniera membranacea
Odontella spp.
Paralia spp.
Rhizosolenia spp.
Skeletonema spp.
Stephanophyxis spp.
Thalassiosira spp.
Triceratium spp.

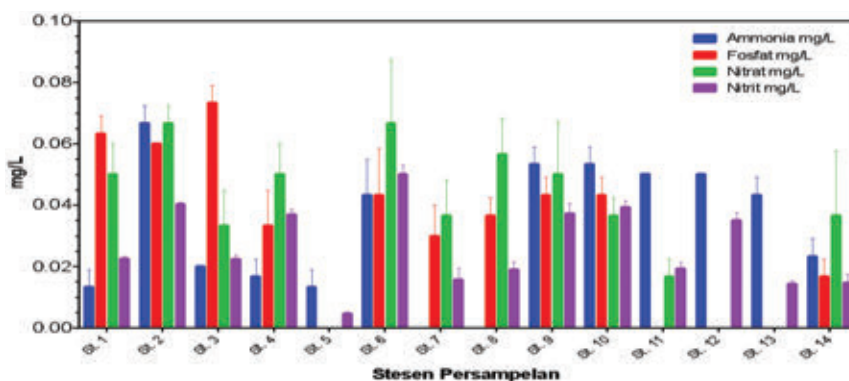
DINOPHYCEAE (DINOFLAGELAT)

Alexandrium spp.
Ceratium furca
Ceratium fusus
Ceratium tripos
Dinophysis caudata

Gyrodinium spp.
Noctiluca scintillans
Prorocentrum micans
Protoperidinium spp.
Pyrophacus spp.

Jadual 2: Julat & min bacaan analisis kimia air sampel sekitar Teluk Kumbar, Pulau Pinang

| Komponen kimia | Julat | Purata±SD | Marine Water Quality Criteria and Standards for mariculture area, class 2 (Jabatan Alam Sekitar) (2) |
|--------------------------------|--------------|-------------|--|
| Nitrat (mg/l) | 0.00-0.067 | 0.036±0.023 | >0.06 |
| Nitrit (mg/l) | 0.0047-0.050 | 0.027±0.013 | > 0.055 |
| Ammonia (mg/l) | 0.00-0.067 | 0.032±0.022 | >0.07 |
| Fosfat (mg/l) | 0.00-0.073 | 0.032±0.025 | >0.075 |
| Jumlah pepejal terampai (mg/L) | 0.099-0.59 | 0.320±0.16 | >50.00 |



Rajah 2: Kepekatan kimia air (ammonia, fosfat, nitrat & nitrit) di 14 stesen persampelan di Teluk Kumbar, Pulau Pinang.

Rujukan:

1. Tomas C.R. 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic Press, San Diego, 858 pp.
2. <http://www.doe.gov.my/portal/water-marine-marine-island-marine-water>.

Laporan kes kajian kematian kerang di Daerah Kerian

Najihah Mohamad dan Shahunthala Devi

Institut Penyelidikan Perikanan (FRI) Batu Maung telah menyoiasat kes kematian kerang di daerah Kerian, Perak daripada tahun 2014 meliputi kawasan Sungai Kerian dan Sungai Sepetang. Kajian kualiti air dijalankan merangkumi tiga faktor iaitu a) fizikal (suhu, pH, DO (oksigen terlarut), turbiditi, saliniti, dan konduktiviti; b) nutrien (nitrat, nitrit, fosfat), ammonia, klorofil a, pepejal terampai (TSS) dan; c) logam.

Hasil kajian menunjukkan bahawa kepekatan ammonia dan pepejal terampai agak tinggi dan paras oksigen terlarut rendah sewaktu air surut di kawasan Kuala Sepetang. Manakala keputusan kajian di Sungai Kerian mendapati kepekatan kandungan fosfat melebihi standard kriteria kualiti air (Jadual 1 dan Jadual 2).

Pihak FRI Batu Maung tidak pernah menerima sebarang aduan kes kematian kerang di sekitar Kuala Kurau, Perak melainkan kawasan Sungai Kerian dan Sungai Sepetang. Aduan berkenaan punca ancaman pembiakan kerang yang dikatakan berpunca daripada sisa kolam ternakan udang tidak dapat dibuktikan menerusi kajian yang dijalankan. Pihak FRI Batu Maung juga pernah memohon penternak kolam udang menghantar sebarang jenis tepung atau bahan kimia yang digunakan untuk kolam ternakan udang bagi tujuan analisis "bioassay" tetapi tidak pernah menerima sebarang bahan tersebut.

Jadual 1: Keputusan kajian kualiti air- paras fizikal

| Lokasi | Suhu ° | pH | Kemasinan (ppt) | DO (mg/L) |
|--|--------|---------|-----------------|-----------|
| Sungai Kerian | - | - | - | - |
| Kuala Sepetang | 29-32 | 7.0-8.6 | 17-24 | 2.4-7.0 |
| Standard kriteria kualiti air (Zubir 1994) | 27-31 | 6.2-8.4 | - | - |

*Paras fizikal di Sungai Kerian tidak dapat direkodkan kerana penyiasatan dibuat oleh PPN dan perikanan daerah. Pihak FRI Batu Maung hanya menerima sampel air sahaja.

Jadual 2: Keputusan kajian kualiti air - paras nutrien

| Lokasi | Ammonia (ppm) | Fosfat (ppm) | Nitrat (ppm) | Nitrit (ppm) | TSS (mg/L) |
|---|---|--------------------|--------------|--------------|------------|
| Sungai Kerian | 0.05-0.06 | 0.08-0.29 | 0.01-0.01 | 0.002-0.014 | 21-109 |
| Kuala Sepetang | 0.01-0.26 | 0.07-0.80 | 0.01-0.05 | 0.007-0.027 | 10-51 |
| JAS Piawai IMWQ * | 0.07 | 0.075 | 0.06 | 0.055 | 50-100 |
| Standard Kriteria Kualiti Air (Zubir, 1995) | 0.90 0.008-0.014 0.002-0.006 (Perak) | 0.2 0.003-0.007 | 7.00 | 5.00 | - |

Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Sungai Udang, Seberang Prai, Pulau Pinang

Roziawati Mohd Razali

Latar belakang

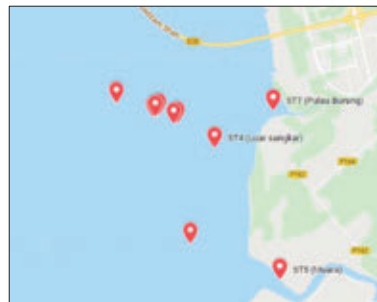
Satu laporan kes kematian ikan ternakan dalam sangkar di Sungai Udang, Seberang Prai, Pulau Pinang telah diterima pada 15 Januari 2016. Dilaporkan kematian ikan antara 20-50% daripada pelbagai jenis ikan ternakan seperti ikan merah, kerapu, jenahak dan siapak yang bersaiz 7 inci telah berlaku sejak 12 Januari 2016.

Kaedah siasatan

Pasukan siasatan kematian ikan, Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung yang diketuai oleh En. Abu Yazidyusnisab bin Muhammad dan dua orang kakitangan bersama dengan En. Sobri dan En. Jamalel Atan dari Pejabat Perikanan Negeri, Seberang Perai, Pulau Pinang telah menjalankan persampelan air bagi siasatan kualiti air dan kandungan plankton pada 15 Januari 2016. Sebanyak lima stesen persampelan telah dijalankan di dalam kawasan sangkar pengadu dan sekitar Sg. Udang.

Jadual 1: Bacaan alat GPS di kawasan siasatan

| Lokasi/Posisi | Dalam (m) | Latitud | Longitud |
|------------------------|-----------|---------------|----------------|
| 15 Jan 2016 | | | |
| ST1 (Sangkar 1) | 4.3 | 05° 12.494' U | 100° 23.799' T |
| ST2 (Sangkar 1) | 4.3 | 05° 12.503' U | 100° 23.852' T |
| ST3 (Sangkar 1) | 3.8 | 05° 12.511' U | 100° 23.858' T |
| ST4 (Luar sangkar) | 1.8 | 05° 12.057' U | 100° 24.650' T |
| ST5 (Muara) | 2.3 | 05° 10.214' U | 100° 25.564' T |
| 21 Januari 2016 | | | |
| ST1(Sangkar 1) | 4.2 | 05° 12.485' U | 100° 23.778' T |
| ST2 (Sangkar 1) | 4.3 | 05° 12.493' U | 100° 23.812' T |
| ST3 (Sangkar 2) | 6.0 | 05° 12.692' U | 100° 23.258' T |
| ST4 (Sangkar 2) | 6.2 | 05° 12.680' U | 100° 23.268' T |
| ST5 (Sangkar 3) | 3.1 | 05° 12.399' U | 100° 24.115' T |
| ST6 (Sangkar 3) | 3.3 | 05° 12.394' U | 100° 24.073' T |
| ST7 (Pulau Burung) | 0.5 | 05° 12.572' U | 100° 25.473' T |
| ST8 (Muara) | 2.0 | 05° 10.719' U | 100° 24.301' T |



Pada 21 Januari, 2016, sekali lagi pasukan penyiasat FRI BM diketuai oleh Pn. Roziawati binti Mohd Razali dan tiga orang kakitangan bersama dengan Pembantu Perikanan, En. Sobri dari Pejabat Perikanan Negeri, Seberang Perai, Pulau Pinang telah menjalankan persampelan air bagi siasatan kualiti air dan kandungan plankton. Sampel ikan juga telah diambil dan dihantar ke NaFisH untuk siasatan penyakit lain. Sebanyak lapan stesen persampelan telah dijalankan di sekitar kawasan sangkar dan sekitar Sg. Udang. Jadual 1 menunjukkan bacaan alat GPS di kawasan persampelan yang telah dijalankan.

Ciri fizikokimia air laut termasuklah saliniti, suhu, pH, oksigen terlarut dan kekeruhan telah diukur secara *in situ* menggunakan prob YSI 16920 (Yellow Spring, Ohio, USA). Sampel air juga telah dibawa balik ke makmal untuk analisis kimia seperti nitrit, nitrat, fosfat, ammonia dan jumlah pepejal terampai (TSS) dengan menggunakan spektrofotometer HACH DREL 2010 (HACH, USA). Persampelan air untuk plankton telah dijalankan dengan menggunakan penyampel air dan analisis plankton dijalankan dengan menggunakan mikroskop. Semua analisis dijalankan secara tripliket.

Keputusan dan perbincangan

Kualiti air

Jadual 2 menunjukkan bacaan kualiti air di kawasan persampelan. Manakala julat kualiti air ditunjukkan dalam Jadual 3. Daripada analisis yang dijalankan, didapati suhu air dalam julat 30.90-32.57°C. Julat bagi pH air adalah 6.54-8.13 dan bagi kemasinan adalah 7.42-27.2 ppt. Didapati pH air adalah baik, dalam julat yang disyorkan untuk pengeluaran ikan optimum iaitu pada pH 6.5-9.0. Hanya sampel pada 15 Januari 2016 yang menunjukkan kemasinan yang rendah di St. 5 iaitu 7.42 ppt, yang mana kawasan tersebut adalah kawasan muara berdekatan dengan laluan keluar bot dari Jeti Sg. Udang. Manakala julat oksigen terlarut (DO) dan kekeruhan masing-masing 5.48-10.40 mg/L dan 6.27-49.13 NTU. Paras DO yang sesuai untuk hidupan akuatik adalah tidak kurang daripada 4.0 ppm. Paras kekeruhan air untuk semua sampel juga tidak melebihi 50 NTU.

Kandungan nitrat bagi semua sampel adalah pada julat 0-0.07 mg/L iaitu pada paras yang diterima bagi kawasan marinkultur di bawah *Marine Water Quality Criteria and Standards Standard* (MWQS), kecuali untuk sampel pada 15 Januari 2016 di St. 5 (Muara) yang melebihi dari paras 0.06 mg/L. Kandungan nitrit dalam semua sampel juga berada pada paras yang boleh diterima dalam MWQS iaitu pada julat 0.002-0.015 mg/L.

Kandungan ammonia juga masih di bawah paras MWQS, kecuali sampel pada 15 Januari 2015 menunjukkan paras ammonia di St 4. (luar sangkar) dan St. 5 (Muara) adalah melebihi dari 0.07 mg/L. Manakala kandungan fosfat adalah dalam julat 0.07-0.45 mg/L yang mana kesemua stesen adalah melebihi paras MWQS iaitu 0.075 mg/L kecuali sampel pada 15 Januari 2016 di St. 2 dan St. 4. Julat TSS bagi sampel kawasan sangkar adalah di bawah paras MWQS iaitu 11.0-39.0 mg/L.

Analisis plankton

Analisis yang dijalankan bagi sampel St. 1, St.2 dan St. 3 (dalam sangkar pengadu) pada 15 Januari 2016, didapati kandungan plankton didominasi oleh diatom, *Chaetoceros* spp. pada purata kepadatan sel 1.28×10^6 sel L⁻¹. *Chaetoceros* spp. adalah spesies yang biasa dijumpai di perairan marin. Ianya tidak berbahaya jika hadir dalam kepekatan yang rendah. Kehadirannya yang banyak boleh menyebabkan insang ikan tersumbat, kerengsaan dan kerosakan pada tisu insang yang mana akan mencetuskan pengeluaran mukus (lendir) yang banyak yang membawa kepada hipoksia darah dan masalah pernafasan dan kematian pada ikan. Tahap kepekatan untuk tindakan pengurusan adalah pada $>5.0 \times 10^7$ sel L⁻¹ hingga 1.0×10^9 sel L⁻¹ (Whyte dan Rensel, 2003). Persampelan pada 21 Januari 2016 dijalankan bagi memantau kandungan *Chaetoceros* dan plankton yang berpotensi bahaya lain. Walau bagaimanapun, sampel pada 21 Januari 2016 menunjukkan kandungan plankton adalah normal (tidak didominasi oleh mana-mana spesies) dan kepekatan *Chaetoceros* juga berkurangan sehingga 7.31×10^4 sel L⁻¹. Manakala sampel di stesen persampelan lain menunjukkan kandungan plankton adalah normal. Tiada plankton berbahaya lain dijumpai. Kemungkinan kematian ikan yang berlaku adalah disebabkan oleh penyakit ikan yang lain. Namun begitu, pemantauan plankton dan kualiti air yang berskala perlu dijalankan di kawasan Sungai Udang bagi membolehkan pihak jabatan memberi amaran awal kepada penternak jika berlakunya kejadian ledakan plankton (*red-tide*) bagi mengelakkan kerugian yang besar.

Jadual 2: Purata kualiti air di sekitar kawasan sangkar Sungai Udang, Seberang Prai, Pulau Pinang

| Lokasi | 15 Januari 2016 | | | | | 21 Januari 2016 | | | | | | | |
|------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 | ST6 | ST7 | ST8 |
| Suhu (°C) | 31.01 | 31.02 | 30.9 | 32.08 | 31.57 | 31.36 | 31.34 | 31.16 | 31.26 | 32.02 | 31.96 | 32.57 | 32.39 |
| Kemiskinan (ppt) | 26.4 | 26.46 | 26.46 | 19.49 | 7.42 | 26.36 | 26.58 | 27.2 | 27.01 | 25.32 | 25.71 | 24.51 | 24.63 |
| pH | 6.56 | 6.54 | 6.59 | 6.68 | 6.65 | 7.93 | 7.62 | 7.95 | 7.98 | 8.13 | 8.11 | 8.24 | 7.98 |
| Kekeruhan (NTU) | 14.27 | 16.9 | 23.63 | 34.33 | 49.13 | 8.33 | 15.37 | 7.27 | 6.27 | 14.4 | 14.4 | 74.3 | 17.43 |
| DO (mg/L) | 8.14 | 7.85 | 7.09 | 8.36 | 5.19 | 5.83 | 5.76 | 5.48 | 5.63 | 8.3 | 7.77 | 10.4 | 7.36 |
| Chl a (µg/L) | 15.96 | 16.7 | 18.91 | 13.06 | 4.3 | 3.7 | 5 | 2.21 | 2.23 | 12.77 | 14.29 | 32.66 | 8.12 |
| Ammonia (mg/L) | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.1 | 0.46 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 |
| Fosfat (mg/L) | 0.21 | 0.06 | 0.21 | 0.07 | 0.1 | 0.43 | 0.2 | 0.16 | 0.42 | 0.31 | 0.17 | 0.45 | 0.29 |
| Nitrat (mg/L) | 0.01 | 0.007 | 0.01 | 0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nitrit (mg/L) | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.008 | 0.015 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.003 |
| TSS (mg/L) | 32 | 32.67 | 39 | 68 | 90.67 | 15.67 | 13.33 | 11.33 | 11 | 30 | 30.67 | 95.67 | 33.33 |

Jadual 3: Julat kualiti air di sekitar kawasan sangkar Sungai Udang, Seberang Prai, Pulau Pinang

| Kualiti air | Julat | Malaysia Marine Water Quality Criteria and Standards, Class 2 (Jabatan Alam Sekitar) |
|------------------|-------------|--|
| Nitrat (mg/L) | 0.00-0.07 | > 0.06 |
| Nitrit (mg/L) | 0.002-0.015 | > 0.055 |
| Ammonia (mg/L) | 0.06-0.45 | > 0.07 |
| Fosfat (mg/L) | 0.07-0.45 | >0.075 |
| TSS (mg/L) | 11.0-95.65 | >50.0 |
| pH | 6.54-8.13 | - |
| DO (mg/L) | 5.48-10.40 | 5 |
| Kemiskinan (ppm) | 7.42-27.2 | - |
| Kekeruhan (NTU) | 6.27-49.13 | - |
| Suhu (°C) | 30.90-32.57 | - |

Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Kuala Gula, Perak 2016

Roziawati Mohd Razali

Latar belakang

Satu kes kematian ikan ternakan dalam sangkar di Kuala Gula dilaporkan pada 23 Ogos 2016. Sampel air telah diterima daripada Perikanan Negeri Kerian, Perak pada 23 Ogos (sangkar Sungai Gula) dan 24 Ogos (sangkar muara Sungai Gula).

Kaedah siasatan

Pasukan siasatan kematian ikan, Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung dengan kerjasama PPN Perak dan Bhg Biosekuriti Perikanan telah menjalankan persampelan air pada 25 Ogos 2016 bagi siasatan kualiti air dan kandungan plankton. Sebanyak lima stesen persampelan telah dijalankan di dalam kawasan sangkar pengadu dan sekitar Sg. Udang. PPN Perak telah hantar empat sampel air yang diambil oleh penternak dikawasan pelantar masing-masing bagi analisis kehadiran *Noctiluca scintillans*.

Pada 29 Ogos, 2016, sekali lagi pasukan siasatan kematian ikan FRI Batu Maung dengan kerjasama PPN Perak telah menjalankan persampelan air bagi siasatan kualiti air dan kandungan plankton. Sebanyak lapan stesen persampelan telah dijalankan di sekitar kawasan sangkar dan sekitar Sungai Kuala Gula. Jadual 1 menunjukkan bacaan alat GPS di kawasan persampelan yang telah dijalankan.

Ciri fizikokimia air laut termasuklah saliniti, suhu, pH, oksigen terlarut dan kekeruhan telah diukur secara *in situ* menggunakan prob kualiti air YSI 16920 (Yellow Spring, Ohio, USA). Sampel air juga telah dibawa balik ke makmal untuk analisis kimia air seperti nitrit, nitrat, fosfat, ammonia dan jumlah pepejal terampai (TSS) dengan menggunakan spektrofotometer HACH DREL 2010 (HACH, USA). Persampelan air untuk plankton telah dijalankan dengan menggunakan penyampel air dan analisis plankton dijalankan dengan menggunakan mikroskop. Semua analisis dijalankan secara tripliket.

Jadual 1: Bacaan alat GPS di kawasan siasatan

| Lokasi | Kedalaman (meter) | Latitud | Longitud |
|--------------------------------|----------------------|---------------|----------------|
| 25 Ogos 2016 | | | |
| ST1 (Jeti Kuala Gula) | 1.1 | 04° 56.163' U | 100° 28.102' T |
| ST2 (Sangkar muara Sg. Gula) | 8.0 | 04° 55.076' U | 100° 20.559' T |
| ST3 (Sg. Pulau Gula) | 10.3 | 04° 53.920' U | 100° 31.543' T |
| ST4 (Sg. Pulau Gula) | 4.5 | 04° 54.297' U | 100° 31.555' T |
| ST5 (muara Sungai Gula) | 3.0 | 04° 54.005' U | 100° 28.375' T |
| ST6 (Sungai Gula) | 7.3 | 04° 56.533' U | 100° 28.209' T |
| ST7 (Sungai Gula) | 3.5 | 04° 57.186' U | 100° 29.485' T |
| 29 Ogos 2016 | | | |
| ST1 (Dekat kolam udang Wira) | 5.5 | 04° 57.405' U | 100° 28.818' T |
| ST2 (Dekat Kolam udang Hannan) | 4.9 | 04° 57.104' U | 100° 29.615' T |
| ST3 (Simpang sungai Selinsing) | 3.2 | 04° 56.257' U | 100° 31.619' T |
| ST4 (Simpang sungai Kelumpang) | 5.4 | 04° 55.137' U | 100° 32.000' T |
| ST5 (Kuala Sg. Kelumpang) | 6.5 | 04° 54.629' U | 100° 30.732' T |
| ST6 (Sangkar) | 8.6 | 04° 55.106' U | 100° 29.451' T |
| ST7 (Muara Sg. Gula) | 1.4 | 04° 54.302' U | 100° 28.141' T |
| ST8 (Jeti Kuala Gula) | 2.6 | 04° 56.160' U | 100° 28.110' T |



Rajah 1: Peta lokasi

Keputusan dan perbincangan

Kualiti air

Daripada analisis yang dijalankan, didapati suhu air dalam julat 29.30-30.18°C. Julat bagi pH air adalah 7.34-7.99 dan kemasinan adalah 27.20-32.18 ppm. Manakala julat oksigen terlarut (DO) pada 25 Ogos adalah kurang dari 4.0 ppm iaitu 1.49-2.92 mg/L manakala pada 29 Ogos dalam julat 3.47-5.83 ppm. Kekeruhan adalah pada julat 4.46-12.40 NTU. Paras DO yang sesuai untuk hidupan akuatik adalah tidak kurang daripada 4.0 ppm. Paras kekeruhan air untuk semua sampel juga tidak melebihi 50 NTU.

Kandungan nitrat bagi semua sampel adalah pada julat 0-0.07 mg/L iaitu pada paras yang diterima bagi kawasan marikultur di bawah *Marine Water Quality Criteria and Standards Standard (MWQS)*, kecuali untuk sampel pada 15 Januari 2016 di St. 5 (Muara) yang melebihi dari paras 0.06 mg/L. Kandungan nitrit dalam semua sampel juga berada pada paras yang boleh diterima dalam MWQS iaitu pada julat 0.002-0.015 mg/L.

Jadual 2: Julat kualiti air di sekitar kawasan Kuala Gula pada 25 dan 29 Ogos 2016.

| Kualiti air | Julat | <i>Malaysia Marine Water Quality Criteria and Standards, Class 2 (Jabatan Alam Sekitar)</i> |
|-----------------|----------------|---|
| Nitrat (mg/L) | 0.00-0.07 | > 0.06 |
| Nitrit (mg/L) | 0.002-0.015 | > 0.055 |
| Ammonia (mg/L) | 0.06-0.45 | > 0.07 |
| Fosfat (mg/L) | 0.07-0.45 | >0.075 |
| TTS (mg/L) | 11.0-95.65 | >50.0 |
| pH | 7.34-7.99 | - |
| DO (mg/L) | 1.49-2.92 | 5 |
| Kemasinan (ppm) | 27.20-32.18 | - |
| Kekeruhan (NTU) | 6.27-49.13 | - |
| Suhu (°C) | 29.30-30.18 °C | - |

Kandungan ammonia juga masih di bawah paras MWQS, kecuali sampel pada 15 Januari 2015 menunjukkan paras ammonia di St 4. (luar sangkar) dan St. 5 (Muara) adalah melebihi dari 0.07 mg/L. Manakala kandungan fosfat adalah dalam julat 0.07-0.45 mg/L yang mana kesemua stesen adalah melebihi paras MWQS iaitu 0.075 mg/L kecuali sampel pada 15 Januari 2016 di St. 2 dan St. 4. Julat TSS bagi sampel kawasan sangkar adalah di bawah paras MWQS iaitu 11.0-39.0 mg/L.

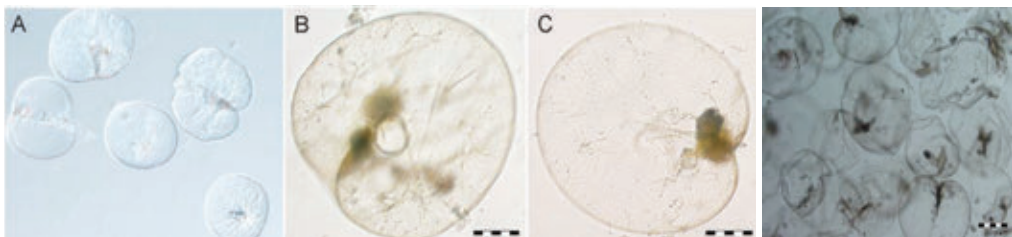
Analisis plankton

Analisis plankton yang dijalankan bagi sampel pada 23 Ogos 2016, didapati kandungan plankton adalah normal. *Noctiluca scintillans* dikesan tetapi dalam jumlah yang rendah. Sampel pada 24 Ogos 2016 pula didapati kandungan plankton didominasi oleh *N. scintillans* pada kepekatan sel sebanyak 1.745×10^3 sel L^{-1}). Kandungan sel *N. scintillans* pada 25 dan 29 Ogos adalah pada Jadual 3.

Noctiluca scintillans adalah spesies yang biasa dijumpai di perairan marin. Ianya tidak berbahaya jika hadir dalam kepekatan yang rendah. Kehadirannya yang banyak boleh menyebabkan insang ikan tersumbat, kerengsaan dan kerosakan pada tisu insang yang mana akan mencetuskan pengeluaran mukus (lendir) yang banyak yang membawa kepada hipoksia darah dan masalah pernafasan dan kematian pada ikan. Tahap kepekatan untuk tindakan pengurusan adalah pada $>5.0 \times 10^7$ sel L^{-1} hingga 1.0×10^9 sel L^{-1} (Whyte dan Rensel, 2003). Pemantauan plankton dan kualiti air yang berskala perlu dijalankan di kawasan Kuala Gula bagi membolehkan memberi amaran awal kepada penternak jika berlakunya kejadian ledakan plankton (red tide) bagi mengelakkan kerugian yang besar.

Jadual 3: Kandungan sel *N. scintillans* pada 25 dan 29 Ogos 2016

| Lokasi/Posisi | Densiti sel <i>N. scintillans</i> (sel L^{-1}) |
|---|---|
| 25 Ogos 2016 | |
| ST1 (Jeti Kuala Gula) | 1.82×10^4 |
| ST2 (Sangkar muara Sg. Gula) | 1.00×10^4 |
| ST3 (Sg. Pulau Gula) | 1.00×10^2 |
| ST4 (Sg. Pulau Gula) | 9.06×10^3 |
| ST5 (muara Sungai Gula) | 9.38×10^2 |
| ST6 (Sungai Gula) | 8.15×10^3 |
| ST7 (Sungai Gula) | 5.05×10^2 |
| 28 Ogos 2016 | |
| Sampel 1 (2.00 am, Pelantar Aboi) | 1.18×10^8 |
| Sampel 2 (1.20 pm, Pelantar Aboi) | 1.9×10^4 |
| Sampel 3 (12.30 pm, Pelantar Oh Hai) | 4.0×10^4 |
| Sampel 4 (12.40 pm, Pelantar En. Razak) | 1.0×10^4 |
| 29 Ogos 2016 | |
| ST1(Dekat kolam udang Wira) | 5.00×10^2 |
| ST2 (Dekat Kolam udang Hannan) | 2.00×10^2 |
| ST3 (Simpang sungai Selinsing) | 7.00×10^2 |
| ST4 (Simpang sungai Kelumpang) | 1.50×10^3 |
| ST5 (Kuala Sg. Kelumpang) | 8.10×10^3 |
| ST6 (Sangkar) | 2.00×10^3 |
| ST7 (Muara Sg. Gula) | 2.45×10^3 |
| ST8 (Jeti Kuala Gula) | 3.50×10^3 |



Rajah 2: Sel *Noctiluca scintillans*

Laporan siasatan kes kematian ikan di Bukit Tambun Pulau Pinang, 2017

Roziawati Mohd Razali

Satu kes kematian ikan ternakan dalam sangkar di perairan Bukit Tambun, Pulau Pinang telah dilaporkan oleh pihak NaFisH pada 19 Januari 2017 sekitar jam 11.00 pagi. Dimaklumkan pihak NaFisH juga telah menghubungi Unit Biosekuriti Perikanan Negeri Pulau Pinang untuk membuat siasatan awal. Pada 20 Januari, kakitangan FRI Batu Maung bersama-sama dengan kakitangan Unit Biosekuriti Perikanan Negeri Pulau Pinang dan PPN Pulau Pinang telah ke sangkar En. Heng di Bukit Tambun untuk membuat siasatan awal.

Pemerhatian kasar menunjukkan kebanyakan Ikan Merah dalam sangkar berada di permukaan air dalam keadaan yang lemah. Infestasi oleh lintah marin jelas kelihatan. Sirip dan ekor ikan juga menunjukkan tanda-tanda mereput. Ciri fizikokimia air laut termasuklah saliniti, suhu, pH dan oksigen terlarut (DO) telah diukur secara *in situ* menggunakan YSI 16920 Multi-Parameter Water Quality Probe. Analisis yang dijalankan mendapati suhu air dalam julat 29.6-30.2°C. Julat bagi pH air adalah 8.49-8.61 dan kemasinan adalah 26.37-26.63 ppt. Manakala julat oksigen terlarut (5.99-7.48 mg/L) berada pada paras yang dibenarkan untuk aktiviti akuakultur.

Sampel-sampel air diperiksa kandungan fitoplankton terutama kehadiran mikroalga yang boleh menyebabkan kematian ikan di makmal FRI Batu Maung dan didapati komposisi fitoplankton adalah normal serta tiada tanda-tanda ledakan alga berlaku sama ada daripada spesies berbahaya atau tidak. Kemungkinan kematian ikan yang berlaku adalah disebabkan oleh penyakit ikan yang lain. Sampel-sampel ikan telah dibawa balik ke makmal Unit Biosekuriti Perikanan Negeri Pulau Pinang dan NaFisH untuk analisis penyakit ikan.

Tindakan susulan

Pihak NaFisH telah menghubungi penternak untuk memberi nasihat tentang langkah-langkah kawalan. Penternak juga dinasihati untuk menuai ikan-ikan yang ada memandangkan ikan-ikan tersebut sudah mencapai saiz sasaran.



Gambar ikan ternakan yang mengalami kematian (Gambar dari penternak)



Gambar ikan ternakan yang mengalami kematian (Gambar dari penternak)



Gambar ikan ternakan yang mengalami luka-luka di badan



Gambar ikan ternakan yang mengalami infestasi oleh lintah marin

Laporan kes pencemaran air di Sungai Kim-Kim Johor 2019

Roziawati Mohd Razali

Sebanyak 11 sampel telah diterima dari FRI Gelang Patah, Johor untuk analisis fitoplankton. Keputusan analisis adalah seperti berikut;

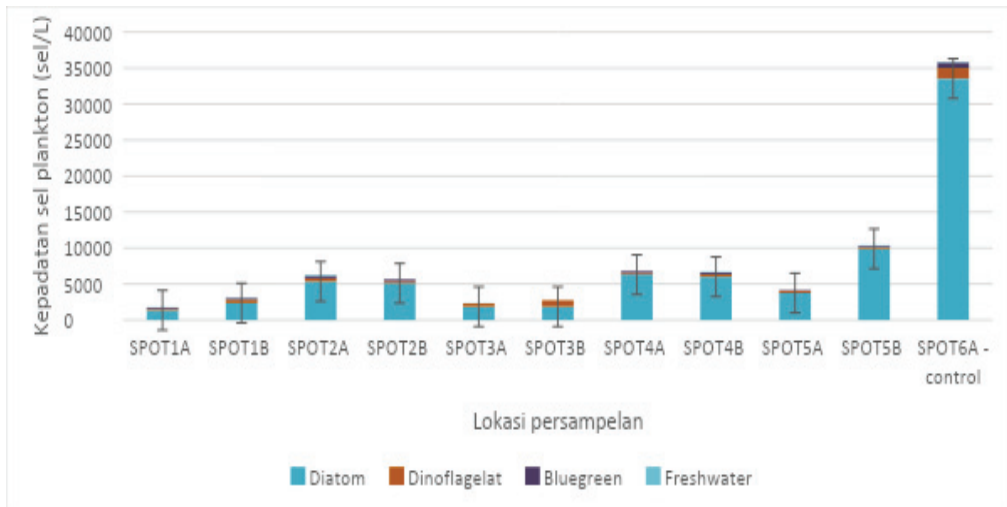
| | | |
|---|--|---|
| Makmal Biotoksin, BP&KM, FRI Batu Maung, 11960 Pulau Pinang Tel: 04-6263925/6 Fax: 04- 6262210 E-mail: roziawati_r80@yahoo.com | LAPORAN ANALISIS | |
| | No. laporan | A004816-A004823 |
| | No. Tugasan/ Negeri | Johor |
| | No. rujukan makmal | BPPI/ FRI |
| | Disediakan oleh | PP Roziawati binti Mohd Razali LA Nur Nasuha binti Mohd Tarmizi |
| Untuk perhatian | FRIGP | |
| PENGENALAN SAMPEL | | |
| Tujuan pensampelan | Sampel Kawasan Kes Pencemaran Sg. Kim-Kim, Johor | |
| Penerangan sampel | Sampel air untuk analisis plankton | |
| Bilangan sampel | 11 stesen | |
| Keadaan semasa penerimaan | Sampel diawet dengan lugols. | |
| Kaedah pensampelan | Water Sampler | |
| Tarikh pensampelan | 24 Mac 2019 | |
| Tarikh penerimaan | 25 Mac 2019 | |
| Tarikh analisis | 25 Mac 2019 | |
| PROSEDUR ANALISIS | | |
| Prosedur yang digunakan: Identifikasi Plankton menggunakan mikroskop dan dikenalpasti berpandukan 'Manual Red Tide ASEAN- Canada Cooperative Programme on Marine Science Workshop on the Taxonomy of Phytoplankton and Harmful Algae Bloom Organisms, Identifying Marine Plankton dsbgnya | | |

Keputusan analisis plankton dalam sampel air

| No. pengenalan Sampel | Ledakan plankton bahaya <i>Alexandrium</i> spp. <i>Dinophysis</i> spp. <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. <i>Gymnodinium</i> spp. | Mikroalga lain Hijaubiru/ BG Hijau Diatom Dinoflagelat lain Zooplankton lain |
|-----------------------|---|--|
| SPOT1A | <i>Tiada</i> | Diatom; <i>Amphiphora</i> sp., <i>Amphora</i> sp., <i>Asterionellopsis</i> sp., <i>Baccilaria</i> sp., <i>Bacteriastrium</i> sp., <i>Bellerochea</i> sp., <i>Cerataulina</i> sp., <i>Chaetoceros</i> sp., <i>Coscinodiscus</i> sp., <i>Cylindrotheca</i> sp., <i>Cyclotella</i> sp., <i>Detonula</i> sp., <i>Dactyliosolen</i> sp., <i>Ditylum</i> sp., <i>Odontella</i> sp., <i>Guinardia</i> sp., <i>Lauderia</i> sp., <i>Leptocylindricus</i> sp., <i>Licmophora</i> sp., <i>N. membranachea</i> , <i>N. longgisima</i> , |
| SPOT1B | <i>Tiada</i> | |
| SPOT2A | <i>Tiada</i> | |
| SPOT2B | <i>Tiada</i> | |
| SPOT3A | <i>Tiada</i> | |
| SPOT3B | <i>Tiada</i> | |

| | | |
|-----------------|--------------|--|
| SPOT4A | <i>Tiada</i> | <i>Navicula</i> sp., <i>Nitzschia</i> sp., <i>Paralia</i> sp., |
| SPOT4B | <i>Tiada</i> | <i>Planktoniella sol</i> , <i>Pleurosigma</i> sp., <i>Skeletonema</i> sp., <i>Surirella</i> sp., |
| SPOT5A | <i>Tiada</i> | <i>Thalassiosira</i> sp., <i>Thalassionema</i> sp., <i>Pseudo-nitzschia</i> sp., |
| SPOT5B | <i>Tiada</i> | <i>Rhizosolenia</i> sp. Dinoflagelat: <i>Alexandrium</i> sp., <i>Ceratium furca</i> , <i>Dinophysis</i> sp., <i>Gyrodinium</i> sp., <i>Peridinium</i> sp., <i>Proto-peridinium</i> sp., <i>Pyrophacus</i> sp., <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Scropsiella</i> sp., Alga biru hijau: <i>Anabeana</i> sp. <i>Lyngbya</i> sp. <i>Spirulina</i> sp. Alga air tawar: <i>Pediastrum</i> sp. <i>Scenedesmus</i> sp. <i>Staurastrum</i> sp. <i>Closterium</i> sp. <i>Oocystis</i> sp. <i>Synura</i> sp. <i>Ulotrix</i> sp. |
| SPOT6A -Control | <i>Tiada</i> | Diatom: <i>Amphiphora</i> sp., <i>Amphora</i> sp., <i>Asterionellopsis</i> sp., <i>Baccilaria</i> sp., <i>Bacteriastrium</i> sp., <i>Bellerochea</i> sp., <i>Cerataulina</i> sp., <i>Chaetoceros</i> sp., <i>Coscinodiscus</i> sp., <i>Cylindrotheca</i> sp., <i>Cyclotella</i> sp., <i>Detonula</i> sp., <i>Dactyliosolen</i> sp., <i>Ditylum</i> sp., <i>Odontella</i> sp., <i>Guinardia</i> sp., <i>Lauderia</i> sp., <i>Leptocylindricus</i> sp., <i>Licmophora</i> sp., <i>N. membranacea</i> , <i>N. longissima</i> , <i>Navicula</i> sp., <i>Nitzschia</i> sp., <i>Meuniera</i> sp., <i>Paralia</i> sp., <i>Planktoniella sol</i> , <i>Pleurosigma</i> sp., <i>Skeletonema</i> sp., <i>Surirella</i> sp., <i>Thalassiosira</i> sp., <i>Thalassionema</i> sp., <i>Pseudo-nitzschia</i> sp., <i>Rhizosolenia</i> sp. |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Dinoflagelat: <i>Alexandrium sp.</i>, <i>Ceratium furca</i>, <i>Dinophysis sp.</i>, <i>Gyrodinium sp.</i>, <i>Gymnodinium sp.</i>, <i>Peridinium sp.</i>, <i>Protoberidinium sp.</i>, <i>Pyrophacus sp.</i>, <i>Prorocentrum micans</i>, <i>Scropsiella sp.</i>,</p> <p>Alga biru hijau: <i>Anabeana sp.</i> <i>Lyngbya sp.</i></p> |
| <p>Nota dan ulasan: Analisis mendapati sebanyak 50 taksa fitoplankton telah dikenalpasti dengan menggunakan mikroskop cahaya, iaitu 31 genera diatom, 9 genera dinoflagelat, 7 fitoplankton air tawar dan 3 genera blue green algae pada SPOT1-SPOT 5.</p> <p>Manakala pada SPOT6 (control) sebanyak 44 taksa fitoplankton terdiri daripada 32 genera diatom, 10 genera dinoflagelat dan 2 genera blue green algae.</p> <p>Kepadatan sel fitoplankton adalah antara 1650sel/l hingga 10400 sel/L bagi stesen persampelan SPOT 1-5, manakala di kawasan SPOT 6 (control) adalah 35900 sel/L (Rajah 1). Tiada ledakan fitoplankton dikesan.</p> | | |



Rajah 1: Kepadatan sel fitoplankton di setiap stesen persampelan

Laporan analisis sampel kehadiran *Karlodinium* spp. di perairan Johor pada April 2019

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

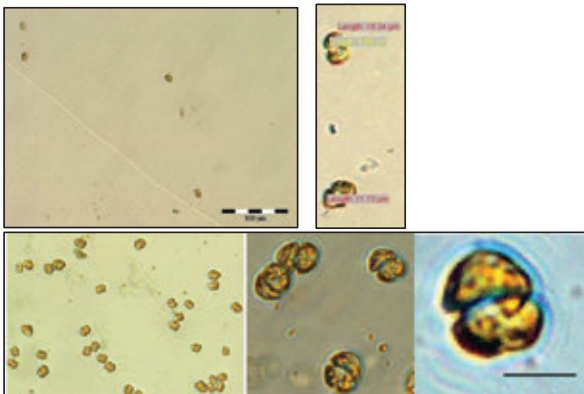
FRIBM telah menerima maklumat tentang kehadiran plankton penyebab 'redtide' *Karlodinium* spp. (10,000-20,000 sel/L) serta kematian ikan liar di perairan Pantai Lido, Johor pada 2 April 2019. FRIBM telah memaklumkan kepada FRIGP untuk mendapatkan sampel air. Sampel air yang tidak ditapis (*Karlodinium* spp. adalah sangat kecil antara 5 hingga 17 μ m) di Stulang dan Pantai Lido telah di analisis dan keputusan adalah seperti Jadual 1 berikut.

Jadual 1: Kandungan sel *Karlodinium*

| Lokasi | <i>Karlodinium</i> spp. (sel/ml) 2 April 2019 |
|---|---|
| 1L sampel di Stulang (Lugol's) | 970 |
| 1L sampel di Stulang (tidak diawet) | 2794 |
| 1L sampel di Pantai Lido (Lugol's) | Tiada |
| 1L sampel di Pantai Lido (tidak diawet) | Tiada |



Gambar ikan liar mati di Pantai Lido, Johor



Gambar *Karlodinium* spp., sampel Stulang, Johor

Pada 3 April 2019 keputusan analisis telah dimaklumkan kepada FRIGP dan Unit Biosekuriti Perikanan Negeri Johor. Pada 7 April 2019 persampelan plankton telah dijalankan dengan kerjasama FRIGP, PPN dan Unit Biosekuriti Perikanan Negeri Johor di kawasan sangkar ikan dan kupang. Keputusan analisis sampel (Lugol's) adalah seperti Jadual 2 berikut:

Jadual 2: Keputusan analisis *Karlodinium*

| Lokasi | <i>Karlodinium</i> spp. (sel/ml) 7 April 2019 |
|------------------------|--|
| 2 sampel di Sg. Melayu | 1-2 |
| 2 sampel di Sg. Temun | 4-5 |
| 2 sampel di Tbg Runtuh | Tiada |
| 2 sampel di Sg. Danga | 3-4 |
| 2 sampel di Sg. Pendas | 4-5 |
| 1 sampel di Linkedua | 8-21 |
| 1 sampel di Tambak | 20-57 |

Kes kematian ikan ternakan dalam sangkar secara besar-besaran di Pendas dan Tg. Kupang, Johor telah dilaporkan berlaku pada Februari 2014 disebabkan ledakan *Karlodinium australe* dan ledakan ini berulang semula pada Mac 2015. *Karlodinium australe* (Gymnodiniales, Dinophyceae) dilabelkan sebagai “fish killer” sebab toksin yang dihasilkan oleh dinoflagelat ini adalah “ichtyotoxin” (toksik kepada ikan). Kepadatan sel dinoflagelat pada masa kejadian adalah dalam lingkungan >1,000,000 sel dalam satu liter air laut. Paras ini boleh dianggap sebagai ledakan (*bloom*). Ikan terutamanya yang berada dalam sangkar yang terdedah kepada dinoflagelat ini akan mengalami kesesakan nafas dan insangnya akan bertukar warna menjadi pucat. Ciri ini boleh kelihatan dalam gambar ikan mati di bawah;

Gambar kes kejadian ledakan *Karlodinium australe* pada Februari 2014

Cadangan susulan

Langkah-langkah yang perlu dan boleh diambil untuk mengelakkan kerugian besar jika berlakunya ledakan plankton ialah:

1. Pengawasan paras mutu air di tapak ternakan ikan khususnya paras oksigen terlarut.
2. Memberi pengudaraan tambahan ke dalam sangkar khususnya pada waktu malam.
3. Para penternak harus bersedia untuk menarik/memindahkan sangkar ke kawasan yang selamat/tidak dipengaruhi dari ledakan jika berlaku kematian ikan.
4. Para penternak dinasihatkan memindahkan ikan ke dalam tangki-tangki di darat yang mempunyai sumber air yang tidak dikontaminasi oleh ledakan plankton jika berlaku kematian ikan.
5. Punca sebab berlakunya ledakan plankton masih belum di temui oleh para saintis. Namun pada amnya keadaan suhu tinggi yang berlarutan menjadi penunjuk yang kemungkinan ledakan akan berlaku.

Laporan analisis sampel air bagi kes kematian Ikan di Sg. Perai, Seberang Perai, Pulau Pinang, 2019

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

Latar belakang

Pada 29 Ogos 2019, Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung, Pulau Pinang telah menerima sebanyak tiga sampel air daripada PPN, Pulau Pinang berkaitan dengan kes kematian ikan di Sg. Perai, Seberang Prai, Pulau Pinang. PPN memaklumkan telah menerima aduan ada pencemaran dari ladang penternakan babi di Kg. Selamat. Sampel air adalah untuk analisis kualiti air (nutrien) dan DNA babi. Walau bagaimanapun analisis DNA babi tidak dapat dijalankan kerana makmal tidak mempunyai protokol sedia ada untuk menguji kehadiran DNA babi dalam sampel air.

Keputusan analisis kualiti air

Keputusan analisis kualiti air (nutrien) bagi tiga sampel tersebut adalah seperti di Jadual 1. Kandungan ammoniacal nitrogen, nitrit dan fosfat adalah melebihi paras NWQS, *class 111 (Fishery 111-common, economic value and tolerant species)*, Jabatan Alam Sekitar.

Jadual 1: Keputusan analisis kualiti air

| Lokasi | Ammoniacal nitrogen mg/L | Fosfat mg/L | Nitrat mg/L | Nitrit mg/L |
|---|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| SAMPEL 1 (16/08/19; 9.00 am) | 2.67 | 1.13 | 18.80 | 7.67 |
| SAMPEL 2 (28/08/19; 10 pm) | 11.27 | 1.72 | 3.91 | 1.57 |
| SAMPEL 3 (29/08/19; 9.00 am) | 4.20 | 2.08 | 0.00 | 0.00 |
| <i>National Water Quality Standards, 2019, class 111 (Jabatan Alam Sekitar)</i> | 0.90 | 0.10 | - | 0.4 |

Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Kuala Gula, Perak

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

Latar belakang

Satu laporan kes kematian ikan ternakan dalam sangkar di Kuala Gula telah diterima daripada PPN Perak pada 1 Julai 2019. Penternak mendapati banyak ikan mati pada awal pagi (lebih kurang pukul 4 pagi) pada 29 Jun 2019. Ikan ternakan yang mati adalah ikan merah, kerapu, jenahak dan siakap dalam pelbagai saiz. Anggaran kerugian adalah jutaan ringgit. Pada 1 Julai, FRI BM juga telah menerima empat sampel air (sangkar Sungai Gula) daripada Pejabat Perikanan Daerah Kerian, Perak untuk analisis/siasatan awal jika berlakunya ledakan plankton.

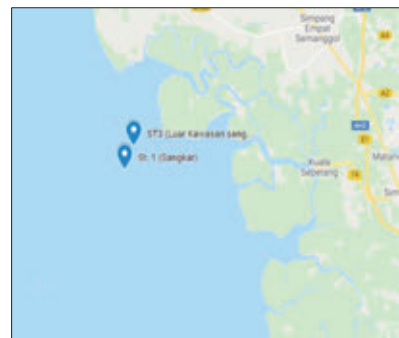
Kaedah siasatan

Pasukan siasatan kes kematian ikan besar-besaran, Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung (En. Abu Yazidyusnisab bin Muhammad & En. Mohamad Fauzi Ahmad) serta NaFisH (diketuai oleh Dr. Padilah Bakar) dan PPN Perak (En. Khairul) telah menjalankan persampelan air pada 2 Julai 2019 bagi siasatan penyakit ikan, kualiti air dan kandungan plankton. Sebanyak dua stesen persampelan telah dijalankan di dalam kawasan sangkar pengadu dan satu stesen di luar kawasan sangkar.

Ciri fizikokimia air laut seperti saliniti, suhu, pH, oksigen terlarut dan kekeruhan telah diukur secara *in situ* menggunakan YSI 16920 Multi-Parameter Water Quality Probe (Yellow Spring, Ohio, USA). Sampel air juga telah dibawa balik ke makmal untuk analisis kimia air seperti nitrit, nitrat, fosfat, ammonia dan jumlah pepejal terampai (TSS) dengan menggunakan spektrofotometer HACH DREL 2010 (HACH, USA). Persampelan air untuk plankton telah dijalankan dengan menggunakan penyampel air dan analisis plankton dijalankan dengan menggunakan mikroskop. Semua analisis dijalankan secara tripliket.

Jadual 1: Bacaan alat GPS di kawasan siasatan

| Lokasi/Posisi | Dalam (m) | Latitud | Longitud |
|----------------------------|-----------|----------------|-----------------|
| St. 1 (Sangkar) | 5.8 | 04° 50'12.0" N | 100° 26'58.0" E |
| ST2 (Sangkar) | 6.4 | 04° 50'12.0" N | 100° 26'58.0" E |
| ST3 (Luar Kawasan sangkar) | 3.9 | 04° 51'20.5" N | 100° 27'27.6" E |



Peta lokasi

Keputusan dan perbincangan

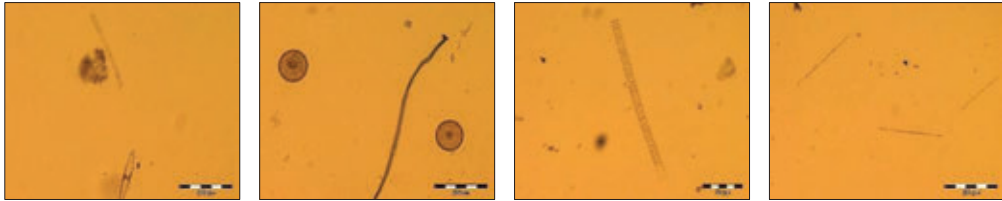
Kualiti air

Keputusan analisis kualiti air seperti di Jadual 2. Kandungan nitrat dan fosfat masih di bawah paras MWQS. Kandungan ammonia sedikit melebihi paras MWQS 0.05 mg/L iaitu antara 0.06-0.08mg/L. Oksigen terlarut (DO) di kawasan sangkar melebihi 5 mg/L. Jumlah pepejal

terampai (TSS) pada kedalaman 3 m ke atas bagi kawasan sangkar pada paras kurang daripada 50 mg/L MWQS iaitu 30.29-34.11mg/L.

Plankton

Analisis plankton yang dijalankan bagi sampel pada 1-2 Julai 2019 didapati kandungan plankton adalah normal. Tiada ledakan plankton dikesan. Plankton berpotensi bahaya dikesan hanya dalam jumlah yang rendah.



Gambar sel plankton (diatom) yang normal (tiada ledakan plankton) yang dijumpai dalam sampel air.

Jadual 2: Julat kualiti air di sekitar kawasan Kuala Gula, Perak pada 2 Julai 2019

| Kualiti air | Sangkar (PK-SR 411/2016) | Luar kawasan sangkar | Malaysia Marine Water Quality Standards, Class 2, 2019 (Jabatan Alam Sekitar) |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| Nitrat (mg/L) | 0.04 | 0.04 | > 0.06 |
| Nitrit (mg/L) | 0.01 | 0.01 | - |
| Ammonia (mg/L) | 0.07-0.08 | 0.06 | > 0.05 |
| Fosfat (mg/L) | 0.04-0.08 | 0.05 | >0.075 |
| pH | 8.40-8.45 | 8.48 | - |
| DO (mg/L) | 7.07-7.55 | 8.46 | 5 |
| Kemasinan (ppt) | 30.25-30.41 | 30.56 | - |
| TSS (mg/L) | 30.29-34.11 | 96.34 | >50 |
| Suhu (°C) | 30.94-31.01 | 31.49 | - |

Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Teluk Bahang, Pulau Pinang, 2019

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

Latar belakang

Pada 13 Ogos 2019, Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak telah menerima sampel air daripada PPN, Pulau Pinang berkaitan dengan kes kematian ikan ternakan dalam sangkar di Teluk Bahang, Pulau Pinang. PPN telah memaklumkan bahawa banyak ikan telah mati pada 11 Ogos 2019 dengan anggaran kerugian ratusan ribu ringgit. Penternak juga ada mengambil sampel air pada hari kejadian dan telah diserahkan ke CEMACS, USM untuk dianalisis.

Kaedah siasatan

NaFisH (diketuai oleh Pegawai Penyelidik, En. Mohd Syafiq) dan tiga kakitangan Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung telah menjalankan persampelan pada 15 Ogos 2019 bagi siasatan penyakit ikan, kualiti air dan kandungan plankton. Sebanyak enam stesen persampelan telah dijalankan di kawasan sangkar ikan dan sekitarnya. Persampelan air untuk plankton diambil dengan menggunakan penyampel air dan analisis plankton dijalankan dengan menggunakan mikroskop.

Keputusan analisis

Keputusan analisis kualiti air (nutrien) dan plankton bagi sampel pada tarikh 13 Ogos adalah seperti di Jadual 1. Kandungan nitrat, ammonia dan fosfat masih di bawah paras MWQS kecuali kandungan fosfat sedikit melebihi paras MWQS bagi beberapa stesen persampelan.

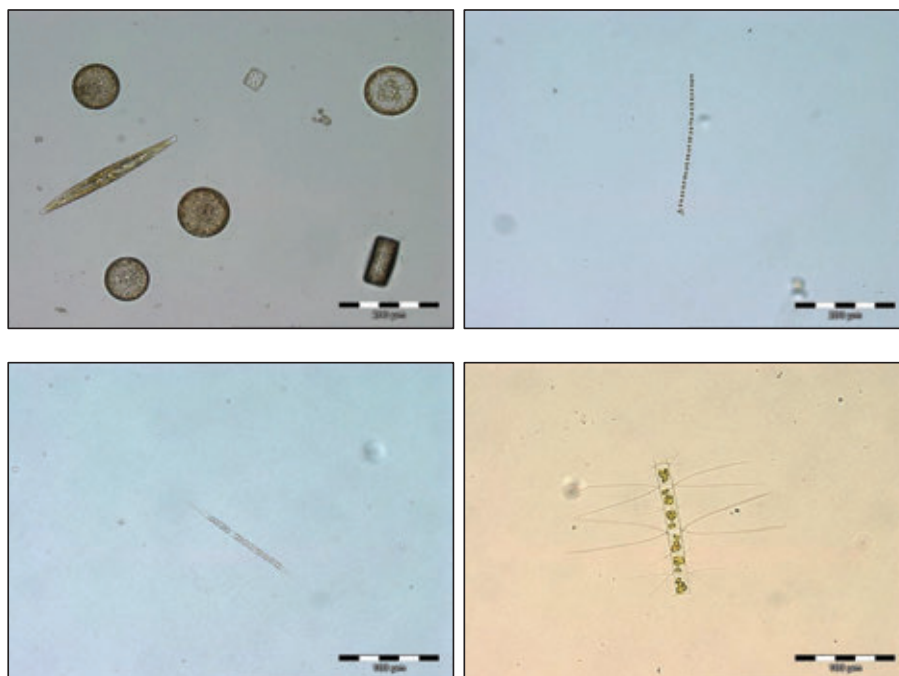
Manakala analisis plankton bagi sampel pada 13 Ogos didapati tiada ledakan plankton dikesan. Jumlah kandungan plankton (mikroalga) adalah antara 26,442 sel/L hingga 109,302 sel/L. Plankton berpotensi bahaya dikesan hanya dalam kuantiti sel yang rendah.

Sampel kualiti air pada 15 Ogos 2019 diambil dan dianalisis oleh pihak NaFisH. Analisis logam berat telah dianalisis oleh Pn. Intan Nurlemsha.

Analisis kandungan plankton pada 15 Ogos juga didapati tiada ledakan plankton. Jumlah kandungan plankton (mikroalga) adalah antara 19,300 sel/L hingga 36,400 sel/L. Plankton berpotensi bahaya dikesan hanya dalam kuantiti sel yang rendah.

Saranan:

1. Sampel air dan kualiti air (terutama DO, pH, saliniti) pada masa kejadian kematian ikan perlu segera diambil dan dihantar ke makmal Perikanan berdekatan mengikut SOP Kes Kematian Ikan yang dikeluarkan oleh Bahagian Biosekuriti Perikanan Jabatan.
2. Penternak disarankan untuk sentiasa memantau kualiti air disangkar masing-masing terutamanya kandungan oksigen terlarut (DO) pada waktu malam.



Gambar sel plankton (diatom) yang normal (tiada ledakan plankton) yang dijumpai dalam sampel air.

Jadual 1: Kualiti air di sekitar kawasan sangkar Teluk Bahang, Pulau Pinang dan kawasan lain pada 13 Ogos 2019

| Lokasi | Ammonia mg/L | Fosfat mg/L | Nitrat mg/L | Nitrit mg/L | Jumlah mikroalga (sel/L) |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| FK/WQ/P/19-12 (Pulau Jerejak) | 0.01 | 0.08 | 0.03 | 0.021 | 32,209 |
| FK/WQ/P/19-13 (Gurney) | 0.01 | 0.05 | 0.04 | 0.021 | 26,442 |
| FK/WQ/P/19-14 (Tg. Tokong) | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.014 | 32,273 |
| FK/WQ/P/19-15 (CEMACS, USM) | 0.00 | 0.06 | 0.04 | 0.011 | 83,863 |
| FK/WQ/P/19-16 (Sg. Sukum) | 0.00 | 0.09 | 0.03 | 0.018 | 109,302 |
| FK/WQ/P/19-17 (Teluk Bahang) | 0.00 | 0.08 | 0.03 | 0.017 | 57,121 |
| FK/WQ/P/19-18 (Teluk Bahang) | 0.00 | 0.07 | 0.05 | 0.008 | 26,625 |
| FK/WQ/P/19-19 (Teluk Bahang) | 0.00 | 0.06 | 0.04 | 0.012 | 45,956 |
| FK/WQ/P/19-20 (Teluk Bahang) | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.009 | 33,977 |
| <i>Malaysia Marine Water Quality Standards, Class 2, 2019 (Jabatan Alam Sekitar</i> | >0.05 | >0.075 | >0.06 | - | - |

Laporan siasatan kejadian kematian ikan ternakan di Tg. Piandang, Perak, Ogos, 2019

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

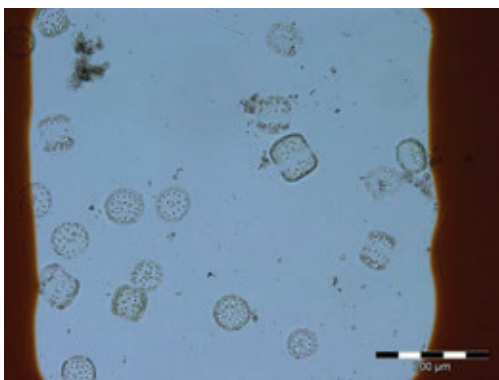
Latar belakang

PPN Perak telah memaklumkan bahawa ikan telah didapati mati secara besar-besaran di kawasan sangkar Tg. Piandang, Perak pada awal pagi 27 Ogos 2019 dengan anggaran kerugian jutaan ringgit. Penternak memaklumkan bacaan oksigen terlarut (DO) adalah rendah pada waktu pagi iaitu kurang daripada 4 mg/L. Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung, Pulau Pinang telah menerima sebanyak sembilan sampel air daripada PPN Perak. Sebanyak empat sampel (1A, 2A, 3A dan 4A) adalah untuk analisis kandungan plankton dan empat sampel (1N, 2N, 3N dan 4N) untuk analisis kualiti air (nitrat, nitrit, ammonia, fosfat). Pasukan dari FRI Batu Maung dengan bantuan PPN Perak juga telah menjalankan siasatan kualiti air di kawasan sangkar dan sekitarnya pada 28 dan 29 Ogos 2019.

Keputusan analisis

Keputusan analisis kualiti air (nitrat, nitrit, ammonia & fosfat) dan plankton bagi sampel 27 Ogos 2019 adalah seperti di Jadual 1. Kandungan nitrat, nitrit dan ammonia masih di bawah paras piawai MMWQS, Jabatan Alam Sekitar. Kandungan fosfat melebihi paras piawai bagi semua sampel (>0.075 mg/L). Siasatan kualiti air pada 28-29 Ogos 2019 yang dijalankan oleh pasukan FRI Batu Maung mendapati bacaan oksigen terlarut adalah di bawah paras 5 mg/L seperti yang dilaporkan oleh penternak. Paras oksigen didapati menurun ke paras 2-3 mg/L pada waktu malam hingga pagi. Parameter kualiti air yang lain (suhu, kemasinan, pH dan jumlah pepejal terampai) adalah di bawah paras piawai.

Manakala analisis plankton menunjukkan kandungan plankton agak padat iaitu mencecah 3 juta sel/L yang didominasi oleh satu spesies diatom (60%-93% daripada keseluruhan kandungan plankton) (Jadual 2). Tiada ledakan plankton berbahaya atau bertoksik dikesan dalam sampel. *Noctiluca scintillans* hanya dikesan dalam sampel A4 (27 Ogos 2016) pada kepadatan 109,000 sel/L. Namun begitu, analisis sampel air pada 28 Ogos 2019 mendapati *Noctiluca scintillans* berada pada kepadatan yang rendah antara 100-600 sel/L. *Noctiluca scintillans* adalah spesies yang pernah dilaporkan meledak di kawasan sangkar Kuala Gula, Perak pada Ogos 2016 yang telah menyebabkan kematian ikan ternakan.



Gambarah 1: Kandungan plankton yang dikesan dalam sampel air (diatom)

Ulasan

Perairan di kawasan sangkar telah mengalami keadaan hipoksia, iaitu paras oksigen terlarut yang rendah yang menjadi punca kematian ikan. Kehadiran plankton yang padat juga boleh menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air berkurangan terutamanya pada waktu malam. Punca berlakunya ledakan plankton masih belum ditemui oleh para saintis, namun begitu pada amnya apabila kandungan nutrien dalam air meningkat/tinggi serta keadaan persekitaran sesuai ia akan menggalakkan pertumbuhan sesuatu spesies plankton menjadi lebih banyak. Makluman awal berkenaan keputusan analisis sampel air serta saranan telah dimaklumkan awal kepada pihak PPN, Perak sebelum laporan ini dihantar.

Saranan

1. Pengawasan paras mutu air di tapak ternakan ikan khususnya paras oksigen terlarut. Jika sesuai, penggunaan sistem pengudaraan dapat meningkatkan paras oksigen terlarut dalam air.
2. Penternak harus dinasihati supaya bersedia untuk menuai ikan ternakan mereka jika kelihatan ikan kesesakan nafas bagi mengelakkan kerugian yang lebih banyak.
3. Ikan yang mati perlu dilupuskan dengan betul, tidak dibuang ke laut atau kawasan sangkar kerana bimbang jika ianya mereput di kawasan sangkar ia boleh menyebabkan peningkatan nutrien di kawasan sangkar dan menggalakkan pertumbuhan plankton (ledakan plankton bahaya).

Jadual 1: Kualiti air di sekitar kawasan sangkar Tg. Piandang, Perak pada 27 Ogos 2019

| Sampel | Ammonia mg/L | Fosfat mg/L | Nitrat mg/L | Nitrit mg/L |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| N1 | 0.06 | 0.13 | 0.05 | 0.015 |
| N2 | 0.03 | 0.12 | 0.03 | 0.012 |
| N3 | 0.02 | 0.14 | 0.05 | 0.013 |
| N4 | 0.03 | 0.15 | 0.05 | 0.025 |
| <i>Malaysia Marine Water Quality Standards, Class 2, 2019 (MMWQS, Jabatan Alam Sekitar)</i> | >0.05 | >0.075 | >0.06 | - |

Jadual 2: Jumlah sel plankton

| | Jumlah plankton (mikroalga) (sel/L) |
|----|--|
| A1 | 3,825,000 |
| A2 | 2,439,000 |
| A3 | 1,412,000 |
| A4 | 895,000 |

Laporan analisis plankton dan kualiti air (nutrien) bagi kes kematian ikan ternakan di Kuala Kurau dan Kuala Gula, Perak, pada Mei 2020

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

Latar belakang

Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung, Pulau Pinang telah menerima aduan daripada Pejabat Perikanan Daerah Kerian berkenaan kejadian kematian ikan secara berperingkat dengan banyak di sangkar ikan Kuala Kurau dan Kuala Gula, Perak. Petang 27 Mei 2020, FRIBM telah menerima sebanyak lima sampel air laut daripada Pejabat Perikanan Daerah Kerian. Kesemua sampel dianalisis kandungan plankton dan kualiti air (nitrit, nitrat, ammonia dan fosfat).

Pada 29 Mei 2020, seramai empat kakitangan FRI BM bersama tiga kakitangan Perikanan Daerah Kerian telah menjalankan persampelan air laut di kawasan sangkar ikan Kuala Kurau dan Kuala Gula, Perak. Sampel air laut telah diambil untuk analisis kandungan plankton dan kualiti air. Sampel ikan juga telah diambil dan hantar ke NaFisH untuk analisis penyakit ikan.

Aduan kes kematian ikan juga diterima di sangkar Tg. Piandang pada petang 29 Mei 2020. Penternak di sana memaklumkan kepada Pejabat Perikanan Daerah Kerian bahawa air dalam sangkar kelihatan kemerahan dan ikan berenang-renang di permukaan air dalam keadaan tidak normal dan ada yang mati. Kebanyakan ikan yang mati adalah ikan merah.

Keputusan analisis

Plankton

Analisis plankton bagi sampel pada 27 Mei 2020 menunjukkan species dinoflagelat, *Margalefidinium* sp. (sebelum ini dikenali *Cochlodinium* sp.) dikesan dalam semua sampel (Jadual 1). Sampel S2 dan S3 (sangkar Kuala Gula) didominasi oleh *Margalefidinium* sp. (87.2% daripada jumlah plankton) dengan kepadatan yang agak tinggi sehingga 359,100 sel/L. Manakala kandungan sel *Margalefidinium* sp. dalam sampel S1 (sangkar Kuala Kurau) adalah sebanyak 8,800 sel/L. *Margalefidinium* sp. juga dikesan dalam sampel S4 (di antara sangkar Kuala Kurau dan Kuala Gula) dan S5 (muara Sg. Kurau) sebanyak 18,700 sel/L dan 15,700 sel/L.

Makluman awal ledakan *Margalefidinium* sp. di sangkar telah dibuat kepada Pejabat Perikanan Daerah Kerian (En. Khairul) untuk memberi peringatan/amaran dan nasihat kepada penternak tentang kehadiran plankton ini di sangkar ternakan ikan.

Manakala keputusan analisis kandungan *Margalefidinium* sp. pada 29 Mei 2020 di sangkar Kuala Kurau adalah 18,800 sel/L dan di sangkar Kuala Gula adalah 24,000 sel/L. Terdapat penurunan kandungan sel plankton tersebut di Kuala Gula. Pemantauan paras kandungan sel plankton *Margalefidinium* sp. perlu dijalankan dari semasa kesemasa sehingga ledakan berakhir untuk memberi peringatan/amaran kepada penternak kehadiran plankton tersebut di sangkar ternakan.

Kes kematian ikan ternakan dalam sangkar di Kuala Kurau dan Kuala Gula pernah dilaporkan berlaku pada Mac 2013 dikaitkan dengan ledakan *Margalefidinium polykrikoides* (Rohaida et al., 2015). Kes kematian ikan dalam sangkar disebabkan oleh *Margalefidinium polykrikoides* (sehingga 6.0 juta sel/L) telah direkodkan pertama kali berlaku di perairan Sabah pada 2005 (Anton et al., 2008). Sejak itu, ledakan *Margalefidinium polykrikoides* dilaporkan sering berlaku di perairan Pantai Barat Sabah (Adam et al., 2011).

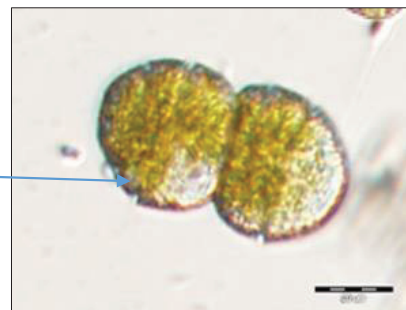
Margalefidinium polykrikoides merupakan spesies yang dilabelkan sebagai "fish killer" sebab toksin yang dihasilkan oleh plankton ini adalah "icythyotoxin" (toksik kepada ikan) namun ianya tidak toksik kepada manusia. Apabila hadir dengan jumlah yang padat (>1.0 juta sel/L) ianya boleh menyebabkan kematian ikan secara besar-besaran terutamanya ikan ternakan dalam sangkar (Lim et al. 2015). Kehadirannya yang padat menyebabkan insang ikan tersumbat, kerengsaan dan kerosakan pada tisu insang ikan yang akan mengakibatkan ikan sukar bernafas dan mati. Bagi ikan liar atau bebas mereka dapat melarikan diri daripada ledakan plankton tersebut. Selain itu, kehadiran yang padat juga akan menyebabkan kandungan oksigen terlarut air laut berkurangan dan menjejaskan penafasan ikan.

Kualiti air (nutrien)

Keputusan analisis nutrien dalam air mendapati kandungan ammonia dalam semua sampel pada adalah tidak melebihi had MMWQS Jabatan Alam Sekitar iaitu 0.05 mg/L kecuali S5 pada 27 Mei 2020. Begitu juga dengan kandungan fosfat dalam semua sampel tidak melebihi MMWQS kecuali sampel dari sangkar Kuala Gula. Kandungan nitrat bagi sampel di sangkar Kuala Kurau dan Kuala Gula didapati melebihi 0.06 mg/L, MMWQS. Ledakan plankton berlaku apabila keadaan persekitaran dan nutrien (fosfat, nitrat & nitrit) dalam air yang ada sesuai untuk ia bercambah/membiak dengan cepat dan banyak. Kandungan oksigen terlarut (DO) pada 29 Mei 2020 di sangkar Kuala Gula dan Kuala Kurau adalah pada paras normal iaitu melebihi 5 mg/L.

Saranan

1. Pengawasan paras plankton yang meledak di tapak ternakan ikan perlu diperiksa dari semasa ke semasa sehingga ledakan berakhir. Jika merujuk pada SOP Jabatan Perikanan Sabah, apabila didapati *Margalefidinium polykrikoides* hadir melebihi kepadatan sebanyak 5,000 sel/L kekerapan persampelan/pengawasan adalah setiap minggu (boleh rujuk SOP Kes Kematian Ikan Jabatan Perikanan).
2. Pengawasan paras mutu air dijalankan di tapak ternakan ikan khususnya paras oksigen terlarut. Jika sesuai, penggunaan sistem pengudaraan (*aeration system*) dapat meningkatkan paras oksigen terlarut dalam air.
3. Penternak dinasihatkan untuk memindahkan ikan ternakan yang terkena ledakan plankton ke kawasan/petak sangkar yang tiada ledakan serta bersedia untuk menuai ikan jika kelihatan ikan kesesakan nafas bagi mengelakkan kerugian yang lebih banyak.
4. Penternak perlu dinasihati supaya membuat pelupusan ikan mati dengan betul, tidak dibuang ke laut atau kawasan sangkar kerana bimbang jika ianya mereput di kawasan sangkar ia boleh menyebabkan peningkatan nutrien di kawasan sangkar dan mengalakkan lagi pertumbuhan plankton (ledakan plankton).



Margalefidinium sp.

Laporan analisis sampel air laut dari sangkar Sg. Udang & Bukit Tambun, Pulau Pinang pada Mei 2020

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

Latar belakang

Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung, Pulau Pinang telah mengesan kehadiran ledakan *Cochlodinium* sp. di kawasan ternakan ikan sangkar di perairan Kerian, Perak pada 27 Mei 2020. Kematian ikan secara berperingkat dan banyak juga telah dilaporkan berlaku.

Dengan kerjasama NaFisH, peringatan/amaran kehadiran ledakan plankton juga telah dibuat kepada pihak Pejabat Perikanan Negeri Pulau Pinang. Pada 29 Mei 2020, ikan ternakan di Sg. Udang terutamanya ikan merah dilaporkan berenang-renang di permukaan dalam keadaan tidak normal. Sebanyak 2 sampel air laut telah diterima daripada PPN untuk analisis kandungan plankton dan kualiti air (nitrat, nitrat, ammonia, fosfat). Kandungan oksigen terlarut yang diukur secara in situ pada 29 Mei 2020 adalah pada paras normal iaitu melebihi 5.0 mg/L.

Keputusan analisis

Plankton

Analisis plankton menunjukkan spesies dinoflagelat, *Margalefidinium* sp. dikesan dalam kedua-dua sampel (Jadual 1). Kandungan plankton *Margalefidinium* sp. dalam sampel sangkar Bukit Tambun adalah sebanyak 8,400 sel/L, manakala dalam sampel sangkar Sg. Udang adalah 14,520 sel/L. Pengawasan paras plankton perlu dibuat dari semasa ke semasa sehingga ledakan berakhir di kawasan ternakan ikan untuk memberi peringatan/amaran kepada penternak kehadiran ledakan tersebut bagi mengelakkan kerugian yang besar kepada penternak akibat kematian ikan secara besar-besaran.

Kes kematian ikan ternakan dalam sangkar di perairan Perak dan Pulau Jerejak pernah dilaporkan berlaku pada Mac 2013 dikaitkan dengan kehadiran *Margalefidinium polykrikoides* (Rohaida 2015; Roziawati & Shahunthala, 2018). Kes kematian ikan dalam sangkar disebabkan oleh *Margalefidinium polykrikoides* (sehingga 6.0 juta sel/L) telah direkodkan pertama kali berlaku di perairan Sabah pada 2005 (Anton et al., 2008). Sejak itu, ledakan *Margalefidinium polykrikoides* dilaporkan sering berlaku di Perairan Pantai Barat Sabah (Adam et al., 2011).

Margalefidinium polykrikoides merupakan spesies yang dilabelkan sebagai "fish killer" sebab toksin yang dihasilkan oleh plankton ini adalah "icythyotoxin" (toksik kepada ikan) namun ianya tidak toksik kepada manusia. Apabila hadir dengan jumlah yang padat (>1.0 juta sel/L) ianya boleh menyebabkan kematian ikan secara besar-besaran terutamanya ikan ternakan dalam sangkar (Lim et al. 2015). Kehadirannya yang padat menyebabkan insang ikan tersumbat, kerengsaan dan kerosakan pada tisu insang ikan yang akan mengakibatkan ikan sukar bernafas. Bagi ikan liar atau bebas mereka dapat melarikan diri daripada ledakan plankton tersebut. Selain itu, kehadiran yang padat juga akan menyebabkan kandungan oksigen terlarut air laut berkurangan dan menjejaskan pernafasan ikan.

Kualiti air (nutrien)

Keputusan analisis nutrien bagi sampel air sangkar Bukit Tambun adalah tidak melebihi paras MMWQS Jabatan Alam Sekitar. Manakala semua analisis nutrien dalam air sampel sangkar Sg. Udang juga adalah tidak melebihi paras MMWQS, kecuali kandungan nitrat. Ledakan plankton berlaku apabila keadaan persekitaran dan nutrien (fosfat, nitrat & nitrit) dalam air yang ada sesuai untuk ianya bercambah/membiak dengan cepat dan banyak.

Jadual 1: keputusan analisis

| Sampel (lokasi) | Ammonia mg/L | Fosfat mg/L | Nitrat mg/L | Nitrit mg/L | Densiti sel plankton <i>Cochlodinium</i> sp. (sel/L) |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| Sampel air laut pada 29 Mei 2020 | | | | | |
| FK/WQ/P/20-2 (sangkar Bt. Tambun) | 0.001 | 0.065 | 0.060 | 0.021 | 8,400 |
| FK/WQ/P/20-3 (sangkar Sg. Udang) | 0.010 | 0.070 | 0.085 | 0.037 | 14,520 |
| <i>Malaysia Marine Water Quality Standards, Class 2, 2019 (MMWQS, Jabatan Alam Sekitar)</i> | >0.05 | >0.075 | >0.06 | - | >300,000 sel/L (Rensel & Whyte, 2002) |

Saranan

1. Pengawasan paras plankton yang meledak di tapak ternakan ikan perlu dijalankan dari semasa ke semasa sehingga ledakan berakhir. Jika merujuk pada SOP Jabatan Perikanan Sabah, apabila didapati *Margalefidinium polykrikoides* hadir melebihi kepadatan sebanyak 5,000 sel/L kekerapan persampelan/pengawasan adalah setiap minggu (boleh rujuk SOP Kes Kematian Ikan Jabatan Perikanan).
2. Pengawasan paras mutu air dilaksanakan di tapak ternakan ikan khususnya paras oksigen terlarut. Jika sesuai, penggunaan sistem pengudaraan (*aeration system*) dapat meningkatkan paras oksigen terlarut dalam air.
3. Penternak dinasihatkan untuk memindahkan ikan ternakan yang terkena ledakan plankton ke kawasan/petak sangkar yang tiada ledakan serta bersedia untuk menuai ikan jika kelihatan ikan kesesakan nafas bagi mengelakkan kerugian yang lebih banyak.
4. Penternak perlu dinasihati supaya membuat pelupusan ikan mati dengan betul, tidak dibuang ke laut atau kawasan sangkar kerana bimbang jika ianya mereput di kawasan sangkar ia boleh menyebabkan peningkatan nutrien di kawasan sangkar dan menggalakkan lagi pertumbuhan plankton (ledakan plankton).

Rujukan:

1. Rensel J.E. & Whyte J.N.C. 2003. Finfish mariculture and harmful algal blooms. In: Hallegraef G.M. Anderson D.M. and Cembella A.D. (eds.), Manual on Harmful Marine Microalgae. Monographs on oceanic methodology 11, UNESCO Publishing, Paris, 693–722 pp.
2. Anton A., Teoh P.L., Mohf-Shaleh S.R. and Mohammad-Noor N. 2008. First occurrence of *Cochlodinium* blooms in Sabah, Malaysia. *Harmful Algae* 7: 331-336.
3. Adam A., Mohammad-Noor N., Anton, A., Saleh E., Shahbudin, A. and Siti Raehanah, M.S. 2011. Temporal and spatial distribution of harmful algal bloom (HAB) species in coastal waters of Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Harmful Algae* 10:495-502.
4. Rohaida S.H, Mohammad-Noor N., Ahmad Z., Kua B.C., Shahbudin S., Salamah M. and Yukinori M. 2015. First report of *Cochlodinium polykrikoides* (Dinophyceae), a Harmful Algal Bloom (HAB) species in the coastal waters of Peninsular Malaysia. *Malaysian Journal of Science* 34(1): 87-92.
5. Lim S.A., Jeong H.J., Jang T.Y., Kang N.S and Lee M.J. 2015. Differential effects of typhoons on ichthyotoxic *Cochlodinium polykrikoides* red tides in the South Sea of Korea during 2012–2014. *Harmful Algae* 45:26-32.
6. Roziawati dan Shahunthala. 2018. Buku kompilasi laporan kes kematian ikan secara besar-besaran FRI Batu Maung 2012-2017.

Laporan analisis sampel plankton bagi kes ledakan mikroalga di Kuala Sepetang, Bagan Panchor dan Pangkor, Perak

Roziawati bt. Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa & Nur Nasuha Mohd Tarmizi

Latar belakang

Baghagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung, Pulau Pinang telah menerima maklumat daripada Pejabat Perikanan Negeri Perak berkenaan perubahan air laut di kawasan sangkar ikan di Bagan Panchor dan Kuala Sepetang, Perak pada 14 Jun 2020. Berdasarkan warna air daripada gambar foto yang dihantar ke FRIBM (Foto 1) didapati kemungkinan ada berlakunya ledakan plankton. Sebanyak 2 sampel air telah diterima daripada PPN Perak pada 14 Jun 2020 untuk analisis plankton. Pada 16 Jun 2020, persampelan air di kawasan sangkar di Larut Matang (Kuala Sanggar, Bagan Panchor dan Kuala Sepetang) telah dijalankan bersama-sama PPN, Perak. Sebanyak 4 sampel pada 16 Jun 2020 (sampel jam 10 pagi) juga diterima daripada penternak sangkar ikan di Bagan Panchor dan Kuala Sepetang. Pada 21 Jun 2020, satu lagi laporan ledakan mikroalga diterima berlaku di perairan Pangkor, Perak. Sebanyak 10 sampel air yang diambil pada 22 Jun 2020 dari Pulau Talang, Teluk Cempedak, Sungai Burung, Pulau Dua Pangkor dan Sungai Dinding, Perak diterima daripada PPN Perak untuk dianalisis.



Foto 1: Perubahan warna air laut (sumber PPN Perak)

Keputusan analisis

Analisis sampel air bertarikh 14 Jun 2020 mendapati *Noctiluca scintillans* (Foto 2) hadir pada kepadatan sel yang tinggi iaitu sehingga 5.6×10^4 sel L^{-1} . Manakala sampel air yang diterima daripada penternak Bagan Panchor pada 16 Jun 2020 (pukul 10 pagi) mendapati kepadatan *N. scintillans* adalah 1.117×10^6 sel L^{-1} namun sampel air yang disampel pada sebelah petang menunjukkan pengurangan iaitu 1.1×10^3 sel L^{-1} . Sampel air di Kuala Sepetang juga menunjukkan kepadatan tinggi *N. scintillans* pada sebelah pagi iaitu 1.14×10^5 sel L^{-1} dan berkurangan pada sebelah petang iaitu 800 sel L^{-1} . Namun begitu, tiada kematian ikan dalam sangkar dilaporkan berlaku. Kandungan *N. scintillans* juga didapati rendah di dalam sampel air di kawasan sangkar ikan Kuala Gula dan Kuala Sanggar.

Analisis sampel air daripada Sungai Dinding, Perak pada 22 Jun 2020 mendapati semua sampel didominasi oleh diatom dan kepadatan *N. scintillans* sangat rendah dalam semua sampel iaitu <3 sel L^{-1} .

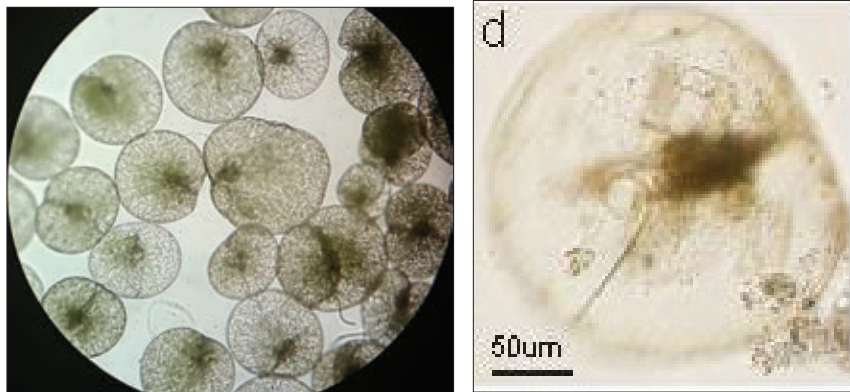


Foto 2: *Noctiluca scintillans*

Saranan

1. Pengawasan paras plankton dan mutu air terutama oksigen terlarut di tapak/kawasan akuakultur perlu dijalankan sehingga ledakan berakhir.
2. Jika kelihatan ternakan terjejas dan oksigen terlarut dalam air di bawah 4 mg/L penternak dinasihatkan untuk memberi pengudaraan tambahan ke dalam sangkar khususnya pada waktu malam.

Laporan analisis fitoplankton Kelantan 2020

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa dan Nur Nasuha Mohd Tarmizi

| | | |
|---|---|---|
| Makmal Biotoksin, FRI Batu Maung, 11960 Pulau Pinang Tel: 04-6263925/6 Fax: 04- 6262210 E-mail: roziawati_r80@yahoo.com | LAPORAN ANALISIS | |
| | No. laporan | A009254 |
| | No. Tugasan/ Negeri | Kelantan |
| | No. rujukan makmal | BPPI/ FRI |
| | Disediakan oleh | PP Roziawati Mohd Razali LA Nur Nasuha Mohd Tarmizi |
| | Untuk perhatian | UBPN Kelantan |
| PENGENALAN SAMPEL | | |
| Tujuan pensampelan | Kajian Kawasan Kerangan Kerangan(Kes HAB) | |
| Penerangan sampel | Sampel air untuk analisis plankton | |
| Bilangan sampel | 5 botol | |
| Keadaan semasa penerimaan | Sampel diawet dengan lugols. | |
| Kaedah pensampelan | Water sampler | |
| Tarikh pensampelan | 30/8/2020 | |
| Tarikh penerimaan | 30/8/2020 | |
| Tarikh analisa | 2/9/2020 | |
| PROSEDUR ANALISIS | | |
| Prosedur yang digunakan: Identifikasi plankton menggunakan mikroskop dan dikenal pasti berpandukan <i>Manual Red Tide ASEAN- Canada Cooperative Programme on Marine Science Workshop on the Taxonomy of Phytoplankton and Harmful Algae Bloom Organisms, Identifying Marine Plankton</i> dsb. | | |
| Keputusan analisis plankton dalam sampel air | | |
| No. pengenalan sampel | Dinoflagellate toksik <i>Alexandrium</i> spp. <i>Dinophysis</i> spp. <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. <i>Gymnodinium</i> spp. | mikroalga lain Hijaubiru atau bg Hijau Diatom Dinoflagellate lain Zooplankton lain |
| REDTIDE/PL/D/20-217 | <i>Alexandrium minutum</i> . (867,500 sel/L) | <i>Skeletonema</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Pyrophacus</i> spp., <i>Tintinids</i> . |
| REDTIDE/PL/D/20-218 | <i>Alexandrium minutum</i> . (73, 500 sel/L) | <i>Skeletonema</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Pyrophacus</i> spp., <i>Pleurosigma</i> spp., <i>Tintinids</i> . |
| REDTIDE/PL/D/20-219 | <i>Alexandrium minutum</i> . (207,500 sel/L) | <i>Cylindrotheca</i> spp., <i>Skeletonema</i> spp., <i>Pyrophacus</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Tintinids</i> . |
| REDTIDE/PL/D/20-220 | <i>Alexandrium minutum</i> . (111,450 sel/L) | <i>Navicula</i> spp., <i>Skeletonema</i> spp., <i>Protoperdinium</i> spp., <i>Pyrophacus</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Tintinids</i> . |
| REDTIDE/PL/D/20-221 | <i>Alexandrium minutum</i> . (18,500 sel/L) | <i>Cheateoceros</i> spp., <i>Leptocylindrus</i> spp., <i>Navicula</i> spp., <i>Skeletonema</i> spp., <i>Straurastrum</i> spp., <i>Pyrophacus</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Tintinids</i> . |
| Nota dan ulasan: Alga bertoksik, <i>Alexandrium minutum</i> dikesan dalam semua sampel pada kepekatan sel yang tinggi antara 18,500 sel/ L hingga 867,500 sel/L. | | |
| Saranan: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Larangan pengutipan kerang-kerangan dikawasan tersebut masih perlu dibuat. • Pemantauan/Persampelan plankton perlu kerap dijalankan (mingguan) sehingga bacaan sel menurun sehingga 100 sel/L. • Analisa kandungan toksin dalam kerang-kerangan dikawasan tersebut juga perlu dijalankan. | | |

Laporan analisis plankton bagi Kes Ledakan Mikroalga di Sungai Melayu, Johor pada November 2020

Roziawati Mohd Razali, Nurin Izzati Mustapa dan Nur Nasuha Mohd Tarmizi

Latar belakang

Bahagian Penyelidikan Pentaksiran Impak, FRI Batu Maung, Pulau Pinang telah menerima laporan daripada Pejabat Perikanan Negeri Johor berkenaan perubahan air laut di Sg. Melayu, Johor pada 12 November 2020 (Foto 1). Tiada kematian ikan dan kerang-kerangan dilaporkan. Dilaporkan juga kandungan oksigen terlarut dalam air adalah 7.11-10.57 mg/L, pH 8.20-8.83, suhu 30.5-32.7°C dan saliniti 14.28-18.11 ppt. Berdasarkan gambar perubahan warna air dan kandungan plankton yang dihantar ke FRIBM didapati ada berlakunya ledakan plankton (Foto 2). Pada 18 November 2020 sebanyak enam sampel air (sampel bertariikh 13 November 2020 yang telah ditapis menggunakan jaring penapis 20 µm) telah diterima oleh FRIBM untuk pengesanan dan pengiraan spesies plankton.



Foto 1: Gambar keadaan perubahan warna air di kawasan kejadian pada 12 November 2020 (sumber: PPN Johor)

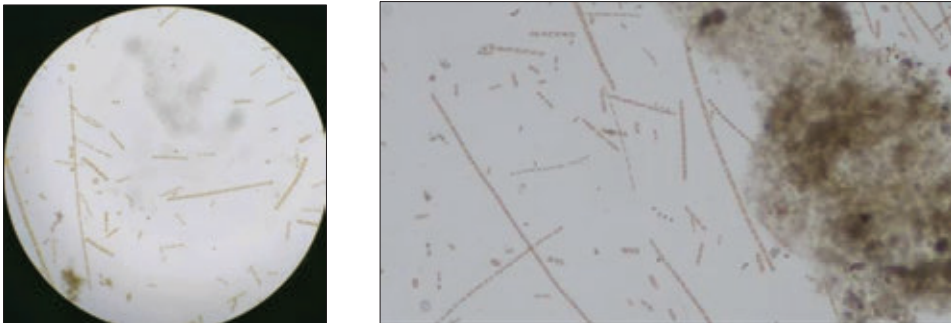


Foto 2: Keadaan sampel air yang diperhatikan di bawah mikroskop pada 12 November 2020 (sumber: PPN Johor)

Keputusan analisis

Plankton

Analisis plankton yang dijalankan mendapati kesemua enam sampel didominasi oleh spesies diatom, *Guinardia* spp. (Foto 3) pada kepadatan sel antara 1,182,500 sel/L sehingga 2,427,500 sel/L (65.5-81.4% daripada jumlah plankton) (lihat Jadual 1). Kepadatan sel ini menunjukkan berlakunya ledakan alga. *Guinardia* spp. adalah spesies yang biasa dijumpai di perairan marin dan ia tidak berbahaya/bertoksik. Namun begitu, jika ia hadir pada kepadatan yang tinggi, ia menunjukkan berlaku ledakan dan boleh menyebabkan perubahan pada warna air laut, hipoksia/anoksia (kandungan oksigen berkurangan) dan

boleh mengancam hidupan akuatik terutamanya ikan dalam sangkar dan kerang-kerangan akibat kekurangan oksigen atau insang ikan tersumbat.

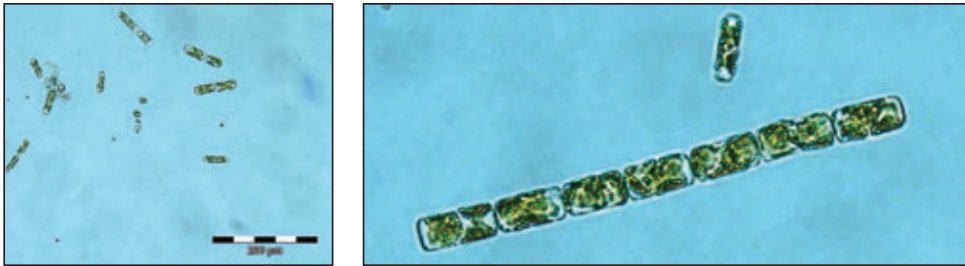


Foto 3 : *Guinardia* sp.

Jadual 1: Keputusan analisis plankton

| Sampel | Densiti sel |
|--------------------|--|
| HAB/PL/JJ/20/19-1A | <i>Alexandrium</i> sp. (100 sel/L) <i>unidentified dinoflagellate</i> (527,000 sel/L) <i>Guinardia</i> sp. (2,427,500 sel/L) <i>Karlodinium</i> sp. (4,500 sel/L) <i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (23,300 sel/L) |
| HAB/PL/JJ/20/19-1B | <i>unidentified dinoflagellate</i> (530,000 sel/L) <i>Guinardia</i> sp. (2,140,000 sel/L) <i>Karlodinium</i> sp. (8,600 sel/L) <i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (14,200 sel/L) |
| HAB/PL/JJ/20/19-2A | <i>Alexandrium</i> sp. (100 sel/L) <i>unidentified dinoflagellate</i> (345,300 sel/L) <i>Guinardia</i> sp. (1,543,500 sel/L) <i>Karlodinium</i> sp. (4,500 sel/L) <i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (5,200 sel/L) |
| HAB/PL/JJ/20/19-2B | <i>unidentified dinoflagellate</i> (420,000 sel/L) <i>Guinardia</i> sp. (1,280,000 sel/L) <i>Karlodinium</i> sp. (3,300 sel/L) <i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (3,300 sel/L) |
| HAB/PL/JJ/20/19-3A | <i>unidentified dinoflagellate</i> (596,000 sel/L) <i>Guinardia</i> sp. (1,236,500 sel/L) <i>Karlodinium</i> sp. (4,200 sel/L) <i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (7,600 sel/L) |
| HAB/PL/JJ/20/19-3B | <i>Alexandrium</i> sp. (100 sel/L) Dinoflagelat (449,000 sel/L) <i>Guinardia</i> sp. (1,182,500 sel/L) <i>Karlodinium</i> sp. (2,700 sel/L) <i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (4,600 sel/L) |

Dalam keenam-enam sampel yang dianalisis terdapat juga satu spesies plankton dinoflagelat yang tidak dikenal pasti (Foto 4) yang agak tinggi kepadatan selnya iaitu antara 345,300 sel/L hingga 596,000 sel/L. Spesies dinoflagelat yang dikesan ini agak kecil saiznya iaitu antara 8-12 µm panjang. Selain itu, plankton spesies *Karlodinium* sp. juga dikesan dalam semua sampel pada kepadatan antara 2,700-8,600 sel/L. Saiz sel plankton ini juga kecil iaitu antara 10-15 µm panjangnya. Kepadatan sel dinoflagelat dan *Karlodinium* ini dikhuatiri lebih tinggi daripada nilai anggaran ini disebabkan saiznya yang kecil yang mungkin terlepas semasa proses penapisan yang menggunakan jaring 20 µm. Ledakan *Karlodinium australe* telah dilaporkan berlaku di Pendas dan Tg. Kupang, Johor pada

Februari 2014 dan Februari 2015 yang menyebabkan kematian ikan ternakan dalam sangkar secara besar-besaran. Kepadatan sel dinoflagelat pada masa kejadian adalah dalam lingkungan 0.31×10^6 hingga 2.34×10^6 sel/L (Lim et al., 2014; Teng et al., 2016). *Karlodinium australe* (Gymnodiniales, Dinophyceae) dilabelkan sebagai “fish killer” kerana “ichthyotoxic” (toksik kepada ikan). Spesies berpotensi toksik Amnesic Shellfish Poisoning (ASP), *Pseudo-nitzschia* sp. dan Paralytic Shellfish Poisoning (PSP), *Alexandrium* sp. juga dikesan dalam semua sampel pada kepadatan yang rendah.

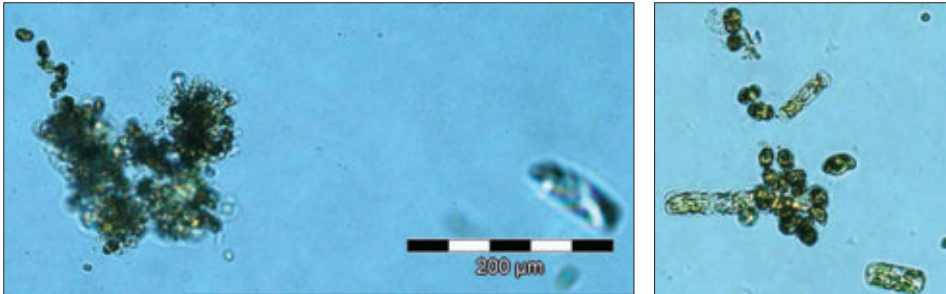


Foto 4: Dinoflagelat (*unidentified dinoflagellate*)

Saranan

1. Pengawasan paras plankton dan mutu air teruama oksigen terlarut di tapak/kawasan akuakultur perlu dijalankan sehingga ledakan berakhir.
2. Jika kelihatan ternakan terjejas dan oksigen terlarut dalam air di bawah 4mg/L penternak dinasihatkan untuk memberi pengudaraan tambahan ke dalam sangkar khususnya pada waktu malam.

Rujukan:

1. Rensel J.E. & Whyte J.N.C. 2003. Manual on Harmful Marine Microalgae. Monographs on oceanic methodology 11, UNESCO Publishing, Paris, 693–722 pp.
2. Toh T.H., Lim P.T., Roziawati M.R. and Leaw C.P. 2013. Harmful algal species in the Tebrau Strait: an SEM observation of the dinoflagellates assemblage. *Annals of Microscopy* 13: 4–13.
3. Lim H.C., Leaw C.P., Tan T.H., Kon N.F., Yek L.H., Hii K.S., Teng S.T., Roziawati M.R., Usup G., Iwataki M. and Lim P.T. 2014. A bloom of *Karlodinium austral* (Gymnodiniales, Dinophyceae) associated with mass mortality of cage-cultured fishes in West Johor Strait, Malaysia *Harmful Algae* 40: 51–62.
4. Teng S.T, Leaw C.P., Sing Lau W.L., Law I.K and Lim P.T. 2016. Reoccurrence of the harmful dinoflagellate *Karlodinium australe* along the Johor Strait. *Harmful Algae News*, No.52, pp 5.

D. PEMBANGUNAN KAEDAH EKSTRAKSI DAN PENULENAN BIOTOKSIN

Penyediaan piawai toksin keracunan kerang-kerangan paralitik daripada kultur *Alexandrium minutum*

Mohd Nor Azman Ayub dan Roziawati Mohd Razali

Pengenalan

Malaysia merupakan salah satu daripada banyak negara maritim yang menghadapi masalah ledakan alga berbahaya air laut dan air tawar (HAB). Biotoksin marin boleh terkumpul dalam produk makanan laut dan boleh memberi ancaman kepada pengguna (Nicolas et al. 2017). Peningkatan risiko keracunan kerang-kerangan kepada manusia yang disebabkan oleh HAB boleh berlaku melalui perubahan ekologi berskala besar akibat kegiatan antropogenik, khususnya peningkatan eutrofikasi, pengangkutan laut dan akuakultur, dan perubahan iklim global (James, 2010).

Kira-kira 300 spesies mikroalga marin dilaporkan mengandungi biotoksin, di mana lebih daripada 100 spesies boleh menyebabkan keracunan kepada manusia dan haiwan atau bahkan boleh menyebabkan kematian (Visciano et al., 2016). Kehadiran mikroalga berbahaya yang direkodkan berpotensi memberi ancaman kepada kesihatan manusia dan keselamatan makanan laut serta penternak jika ianya meledak secara tiba-tiba. Toksin PSP dihasilkan oleh kira-kira 20 spesies dinoflagelat marin. Sekurang-kurangnya lima spesies dinoflagelat marin yang menghasilkan toksin PSP telah disahkan di perairan Malaysia, iaitu *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*, *Alexandrium minutum*, *A. tamiyavanichii*, *A. taylori*, *A. peruvianum* (Usup et al., 2002; Lim et al., 2005). Biotoksin ini bertindak pada sistem saraf mamalia dengan menyekat saluran natrium dengan menghalang penghantaran isyarat neuron. Paras PSP yang tinggi boleh mengakibatkan penyakit yang parah dan kematian yang disebabkan oleh gangguan kepada sistem pernafasan dalam beberapa minit hingga beberapa jam (Backer et al., 2003). Pengambilan moluska dwicengkerang seperti kerang, tiram, kepah dan kupang yang tercemar dengan biotoksin marin boleh menyebabkan keracunan yang parah (Nicolas et al. 2017).

Kejadian ledakan alga berbahaya juga berlaku di Malaysia termasuklah di Kelantan, Johor, Sabah, Pulau Pinang di mana Pantai Timur Borneo merupakan kes pertama berlakunya kes Keracunan Kerang-kerangan Paralitik (PSP) yang dilaporkan pada tahun 1976, yang juga merupakan kes pertama yang dilaporkan di rantau Asia Tenggara. Sejak tahun 1991, PSP juga telah dilaporkan di pantai barat dan timur Semenanjung Malaysia. Pada bulan September 2001, kejadian PSP akibat ledakan *Alexandrium minutum* dilaporkan di Tumpat, Kelantan yang mengakibatkan satu kematian akibat termakan loka tercemar (Lim et al., 2004). Kes HAB terbaru yang melibatkan dinoflagelat toksik PSP, *Alexandrium minutum* dilaporkan pada bulan September 2015 di kawasan pembiakan kerang di Sg. Geting, Tumpat, Kelantan. Penjualan dan pengutipan kerang dari daerah itu dilarang kerana kandungan *saxitoxin* yang tinggi dikesan dalam tisu kerang (Borneo Post Online, 21 September). Ledakan alga juga menyebabkan kejadian kematian ikan secara besar-besaran dan kerugian marikultur di perairan timur dan barat Semenanjung. Organisma penyebab kejadian telah dikenal pasti sebagai dinoflagelat; *Chloccodinium polykrikoides*, *Prorocentrum minimum* dan *Noctiluca scintillans* serta satu rafidofit; *Chatonella ovata* (Lim et al., 2012). Kerang-kerangan liar dan yang diternak dicemari oleh toksin kerang paralitik dengan memakan alga penghasil toksin yang berpotensi menyebabkan PSP kepada manusia (Watanabe et al., 2011). Organisma pemakanan menapis seperti kerang-kerangan, memakan dinoflagelat serta mengumpulkan toksin PSP dan berpotensi memindahkannya melalui kitaran trofik (Deeds et al. 2008). Toksin tersebut tidak membahayakan kerang-kerangan secara langsung, tetapi berpotensi menyebabkan kematian kepada manusia atau pengguna lain seperti mamalia laut dan burung (Huang et al. 1996).

Sehingga kini masih belum ada penawar yang diketahui untuk PSP (Campbell et al. 2011). Oleh itu, amaran awal oleh pemantauan kerang-kerangan dan plankton sangat penting dalam menjaga kesihatan awam. Pemantauan kerang-kerangan dijalankan terutama berdasarkan bioassai tikus dari kaedah AOAC dan analisis HPLC. Toksin rujukan diperlukan untuk kedua-dua kaedah ini. Walau bagaimanapun, toksin PSP merupakan sebatian yang diklasifikasikan sebagai senjata kimia di bawah Konvensyen Senjata Kimia (CWC) dan Konvensyen Senjata Biologi (BWC), yang perlu disekat pergerakan mereka secara global (Harju et al. 2015).

Pada masa ini, penyelidikan dalam pembangunan bahan piawai untuk toksin ini agak kurang. Produk komersial adalah sangat terhad dan ia perlu diimport dengan prosedur yang ketat serta melibatkan kos yang tinggi. Dalam jangka masa panjang, ini akan menjejaskan program pemantauan dan keupayaan untuk mencegah kejadian keracunan yang tidak disengajakan. Oleh itu, meningkatkan keupayaan negara dalam penghasilan toksin piawai adalah langkah penting untuk memastikan kejayaan program pemantauan makanan laut negara. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk mengasingkan dan menulenkan sebatian toksin yang diperolehi daripada kultur *Alexandrium minutum* yang sering dikaitkan dengan kes PSP melalui beberapa jenis kromatografi. Toksin yang telah ditulenkan ditentukan menggunakan HPLC.

Bahan dan kaedah

Bahan kimia dan piawai

Semua pelarut adalah dari gred HPLC. Acetonitrile, metanol dan asid asitik diperolehi dari J.T. Baker, Avantor, USA. Tetrhydrofuran diperolehi dari Sigma, USA. Acid octanesulfonic dari Fisher Chemical, USA. Kimia-kimia lain adalah bergred analitikal. Air yang digunakan untuk HPLC adalah menggunakan Ultra-Pure Water System (Evoqua Water Technologies, Germany).

Toksin PSP piawai

Larutan stok piawai setiap individu toksin PSP (saxitoxin (STX), neosaxitoxin (NEO), decarbamoylsaxitoxin (dcSTX) and gonyautoxin-5 (GTX5)) dan campuran toksin PSP (gonyautoxin-1&4 (GTX1&4), gonyautoxin-2&3 (GTX2&3)) diperolehi dari Groupe Biomedix Sdn Bhd. Selangor (kecuali C-toxins).

Kultur *A. minutum*

Kultur tulen dalam kajian ini diperolehi dari Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) yang telah dipencilkan semasa kes PSP di Geting, Tumpat, Kelantan pada tahun 2001. Spesies ini disahkan menghasilkan toksin GTX4, GTX1 sehingga 90% komposisi toksin (Lim et al, 2007). Kultur dikekalkan dalam 10 L medium ES-DK (Kokinos dan Anderson, 1995) pada saliniti 15 ppt, suhu dikekalkan pada 25°C di bawah intensiti cahaya 70 μm foton $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ di bawah '16:8 hr light: dark photocycle' sehingga kultur mencapai fasa pertumbuhan eksponen (>20,000 sel/ml). Pengiraan sel fitoplankton dijalankan menggunakan Sedgwick Counter Chamber di bawah pemerhatian Inverted Microscope Olympus IX51 (Olympus, Japan).

Pengasingan dinoflagelat *A. minutum*

Kultur tulen *A. minutum* diasingkan dari pengumpulan kultur di Makmal Biotoksin Marin. Alga *A. minutum* dibiakkan dalam flask 2-10 L dengan pengudaraan normal selama 2-6 minggu. Setelah 6 minggu pembiakan, sel-sel *Alexandrium* dipungut dengan pengemparan pada

5,000 rpm selama 10 minit (Eppendorf 5430, Hamburg, Germany) dan sel-sel pelet dikumpulkan sebelum proses pengekstrakan biotoksin diteruskan.

Pengekstrakan kultur

Sel fasa pertengahan eksponen dipungut dengan pengemparan pada $2,000 \times g$ selama 5 minit (Eppendorf 5430, Hamburg, Germany). Sel (2.0 – 20.0 g) diampai dalam asid asetik 0.05 M. Sel-sel dipecahkan dengan pengisar ultrasonik (OMNI-Ruptor 4000, Georgia, USA). Sampel kemudian diemparkan pada $10,000 \times g$ selama 10 minit dan supernatan dikumpulkan. Ekstrak dibersihkan dengan melalui tapisan nilon 0.45 μm . Supernatan yang diperolehi dikumpulkan dan disimpan pada suhu -20°C sehingga analisis selanjutnya. Kandungan toksin dianalisis dengan menggunakan HPLC.

Analisis toksin PSP

Analisis toksin dijalankan menggunakan kaedah Oshima (1995) pada HPLC (Shimadzu, Japan) yang dilengkapi dengan sistem Pickering dan pengesan pendarfluor. Sampel dipisahkan menggunakan turus C8 (diameter dalaman 150 x 4,6 mm, 120Å, 4 μm) (Genesis, HiChrom, UK) dengan turus pelindung (20 mm x 2.1 mm diameter dalam) (SeQuant, Haltern, Germany) pada kadar aliran 0.8 ml/min. Suhu turus dikekalkan pada 27°C , sementara suhu pasca-turus ditetapkan pada 65°C untuk semua bacaan. Pengesanan toksin lebih lanjut dilakukan dalam keadaan pasca turus yang tidak teroksida dengan mengganti reagen pengoksidaan dengan air suling dan gelung reaksi diletakkan dalam bekas ais semasa analisis. Isipadu suntikan sampel adalah 10 μl dalam setiap analisis. Kadar aliran untuk setiap sampel adalah 0.4 ml/min. Pengesanan gelombang ditetapkan pada 330 nm untuk 'excitation' dan 390 nm untuk 'emission'. Semua sampel dianalisis dalam tiga replikat. Kumpulan GTXs (GTX 1-5) dan STXs (STX, dcSTX, NEO) dianalisis secara berasingan. Analisis toksin dijalankan dengan menggunakan toksin piawai. Untuk pengiraan ketoksikan dari kromatogram HPLC, nilai faktor ketoksikan berikut berubah menjadi STXequiv. ditentukan: GTX1 (0.99), GTX2 (0.36), GTX3 (0.64), GTX4 (0.73), GTX5 (0.06), C1 (0.01), C2 (0.1), dcSTX (0.51), NEO (0.92) dan STX (1).

Penulenan toksin

Penulenan toksin GTX dari ekstrak sampel ditentukan mengikut kaedah yang dijelaskan oleh Laycock et al. (1994) dengan beberapa pengubahsuaian. Secara ringkas, ekstrak ditulenan menggunakan turus Bio-Gel P-2 (fine; 25 mm x 200 mm) (BioRad, Hercules, CA, USA) dan Bio-Rex 70 (20-50 mesh; 30 mm x 300 mm) (BioRad, Hercules, CA, USA) diselaraskan dengan air suling (Evoqua Water Technologies, Germany). Sampel dimasukkan ke dalam turus dan dikeluarkan dengan 0.1 M AcOH pada kadar aliran 10 ml/min. Setiap 'fraction' sepuluh mililiter dikumpulkan menggunakan Sistem Penulenan Kromatografi Flash (Teledyne ISCO, USA). Setiap 'fraction' kemudiannya dianalisis menggunakan HPLC (Shimadzu, Jepun). 'Fraction' yang mengandungi sebatian yang diperlukan, digabungkan, dibeku keringkan dan dilarutkan dalam 0.05 M AcOH. Sampel dibekukan pada suhu -20°C hingga analisis selanjutnya.

Analisis statistik

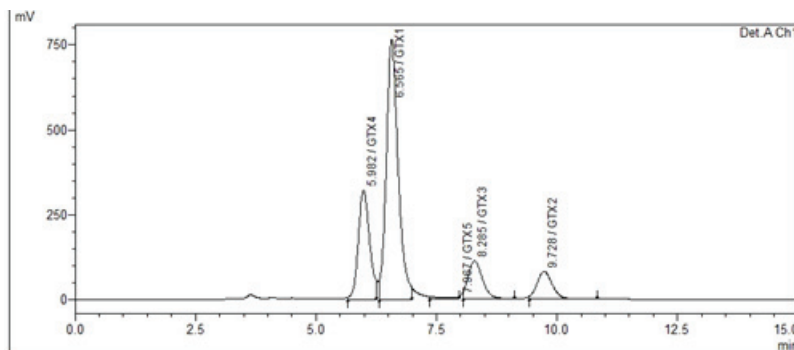
Data kepekatan PSP dianalisis dengan perisian statistik Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versi 16.0 untuk Windows. Analisis varians satu hala (ANOVA) diterapkan pada data toksisiti untuk membandingkan perbezaan purata PSP kumpulan-kumpulan *A. minutum* yang berlainan dan diikuti dengan analisis ujian Tukey's post hoc. Purata \pm s.d. penentuan bagi tiga replikat dilaporkan dan dianggap berbeza secara signifikan apabila $p < 0.05$.

Keputusan dan Perbincangan

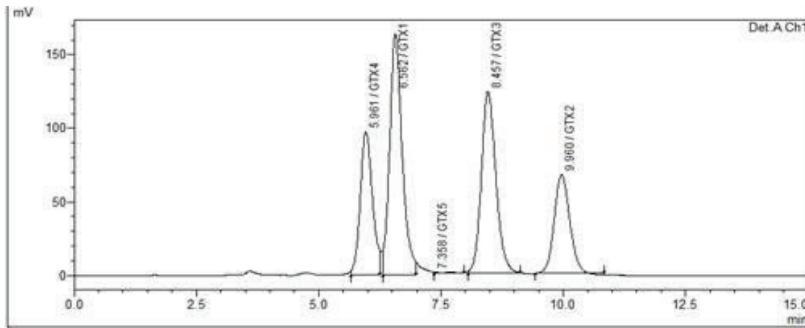
Beberapa spesies *Alexandrium* telah menyebabkan kejadian keracunan kerang-kerangan parolitik (PSP) di Malaysia (Usup et al., 2002a). Dalam kajian ini, kultur *A. minutum* telah dihasilkan dan dianalisis menggunakan High Performance Liquid Chromatography (HPLC fluorescence detector) (HPLC-FLD) (Shimadzu, Japan) untuk menentukan kandungan toksin PSP. Sepuluh (10) kumpulan toksin PSP iaitu C1, C2, GTX1&4, GTX5, GTX2&3, neoSTX, dcSTX dan STX digunakan sebagai toksin piawai. Rajah 1 menunjukkan kromatogram toksin kultur *A. minutum*. Dalam kajian ini, analisis toksin menunjukkan bahawa kultur *A. minutum* menghasilkan toksin PSP. Keputusan menunjukkan kumpulan toksin GTX1&4, GTX2&3 dan GTX5 merupakan kumpulan toksin yang dikesan dalam *A. minutum*. *A. minutum* yang digunakan dalam kajian ini menunjukkan kumpulan toksin GTX1&4 adalah toksin yang paling dominan (Rajah 1a & b). Toksin yang melalui turus HPLC keluar mengikut urutan berikut: GTX4, GTX1, GTX5, GTX3 dan GTX2. Toksin ini dikenal pasti sebagai kumpulan GTX yang disahkan dengan membandingkan dengan GTX piawai (Rajah 1c). Usup et al. (2006) juga menunjukkan bahawa *A. minutum* hanya mengandungi GTX1, GTX2, GTX3 dan GTX4. Kebanyakan kajian setakat ini menunjukkan bahawa *A. minutum* menghasilkan hanya GTX 1&4 dengan GTX4 menjadi derivatif dominan (Hwang dan Lu, 2000; Yoshida et al., 2000; Lim et al., 2004).

Walau bagaimanapun, profil toksin yang berlainan telah dilaporkan untuk beberapa isolat, sebagai contoh, isolat dari New Zealand (Chang et al., 1997) dan Denmark (Hansen et al., 2003) menghasilkan toksin neosaxitoxin (NEO) dan sulfocarbamoyl (C-toxins) sebagai kongener toksin utama.

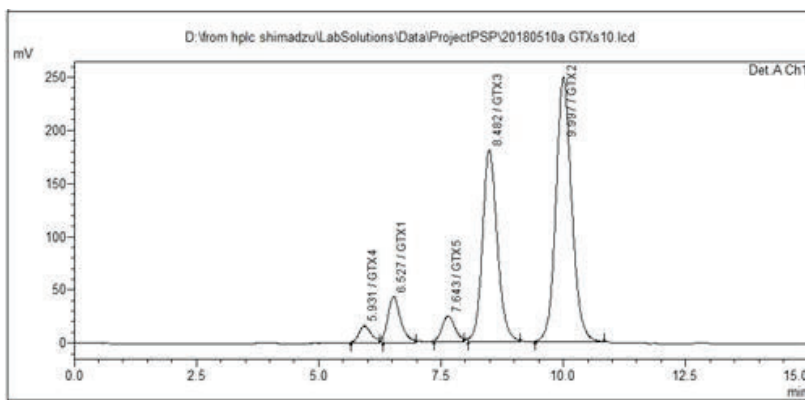
Sebanyak 15 kelompok kultur *A. minutum* diekstrak untuk menentukan tahap toksin dalam kajian ini (Rajah 2). Terdapat perbezaan yang signifikan dalam jumlah min keseluruhan PSP (fg/sel) antara kelompok ($p < 0.05$). Kandungan toksin sel tertinggi didapati dari kelompok AM07 pada 7542.23 fg/sel diikuti oleh kelompok AM06 dan kelompok AM08 dengan jumlah min keseluruhan PSP 4377.35 fg/sel dan 4116.23 fg/sel, masing-masing (Gambar 2). Didapati bahawa kandungan toksin sel adalah pelbagai bergantung kepada keadaan pertumbuhan kultur tersebut (Usup et al. 1994; Cembella, 1998). Analisis menunjukkan bahawa kultur *A. minutum* dari kumpulan AM07 mengandungi secara purata 4569.79 fg/sel GTX4, 2733.74 fg/sel GTX1, 71.87 fg/sel GTX5, 110.03 fg/sel GTX3 dan 56.79 fg/sel GTX2. Tiga toksin yang lain tidak dikesan dalam kultur ini (Rajah 3).



(a)

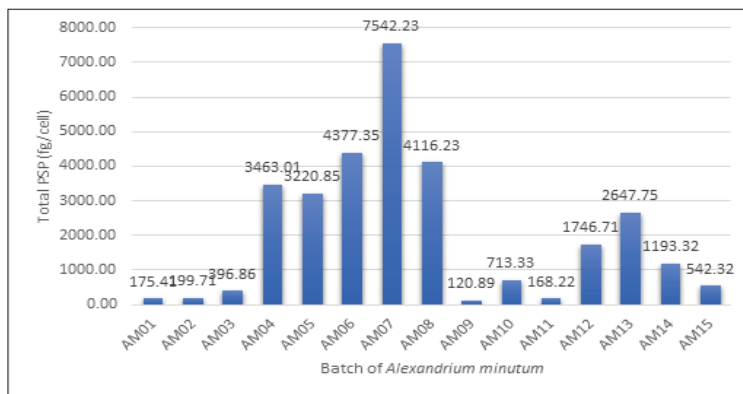


(b)

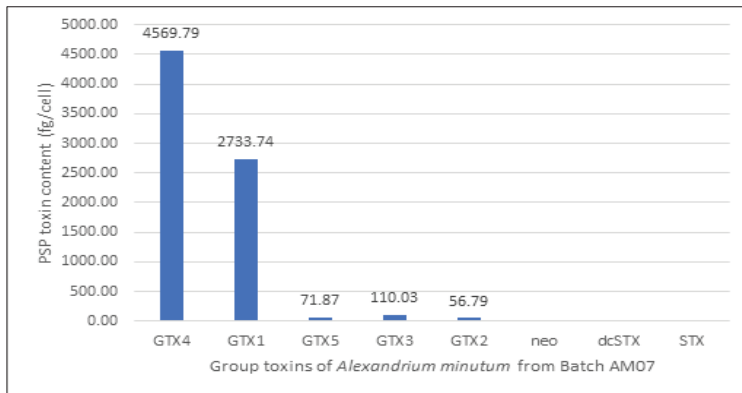


(c)

Rajah 1: Profil toksin *Alexandrium minutum* dari kelompok AM10 (a), kelompok AM09 (b) dan piawai GTXs (c).



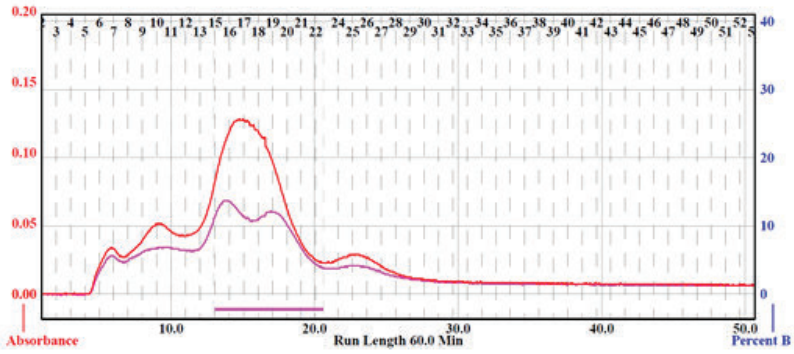
Rajah 2: Min jumlah kepekatan PSP (fg/cell) daripada beberapa kelompok kultur *A. minutum*.



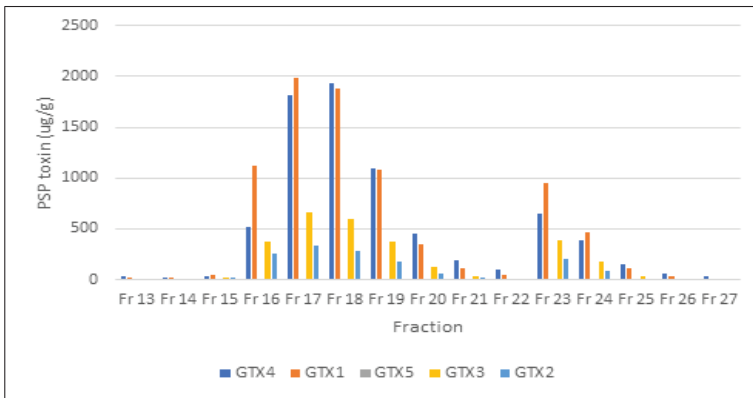
Rajah 3: Min kandungan toksin PSP (fg/cell) dalam kultur *A. minutum*.

Toksin yang diperolehi dari setiap kelompok kultur *A. minutum* dilalukan ke turus kromatografi Bio Gel P-2 yang diselaraskan dengan air suling. Proses ini sangat berkesan untuk menyingkirkan sebilangan besar molekul kecil lain yang larut di dalam ekstrak. Toksin dengan cas sifar atau negatif harus dipisahkan dengan kromatografi Bio Gel P-2. Toksin hampir diserap sepenuhnya pada turus tersebut. Turus kemudiannya dibersihkan dengan teliti menggunakan air suling dan toksin dielusi dengan asid asetik 0.03 M. Contoh profil elusi dari kelompok kultur *A. minutum* ditunjukkan dalam Rajah 4.

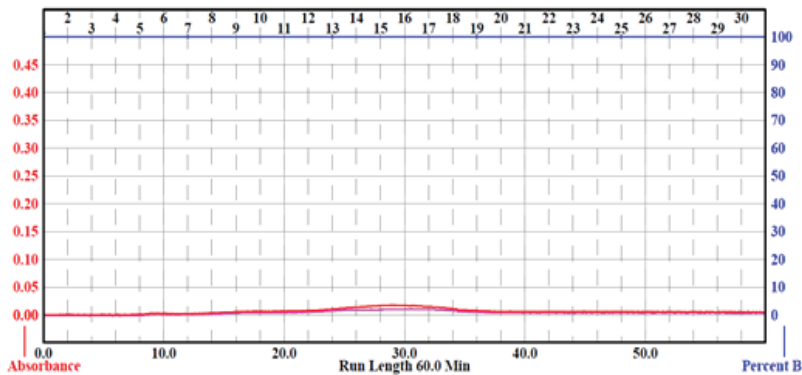
Tiub dari 'fraction' 5 hingga 'fraction' 28 dikumpulkan dan dianalisis secara individu dengan menggunakan HPLC (Rajah 4). Analisis 'fraction' oleh HPLC menunjukkan bahawa toksin dari kumpulan GTX dikesan dari 'fraction' 16 hingga 'fraction' 20 dan 'fraction' 23 hingga 'fraction' 25 (Rajah 5). Julat bagi jumlah keseluruhan GTX dalam 'fraction' ini adalah 24.79-1931.18 $\mu\text{g/g}$ (GTX4), 10.63-1986.85 $\mu\text{g/g}$ (GTX1), 0-4.03 $\mu\text{g/g}$ (GTX5), 2.73-659.24 $\mu\text{g/g}$ (GTX3) dan 0.59-328.45 $\mu\text{g/g}$ (GTX2). Semua 'fraction' yang diperolehi digabungkan, disejatkan sehingga pekat dan dibeku kering menjadi serbuk. Toksin selanjutnya dituliskan pada turus Bio-Rex 70 dengan melalukan 500 ml asid asetik secara gradien dengan kepekatan linear dari sifar hingga 3 M. Walau bagaimanapun, tiada 'fraction' yang dikesan mengandungi kumpulan GTX setelah melalui turus Bio-Rex 70. Rajah 6 menunjukkan bahawa pemisahan pada Bio-Rex 70 tidak lengkap untuk mana-mana lima toksin GTX tersebut. Ini kemungkinan toksin tidak diserap pada resin cation-exchange (Bio-Rex 70) kerana kepekatan asid asetik yang tinggi atau turus tidak disediakan dengan betul. Beberapa penjerapan secara alternatif telah dicuba tanpa peningkatan yang ketara dalam penyerapan toksin. Untuk turus Bio Gel P-2, resolusi penjerapan bertambah baik dengan panjang turus dan isipadu sampel yang kecil (Laycock et al., 1994).



Rajah 4: Profil kultur *A. minutum* dari turus Bio Gel P2 (2.5 x 20 cm)



Rajah 5: Kandungan kumpulan toksin PSP daripada kelompok kultur *A. minutum* selepas penulenan melalui resin Bio Gel P2.



Rajah 6: Profil kultur *A. minutum* daripada turus Bio-Rex 70 (2.5 x 20 cm)

Kesimpulan

Dalam kajian ini, kultur *A. minutum* yang digunakan menunjukkan toksin PSP telah dihasilkan dengan kumpulan toksin utama adalah GTX1, GTX2, GTX3, GTX4 dan GTX5 dengan GTX1 dan GTX4 menghasilkan kumpulan toksin yang dominan. Hasil kajian menunjukkan bahawa julat paras toksin yang dituliskan bagi setiap kumpulan toksin dari *A. minutum* mengandungi GTX4 (4.16 – 282.18 µg/g), GTX 1 (2.02 – 399.09 µg/g), GTX5 (0.04 – 0.37 µg/g), GTX3 (0 – 34.42 µg/g) dan GTX2 (0 – 12.95 µg/g) selepas melalui penulenan kedua. Walau bagaimanapun, penulenan lebih lanjut pada Bio-Rex 70 adalah tidak lengkap untuk semua toksin. Kajian lebih lanjut akan dijalankan bagi mendapatkan keadaan optimum pada Bio-Rex 70.

Rujukan

- Backer L.C., Fleming L.E., Rowan A.D. and Baden D.G. 2003. Epidemiology, public health and human disease associated with harmful marine algae. In: Hallegraeff, G.M. Anderson, D.M and Cambella, A.D. (eds): *Manual on Marine Microalgae*. Monographs on oceanic methodology 11, UNESCO Publishing, Paris, 723–749 pp.
- Balech E. 1995. The Genus *Alexandrium Halim* (Dinoflagelata), Cork, Ireland, Sherkin Island Marine Station. *Harmful Algae* 19: 108–116
- Borneo Post Online. 21 September (2015) Kelantan bans sale of shellfish from Sg. Geting.
- Cembella, A.D. 1998. Ecophysiology and metabolism of paralytic shellfish toxins in marine microalgae. In: D.M. Anderson, A.D. Cembella and G.M. Hallegraeff (eds.). *Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 381-403.
- Campbell, K., Rawn, D.F.K., Niedzwiedek, B. and Elliot, C.T. 2011. Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) toxin binders for optical biosensor technology: problems and possibilities for the future: a review. *Food Additives and Contaminants*. 28(6): 711-725.
- Chang, F.H. and McClean, M. 1997. Growth responses of *Alexandrium minutum* (Dinophyceae) as a function of three different nitrogen sources and irradiance. *New Zealand J. Mar. Freshwater Res.* 31: 1-7.
- Ciminiello P., Fattorusso E., Forino M. and Montresor M. 2000. Saxitoxin and neosaxitoxin: toxic principles of *Alexandrium andersonii* (Dinophyceae) from the Gulf of Naples, Italy. *Toxicon* 38(12): 1871-1877.
- Deeds, J.R., Landsberg, J.H., Etheridge, S.M., Pitcher, G.C. and Longan, S.W. 2008. Non-traditional vectors for paralytic shellfish poisoning. *Marine Drugs* 6: 308-348.
- Hall T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Hallegraeff G.M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* 32: 79-99.
- Hansen, G. Daugbjerg, N. and Franco, J.M. 2003. Morphology, toxin composition and LSU rDNA phylogeny of *Alexandrium minutum* (Dinophyceae) from Denmark, with some morphological observations on other European strains. *Harmful Algae* 2: 317-335.
- Harju, K., Rapinaja, M.L., Avondet, M.A., Arnold, W., Schar, M., Luginbuhl, W., Kremp, A., Suikkanen, S., Kankaanpää, H., Burrell, S., Soderstrom, M. and Vanninen, P. 2015. Results of a saxitoxin proficiency test including characterization of reference material and stability studies. *Toxins* 7: 4852-4867.
- Huang, X., Hsu, K.H. and Chu, F.S. 1996. Direct competitive enzyme linked immunosorbent assay for saxitoxin and neosaxitoxin. *J. Agri Food Chem.* 44: 1029-1035.

- Hwang, D.F. and Lu, Y.H. 2000. Influence of environmental and nutritional factors on growth, toxicity and toxin profile of dinoflagelate *Alexandrium minutum*. *Toxicon* 38: 1491-1503.
- Kokinos J.P. and Anderson D.M. 1995. Morphological development of resting cysts in cultures of the marine dinoflagelate *Lingulodinium polyedrum* (= *L. machaerophorum*). *Palynology* 19: 143-166.
- Laycock, M.V., Thibault, P., Ayer, S.W. and Walter, J.A. 1994. Isolation and purification procedures for the preparation of paralytic shellfish poisoning toxin standards. *Natural Toxins* 2: 175-183.
- Leaw C.P., Lim P.T., Ahmad A. and Usup G. 2001. Genetic Diversity of *Ostreopsis ovata* (Dinophyceae) from Malaysia. *Marine Biotechnology* 3: 246-255.
- Leaw C.P., Lim P.T., Kok-Wah Cheng B.K.N. and Usup G. 2010 Morphology and molecular characterization of a new species of thecate benthic dinoflagelate, *Coolia malayensis* sp. nov. (Dinophyceae). *Phycological Society of America* 46: 162-171.
- Lilly E.L., Halanych K.M. and Anderson D.M. 2005. Phylogeny, biogeography, and species boundaries within the *Alexandrium minutum* group. *Harmful Algae* 4: 1004-1020.
- Lim, P.T., Leaw, C.P. and Usup, G. 2004. First Incidence of Paralytic Shellfish Poisoning on the East Coast of Peninsular Malaysia. In *Marine Science into the New Millennium: New Perspectives and Challenges*, edited by Phang, S.M., Chong, V.C., Ho, S.S., Mohktar, N. & Ooi, J.L.S. Kuala Lumpur: University of Malaya Maritime Research Centre.
- Lim, P.T., Usup, G., Leaw, C.P. and Ogata, T. 2005. First report of *Alexandrium taylori* and *Alexandrium peruvianum* (Dinophyceae) in Malaysian waters. *Harmful Algae* 4: 391-400.
- Lim, P.T. and Ogata, T. 2005. Salinity effect on growth and toxin production of four tropical *Alexandrium* species (Dinophyceae). *Toxicon* 45: 699-710.
- Lim, P.T., Leaw, C.P., Usup, G., Kobiyama, A., Koike, K. and Ogata, T. 2006. Effects of light and temperature on growth, nitrate uptake and toxin production of two tropical dinoflagelates, *Alexandrium tamiyavanichii* and *Alexandrium minutum* (Dinophyceae). *Journal of Phycology* 42: 786-799.
- Lim, P.T., Sato, S., Van Thuoc, C., Tu, P.T., Huyen, N.T.M., Takata, Y., Yoshida, M., Kobiyama, A., Koike, K. and Ogata, T. 2007. Toxic *Alexandrium minutum* (Dinophyceae) from Vietnam with new gonyautoxin analogue. *Harmful Algae* 6: 321-331.
- Nicolas, J., Hoogenboom, R.L.A.P., Hendriksen, P.J.M., Boderio, M., Bovee, T.F.H., Rietjens, I.M.C.M., Gerssen, A. 2017. Marine biotoxins and associated outbreaks following seafood consumption: Prevention and surveillance in the 21st century. *Global Food Security*. 15:11-21.
- Oshima, Y. 1995. Postcolumn derivatization liquid chromatographic method for paralytic shellfish toxins. *J. AOAC Int.* 78: 528-532.
- Moestrup Ø. and Larsen J. 1992. Potentially toxic phytoplankton. 1. Haptophyceae (Prymnesiophyceae). ICES identification leaflets for plankton. Leaflet no. 179. International Council for the Exploration of the Sea. Copenhagen K, Denmark ISSN 1019-1097.
- Penna A., Fraga S., Maso M., Giacobbe M.G., Bravo I., Garces E., Vila M., Bertozzini E., Andreoni F., Luglie A. and Vernesi C. 2008. Phylogenetic relationships among the Mediterranean *Alexandrium* (Dinophyceae) species based on sequences of 5.8S gene and Internal Transcript Spacers of the rRNA operon. *European Journal of Phycology*, 43(2): 163-178.
- Roy, R.N. 1977. Red Tide and Outbreak of Paralytic Shellfish Poisoning in Sabah. *Medical Journal of Malaysia* 31:247-251.

- Shumway S.E 1990. A review of the Effects of Algal Blooms on Shellfish and Aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 21 (2): 65-104.
- Swofford D. L. 2000. PAUP*: phylogenetic analysis using parsimony (* and other methods). Version 4.0b10. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Thompson J.D., Gibson T.J., Plewniak F., Jeanmougin F. and Higgins D.G. 1997. The ClustalX windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research* 25: 4876–4882.
- Usup G., Leaw C.P. and Asmat A. 2002a. Increasing important of harmful algal blooms in Malaysia. In: Proceedings of the Regional Symposium on Environment and Natural Resources (eds. Omar R., Ali Rahman Z., Latiff M.I., Lihan I. and Adam J. H.) Kuala Lumpur, 144–153 pp.
- Usup G., Leaw C.P., Asmat A. and Lim P.T. 2002b. *Alexandrium* (Dinophyceae) species in Malaysian waters. *Harmful Algae* 1:265–275.
- Usup, G., Kulis, D.M. and Anderson, D.M. 1994. Growth and toxin production of the toxic dinoflagelat *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* in laboratory cultures. *Natural Toxins* 2: 254-262.
- Usup, G., Cheah, M.Y., Ng, B.K., Leaw, C.P. and Ahmad, A. 2006. Toxin profile and relative toxicity of three shellfish poisoning toxin-producing dinoflagelats from Malaysia. *Malays. Appl. Biol.* 35(2): 41-45.
- Watanabe, R., Suzuki, T. and Oshima, Y. 2011. Preparation of calibration standards of N1-H-Paralytic Shellfish Toxin analogues by large-scale culture of Cyanobacterium *Anabaena circinalis* (TA04). *Marine Drugs* 9: 466-477.
- Yoshida, M., Ogata, T., Thuoc, C.V., Matsuoka, K., Fukuyo, Y., Hoi, N.C. and Kodama, M. 2000. The first finding of toxic dinoflagelat *Alexandrium minutum* in Vietnam. *Fish Sci.* 66: 177-179.
- James, K.J., Carey, B., O'Halloran, J., Skrabakova, Z. 2010. Shellfish toxicity: Human health implications of marine algal toxins. *Epidemiol. Infec.* 138: 927-940.
- Visciano, P., Schirone, M., Berti, M., Milandri, A., Tofalo, R., Suzzi, G. 2016. Marine biotoxins: Occurrence, toxicity, regulatory limits and reference methods. *Front. Microbiol.* 7: 1051.
- Harada, T.; Oshima, Y.; Kamiya, H.; Yasumoto, T. Confirmation of paralytic shellfish toxins in the dinoflagelat *Pyrodinium bahamense* var. *compressa* and bivalves in Palau. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1982, 48, 821–825.
- Murray, S.A.; Wiese, M.; Neilan, B.A.; Orr, R.J.S.; de Salas, M.; Brett, S.; Hallegraeff, G. A reinvestigation of saxitoxin production and *sxtA* in the 'non-toxic' *Alexandrium tamarense* Group V clade. *Harmful Algae* 2012, 18, 96–104.
- Negri, A.; Stirling, D.; Quilliam, M.; Blackburn, S.; Bolch, C.; Burton, I.; Eaglesham, G.; Thomas, K.; Walter, J.; Willis, R. Three novel hydroxybenzoate saxitoxin analogues isolated from the dinoflagelat *Gymnodinium catenatum*. *Chem. Res. Toxicol.* 2003, 16, 1029–1033.
- Shin, H.H.; Li, Z.; Réveillon, D.; Rovillon, G.-A.; Mertens, K.N.; Hess, P.; Kim, H.J.; Lee, J.; Lee, K.-W.; Kim, D.; et al. *Centrodinium punctatum* (Dinophyceae) produces significant levels of saxitoxin and related analogs. *Harmful Algae* 2020, 10, 101923.

E. KAJIAN GENETIK DAN BIOLOGI MOLEKUL

Pengenalpastian spesies kupang hitam di perairan Selat Tebrau

Masazurah A. Rahim

Pengenalan

Perairan Selat Tebrau terkenal dengan aktiviti akuakultur pelbagai spesies hidupan marin yang menjadi sumber pendapatan penduduk tempatan. Antara spesies yang banyak diternak ialah kupang atau siput sudu, *Perna viridis*. Bermula dari awal 2016, beberapa penternak mendakwa populasi kupang di kawasan mereka berkurangan akibat wujudnya spesies kupang hitam, seolah-olah mengambil tempat kupang sedia ada.

Sebelum sebarang tindakan dapat diambil, wujud keperluan mengenal pasti spesies kupang hitam ini terlebih dahulu. Untuk itu, kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik sitokrom oksida subunit 1 (CO1). CO1 dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan sesuatu haiwan hingga ke peringkat spesies. Kawasan ini akan diamplifikasi, diujuk dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Pada persampelan pertama (15/11/2016), sampel diterima dalam keadaan beku dan penyelidik beranggapan bahawa semua kupang hitam adalah dari satu species. Walau bagaimanapun, setelah dilihat dengan teliti, wujud perbezaan morfologi pada sampel-sampel tersebut. Untuk itu, sampel kedua yang disimpan dalam 90% etanol yang diterima pada 28/11/2016, kupang hitam diasingkan kepada beberapa bahagian mengikut morfologi yang nyata.

Sampel-sampel tersebut kemudiannya diproses untuk mengasingkan DNA menggunakan kit pengekstrakan DNA komersial (Dneasy for Blood and Tissue, Qiagen). DNA dijadikan tapak untuk mengamplifikasi gen CO1 melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan pasangan primer LCO1490 (5'- GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG G-3') and HCO2198 (5'-TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA-3') (Folmer et al. 1994). Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (FirstBase Laboratories Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST boleh terus dilakukan. BLAST memberi senarai jujukan dari perpustakaan yang menghampiri jujukan penyelidik. Setiap jujukan yang disenaraikan oleh hasil BLAST mempunyai parameter yang perlu dianalisis oleh penyelidik. Jujukan dari GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan. Satu sampel bagi setiap spesies *Perna viridis*, *Mytella charruana*, *Brachidontes pharaonis*, *Modiolus moduloides*, *Arcuatula senhousia* dan *Chthamalus malayensis* disertakan bagi mengenal pasti spesies yang diragui.

Dengan menggunakan pokok filogenetik, sampel dikumpulkan ke tahap spesies. Walau bagaimanapun, jika dilihat wujud kecenderungan untuk kumpulan tahap yang lebih rendah, ia akan dikumpulkan secara berasingan sebagai klad.

Keputusan

Sampel dikumpul dari 14 lokasi di sepanjang Selat Tebrau. Dari 47 sampel yang dihantar untuk penjujukan, hanya 31 boleh diguna dalam analisis seterusnya. Selepas diujarkannya menggunakan software MEGA6, setiap sampel dianalisis menggunakan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI. Hasil analisis menunjukkan 14 sampel yang dikenalpasti sebagai *Perna viridis*, 7 sampel *Mytella charruana*, 3 sampel *Brachidontes pharaonis*, 1 sampel *Modiolus moduloides*, 1 sampel *Arcuatula senhousia*, 1 sampel *Chthamalus malayensis*, 2 sampel *Crassostrea iredalei* dan 1 sampel *Crassostrea madrasensis*.



A



B

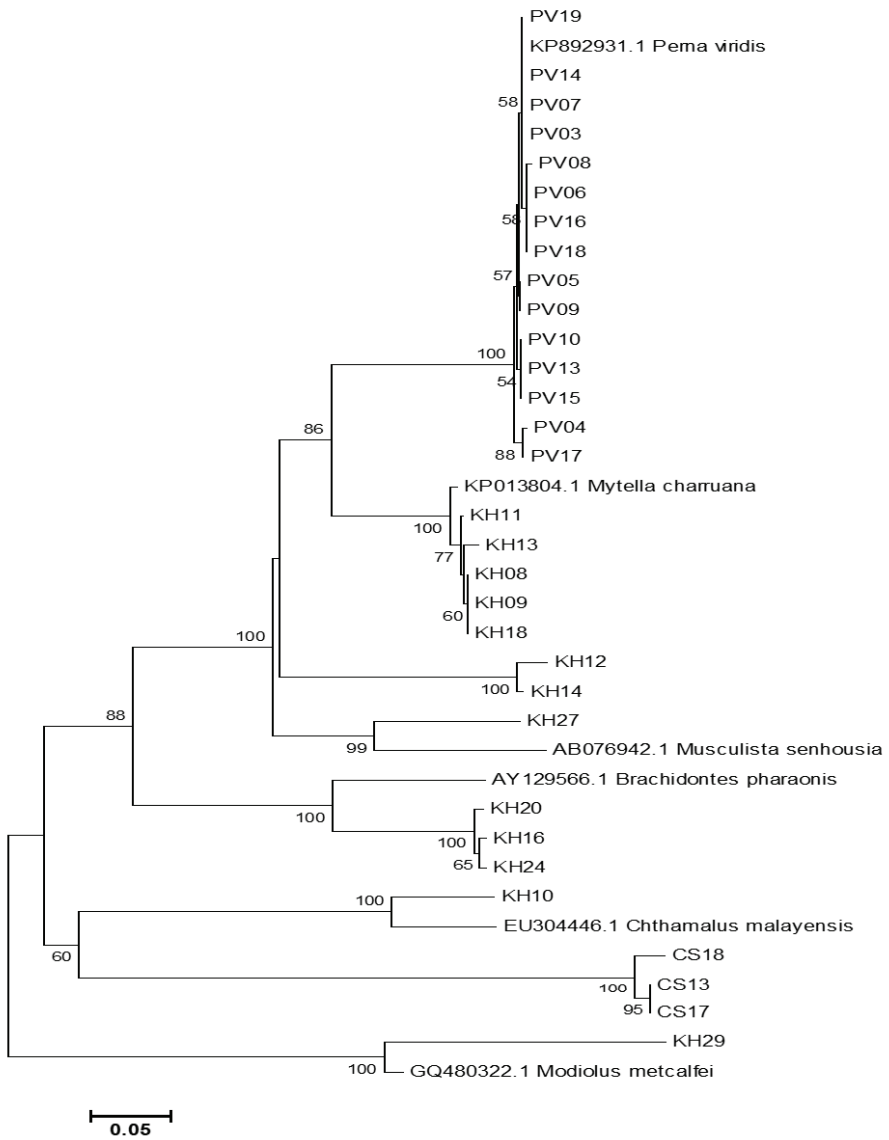


C



D

Rajah 1: Spesies *Mytella charruana* (A), *Brachidontes pharaonis* (B), *Modiolus moduloides* (C) dan *Arcuatula senhousia* (D) adalah spesies asal yang dikategorikan sebagai kupang hitam.



Rajah 2: Pokok filogenetik yang terhasil dari data jujukan gen sitokrom oksidasi sub unit 1 (CO1) sepanjang 620bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining.

Pengenalpastian spesies udang putih

Masazurah A.Rahim

Pengenalan

Makmal Bioteknologi, FRI Batu Maung menerima permintaan daripada pihak FRI Gelang Patah, Johor untuk mengenal pasti spesies udang putih yang diperolehi daripada penternak. Penyelidik FRI Gelang Patah telah dimaklumkan cara persampelan dan penyimpanan sampel.

Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik sitokrom oksida subunit 1 (CO1). CO1 dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan sesuatu haiwan hingga ke peringkat spesies. Lokus ini akan diamplifikasi, dijujuk dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Sampel udang diterima daripada penyelidik FRI GP pada 08/03/2017 dalam keadaan lengkap, dan disimpan dalam 90% etanol (K1, K2, K11 & K12). Selepas penerimaan, cecair etanol tersebut diganti dengan yang baharu sementara menunggu peringkat analisis seterusnya.



Udang segar



Bekas penyimpanan sampel udang



Udang disimpan dalam cecair 90% etanol

Sampel-sampel (potongan kaki renang yang kedua) tersebut kemudiannya diproses untuk mengasingkan DNA menggunakan kit pengekstrakan DNA komersial (Dneasy for Blood and Tissue, Qiagen). DNA dijadikan tapak untuk mengamplifikasi gen CO1 melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan campuran primer C_FishF1t1–C_FishR1t1 (Ivanova et. al., 2007). Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (FirstBase Laboratories Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST boleh terus dilakukan. BLAST memberi senarai jujukan dari perpustakaan yang menghampiri jujukan penyelidik. Setiap jujukan yang disenaraikan oleh hasil BLAST mempunyai parameter yang perlu dianalisis oleh penyelidik. Jujukan dari Genbank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan. Satu sampel bagi setiap spesies *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus merguensis*, *Penaeus monodon* dan *Macrobrachium rosenbergii* diambil sebagai rujukan. *M. rosenbergii* digunakan sebagai *outgroup* kerana ia spesies udang air tawar.

Dengan menggunakan pokok filogenetik, sampel dikumpulkan ketahap spesies.

Jadual 1. Jujukan dari GenBank

| Spesies | Nombor akses GenBank |
|----------------------------------|----------------------|
| <i>Litopenaeus vannamei</i> | KF604890.1 |
| <i>Penaeus merguensis</i> | KF604892.1 |
| <i>Penaeus monodon</i> | KM234210.1 |
| <i>Macrobrachium rosenbergii</i> | JN165703.1 |

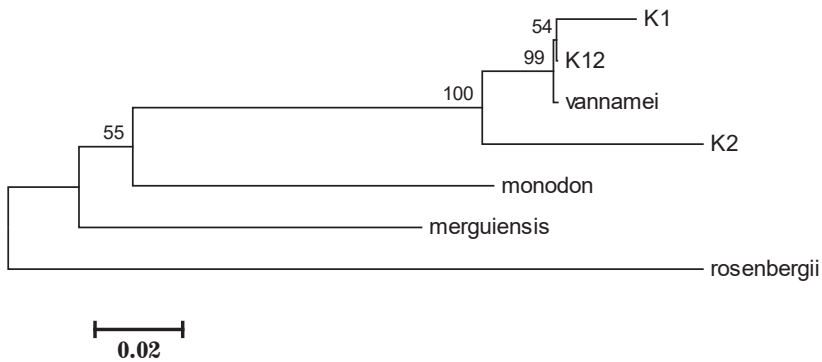
Keputusan dan Perbincangan

Keempat-empat sampel berjaya diekstrak DNANYa dan diampikasi. Produk PCR telah dihantar untuk penjujukan dan menghasilkan jujukan sepanjang 613 bp. Sampel K11 dikeluarkan dari analisis seterusnya kerana jujukan yang terhasil cuma 368 bp.

Selepas dijajarkan mengguna software MEGA6, setiap sampel dianalisis menggunakan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI. Hasilnya menunjukkan ketiga-tiga sampel adalah *L. vannamei*. Kesemua sampel kemudiannya dijajarkan dengan empat jujukan dari GenBank (Jadual 1) untuk melihat perkaitannya dengan spesies-spesies udang yang lain. Dalam Jadual 2, jarak genetik yang terhampir ditunjukkan di antara sampel K1, K2, K12 dengan *L. vannamei* iaitu antara 0.002 hingga 0.084. Ini meletakkan keempat-empat sampel dalam satu kelompok atau dahan dalam pokok filogenetik (Rajah 1). *M. rosenbergii* memberikan unit jarak yang tertinggi bila dibandingkan dengan sampel-sampel lain iaitu dari 0.252 sehingga 0.312.

Jadual 2. *Pairwise distance* bagi setiap sampel.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|---|
| K1 | | | | | | | |
| K2 | 0.084 | | | | | | |
| K12 | 0.018 | 0.067 | | | | | |
| <i>P. merguensis</i> | 0.211 | 0.224 | 0.191 | | | | |
| <i>P. monodon</i> | 0.197 | 0.212 | 0.180 | 0.156 | | | |
| <i>M. rosenbergii</i> | 0.299 | 0.312 | 0.279 | 0.252 | 0.285 | | |
| <i>L. vannamei</i> | 0.020 | 0.069 | 0.002 | 0.189 | 0.178 | 0.277 | |



Rajah 1. Pokok filogenetik yang terhasil dari data jujukan gen sitokrom oksidasi sub unit 1 (CO1) sepanjang 613bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining. K1, K2 dan K12 adalah sampel yang diuji. *L. vannamei* (KF604890.1), *P. merguensis* (KF604892.1) dan *P. monodon* (KM234210.1) adalah spesies rujukan yang diperolehi dari pengkalan data NCBI. *M. rosenbergii* digunakan sebagai outgroup. Pokok ini dilukis dengan skala, di mana panjang cabang dalam unit yang sama dengan jarak evolusi yang digunakan untuk menyimpulkan pokok filogenetik

Hasil dari BLAST dan pokok filogenetik menunjukkan bahawa sampel K1, K2 dan K12 adalah *L. vannamei*. Bagi sampel K11, walaupun tidak dianalisis lanjut, jujukan pendeknya juga disahkan sebagai *L. vannamei* melalui BLAST.

Pengenalpastian spesies kerang-kerangan

Masazurah A. Rahim

Pengenalan

Makmal Bioteknologi, FRI Batu Maung menerima permintaan dari pihak FRI Pulau Sayak, Kedah untuk mengenal pasti spesies dwicangkerang yang diperolehi daripada nelayan. Penyelidik FRI Pulau Sayak telah dimaklumkan cara persampelan dan penyimpanan sampel.

Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik sitokrom oksida subunit 1 (CO1). CO1 dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan sesuatu haiwan hingga ke peringkat spesies. Kawasan ini akan diamplifikasi, dijujuk dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Sampel kerang-kerangan diterima dari penyelidik FRI PS pada 05/04/2017 dalam keadaan lengkap, disimpan dalam keadaan sejuk. Selepas penerimaan, sampel diambil gambar dan terus diproses.

Jadual 1. Senarai sampel

| | Nama tempatan | Lokasi | Keadaan sampel | Kod |
|---|---------------|------------|----------------|----------|
| 1 | Kerang kera | Yan, Kedah | Beku | UK01 |
| 2 | Kerang kera | Yan, Kedah | Beku | UK02 |
| 3 | Kerang kera | Yan, Kedah | Beku | UK03 |
| 4 | Retak seribu | Yan, Kedah | Beku | Paphia 1 |
| 5 | Retak seribu | Yan, Kedah | Beku | Paphia 2 |



Sampel 'unknown' (UK01-UK03)



Retak seribu (Paphia1 –Paphia 2)

Rajah 1: Sampel yang diterima

Sampel-sampel (insang) tersebut kemudiannya diproses untuk mengasingkan DNA menggunakan kit pengekstrakan DNA komersial (Dneasy for Blood and Tissue, Qiagen). DNA dijadikan tapak untuk mengamplifikasi gen CO1 melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan campuran primer C_FishF1t1–C_FishR1t1 (Ivanova et. al., 2007). Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (FirstBase Laboratories Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST boleh terus dilakukan. BLAST memberi senarai jujukan dari perpustakaan yang menghampiri jujukan penyelidik. Setiap jujukan yang disenaraikan oleh hasil BLAST

mempunyai parameter yang perlu dianalisis oleh penyelidik. Jujukan dari GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan. Satu sampel bagi spesies *Vepricardium coronatum* dan *Paphia undulata* diambil sebagai rujukan. *Scapharca broughtonii* (kerang bulu) digunakan sebagai *outgroup*.

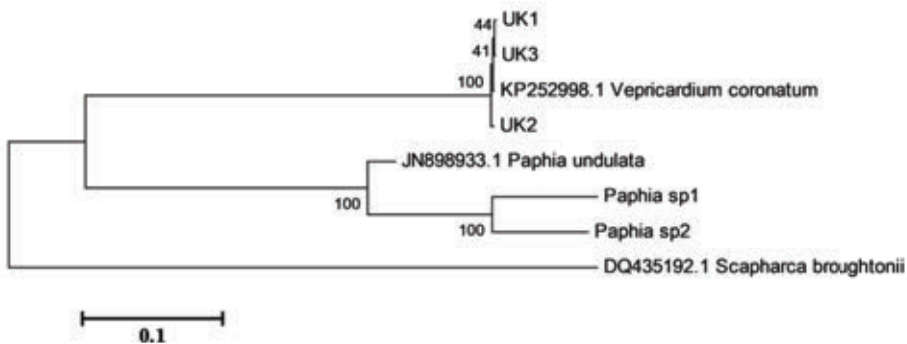
Dengan menggunakan pokok filogenetik, sampel dikumpulkan ke tahap spesies.

Jadual 2. Jujukan dari GenBank

| Spesies | Nombor akses GenBank |
|-------------------------------|----------------------|
| <i>Vepricardium coronatum</i> | KP252998.1 |
| <i>Paphia undulata</i> | JN898933.1 |
| <i>Scapharca broughtonii</i> | DQ435192.1 |

Keputusan dan Perbincangan

Kesemua sampel berjaya diekstrak DNA-nya dan diampikasi. Produk PCR telah dihantar untuk penjujukan dan menghasilkan jujukan sepanjang 620 bp. Selepas diujarkannya menggunakan software MEGA6, setiap sampel dianalisis menggunakan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI. Hasilnya menunjukkan UK01, UK02 dan UK03 adalah *Vepricardium coronatum*. Sampel Paphia 1 dan 2 mempunyai peratusan persamaan yang tinggi dengan *Paphia undulata*. Kesemua sampel kemudiannya diujarkannya dengan jujukan rujukan dari GenBank (Jadual 2) untuk melihat perkaitannya.



Rajah 2. Pokok filogenetik yang terhasil dari data jujukan gen sitokrom oksidasi sub unit 1 (CO1) sepanjang 620bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining.

Pengenalpastian spesies udang kara dan ikan

Masazurah A. Rahim

Pengenalan

Makmal Bioteknologi, FRI Batu Maung menerima permintaan daripada pihak Pejabat Perikanan Negeri (PPN) Pulau Pinang untuk mengenal pasti spesies udang kara dan ikan yang diperolehi daripada penternak (Rujukan: Prk. PS 02/1 () bertarikh 19 April 2017).

Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik sitokrom oksida subunit 1 (CO1). CO1 dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan sesuatu haiwan hingga ke peringkat spesies. Lokus ini akan diamplifikasi, dijujuk dan kemudiannya akan dibandingkan secara BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Sampel udang kara dan ikan diterima daripada pegawai PPN pada 19/04/2017, dalam keadaan lengkap. Selepas penerimaan, sampel diambil gambar sebagai rekod dan terus diproses.

Jadual 1. Senarai sampel

| | Spesies | Lokasi | Keadaan sampel | Kod |
|---|------------|-----------------------|----------------|-------|
| 1 | Udang kara | Kg. Surau, Sik | Hidup | PPN1 |
| 2 | Udang kara | Kg. Jelutong, Sik | Hidup | PPN2a |
| 3 | Udang kara | Kg. Jelutong, Sik | Hidup | PPN2b |
| 4 | Ikan | Kg. Padang Keras, Sik | Beku | PPN3 |



PPN1



PPN2a



PPN2b



PPN3

Rajah 1. Sampel yang diterima

Sampel-sampel (potongan kaki renang dan sirip) tersebut kemudiannya diproses untuk mengasingkan DNA menggunakan kit pengekstrakan DNA komersial (Dneasy for Blood and Tissue, Qiagen). DNA dijadikan tapak untuk mengamplifikasi gen CO1 melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan campuran primer C_FishF1t1–C_FishR1t1 (Ivanova et. al., 2007). Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (FirstBase Laboratories Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST boleh terus dilakukan. BLAST memberi senarai jujukan dari perpustakaan yang menghampiri jujukan penyelidik. Setiap jujukan yang disenaraikan oleh hasil BLAST mempunyai parameter yang perlu dianalisis oleh penyelidik. Jujukan dari GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan. Satu sampel bagi spesies *Cherax quadricarinatus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Piaractus brahypoemus* dan *Colossoma macropomum* diambil sebagai rujukan. *Penaeus merguensis* (udang putih) digunakan sebagai *outgroup* untuk udang kara dan *Lates calcarifer* (siapak) sebagai *outgroup* sampel ikan.

Dengan menggunakan pokok filogenetik, sampel dikumpulkan ke tahap spesies.

Jadual 2. Jujukan dari Genbank

| Spesies | Nombor akses Genbank |
|--------------------------------|----------------------|
| <i>Cherax quadricarinatus</i> | KX377348.1 |
| <i>Penaeus merguensis</i> | KF604892.1 |
| <i>Piaractus mesopotamicus</i> | HQ420833.1 |
| <i>Piaractus brahypoemus</i> | HQ420838.1 |
| <i>Colossoma macropomum</i> | KU692453.1 |
| <i>Lates calcarifer</i> | JF919820.1 |

Keputusan dan perbincangan

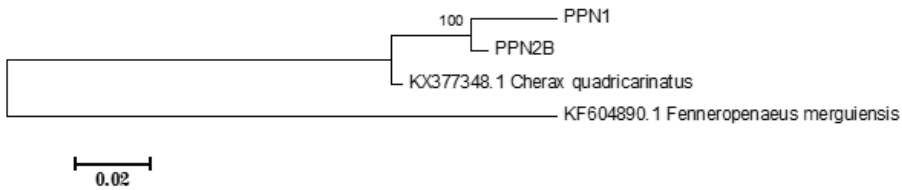
Keempat-empat sampel berjaya diekstrak DNANYa dan diampikasi. Produk PCR telah dihantar untuk penjujukan dan menghasilkan jujukan sepanjang 617 bp bagi PPN3 dan 648 bp bagi PPN1 dan PPN2b. Sampel PPN2a dikeluarkan dari analisis seterusnya kerana jujukan yang terhasil cuma 368 bp.

Selepas dijajarkan mengguna software MEGA6, setiap sampel dianalisis menggunakan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI. Hasil analisis menunjukkan PPN1 dan PPN2b adalah *Cherax quadricarinatus*. Kedua-dua sampel kemudiannya dijajarkan dengan satu jujukan dari GenBank (Jadual 2) untuk melihat perkaitannya. Dalam Jadual 3, jarak genetik yang ditunjukkan di antara sampel PPN1 dan PPN2b dengan *C. quadricarinatus* ialah antara 0.028 hingga 0.050. Ini meletakkan ketiga-tiga sampel dalam satu kelompok atau dahan dalam pokok filogenetik (Rajah 2). *P. merguensis* memberikan unit jarak yang tertinggi bila dibandingkan dengan sampel-sampel lain iaitu dari 0.254 sehingga 0.294.

Bagi PPN3 pula, analisis BLAST memberi tiga spesies yang menunjukkan persamaan dari segi jajaran jujukan iaitu *Piaractus mesopotamicus*, *Piaractus brahypoemus* dan *Colossoma macropomum*. Pokok filogenetik dibina (Rajah 3) dan jarak antara pasangan (Jadual 4) dilihat untuk mendapatkan spesies yang terdekat. Berdasarkan kepada analisis, PPN3 adalah *Piaractus mesopotamicus*.

Jadual 3. *Pairwise distance* bagi setiap sampel udang kara, sampel rujukan dan *outgroup*

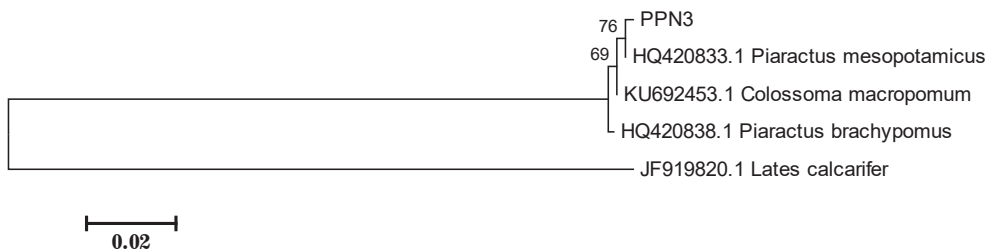
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|---|
| PPN1 | | | | |
| PPN2b | 0.028 | | | |
| <i>Cherax quadricarinatus</i> | 0.050 | 0.028 | | |
| <i>Penaeus merguensis</i> | 0.294 | 0.279 | 0.254 | |



Rajah 2. Pokok filogenetik yang terhasil dari data jujukan gen sitokrom oksidasi sub unit 1 (CO1) sepanjang 648 bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining.

Jadual 4. *Pairwise distance* bagi setiap sampel ikan, sampel rujukan dan *outgroup*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| PPN3 | | | | | |
| <i>Colossoma macropomum</i> | 0.003 | | | | |
| <i>Piaractus brahypoimus</i> | 0.007 | 0.003 | | | |
| <i>Piaractus mesopotamicus</i> | 0.002 | 0.002 | 0.005 | | |
| <i>Lates calcarifer</i> | 0.280 | 0.275 | 0.275 | 0.277 | |



Rajah 3. Pokok filogenetik yang terhasil daripada data jujukan gen sitokrom oksidasi sub unit 1 (CO1) sepanjang 617 bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining.

Pengenalpastian spesies capsalid

Masazurah A. Rahim

Pengenalan

Makmal Bioteknologi, FRI Batu Maung menerima lima (5) sampel capsalid dari pihak NaFisH pada 15 Mei 2017, dalam bentuk DNA yang dilabelkan sebagai: A, B, F, K dan L. Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik 28S ribosomal DNA. Subunit 28S rDNA ini dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan keluarga Capsalidae hingga ke peringkat spesies. Lokus ini akan diamplifikasi, diujuk dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

DNA dijadikan tapak untuk mengamplifikasi subunit 28S rDNA melalui tindak balas rantai polimerase menggunakan campuran primer C1: 5'ACC CGC TGA ATT TAA GCA T 3' dan D2: 5'TGG TCC GTG TTT CAA GAC 3' (Hassouna et al., 1984). Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (FirstBase Laboratories Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST boleh terus dilakukan. BLAST memberi senarai jujukan dari perpustakaan yang menghampiri jujukan penyelidik. Setiap jujukan yang disenaraikan oleh hasil BLAST mempunyai parameter yang perlu dianalisis oleh penyelidik. Jujukan dari GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan. Satu sampel bagi spesies *Neobenedenia girellae*, *Neobenedenia melleni*, *Benedenia sargocentron* dan *Benedenia epinepheli* diambil sebagai rujukan. *Diclidophora luscae capelaniis* (monogenea) digunakan sebagai *outgroup*.

Dengan menggunakan pokok filogenetik, sampel dikumpulkan ke tahap spesies.

Jadual 1. Jujukan dari Genbank

| Spesies | Nombor akses Genbank |
|---------------------------------------|----------------------|
| <i>Neobenedenia girellae</i> | MH843708.1 |
| <i>Neobenedenia melleni</i> | JN797596.1 |
| <i>Benedenia sargocentron</i> | JN797597.1 |
| <i>Benedenia epinepheli</i> | EU707803.1 |
| <i>Diclidophora luscae capelaniis</i> | AF311704.1 |

Keputusan dan perbincangan

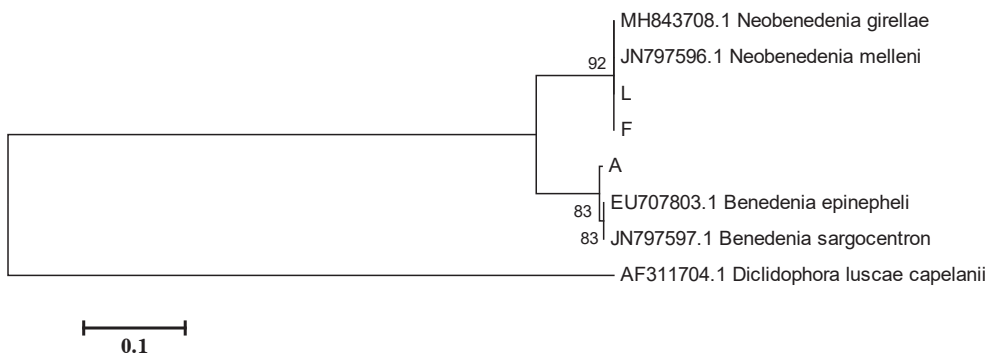
Hanya tiga sampel dianalisis iaitu sampel A, F dan L. Sampel B dan K tidak memberi amplifikasi yang baik untuk dianalisis.

Selepas diujarkan mengguna software MEGA6, setiap sampel dianalisis menggunakan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI. Hasilnya menunjukkan F dan L adalah *Neobenedenia sp.*, manakala sampel A adalah *Benedenia sp.* Ketiga-tiga sampel kemudiannya diujarkan dengan empat jujukan dari GenBank (Jadual 1) untuk melihat perkaitannya.

Dalam Jadual 2, jarak genetik yang ditunjukkan antara sampel A dengan *Benedenia epinepheli* dan *B. sargocentron* ialah antara 0.006. Ini meletakkan ketiga-tiga sampel dalam satu kelompok atau dahan dalam pokok filogenetik (Rajah 1). Manakala sampel F dan L memberikan nilai nil dengan dua sampel rujukan, *Neobenedenia girellae* dan *N. melleni*. Ini meletakkan keempat-empat sampel dalam satu kelompok atau dahan dalam pokok filogenetik (Rajah 1).

Jadual 2. *Pairwise distance* bagi setiap sampel capsalid, sampel rujukan dan *outgroup*

| | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| A | | | | | | | | |
| F | 0.146 | | | | | | | |
| L | 0.146 | 0.000 | | | | | | |
| EU707803.1_Benedenia_epinepheli | 0.006 | 0.138 | 0.138 | | | | | |
| JN797597.1_Benedenia_sargocentron | 0.006 | 0.138 | 0.138 | 0.000 | | | | |
| AF311704.1_Diclidophora_luscae_capelanii | 1.161 | 1.192 | 1.192 | 1.201 | 1.201 | | | |
| MH843708.1_Neobenedenia_girellae | 0.146 | 0.000 | 0.000 | 0.138 | 0.138 | 1.192 | | |
| JN797596.1_Neobenedenia_melleni | 0.146 | 0.000 | 0.000 | 0.138 | 0.138 | 1.192 | 0.000 | |



Rajah 1. Pokok filogenetik yang terhasil dari data jujukan sebahagian 28S ribosomal DNA sepanjang 312 bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining.

Pengenalpastian spesies udang kara

Masazurah A. Rahim

Pengenalan

Makmal Bioteknologi, FRI Batu Maung menerima permintaan daripada pihak Pejabat Perikanan Negeri (PPN) Pulau Pinang untuk mengenalpasti spesies udang kara dan ikan yang diperolehi dari peternak. (Rujukan: Prk. PS 02/30 bertarikh 22 Mei 2017).

Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik sitokrom oksida subunit 1 (CO1). CO1 dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan sesuatu haiwan hingga ke peringkat spesies. Locus ini akan diamplifikasi, dijujuk dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Sampel udang kara diterima dari pegawai PPN pada 22/05/2017, dalam keadaan lengkap. Selepas penerimaan, sampel diambil gambar sebagai rekod dan terus diproses.

Jadual 1. Senarai sampel

| | Spesies | Lokasi | Keadaan sampel | Kod |
|---|------------|---------------------------|----------------|-------|
| 1 | Udang kara | Sg. Korok, Seberang Perai | Hidup | SKR01 |
| 2 | Udang kara | Sg. Korok, Seberang Perai | Hidup | SKR02 |
| 3 | Udang kara | Sg. Korok, Seberang Perai | Hidup | SKR03 |
| 4 | Udang kara | Sg. Korok, Seberang Perai | Hidup | SKR04 |



Rajah 1. Sampel yang diterima

Sampel-sampel (potongan kaki renang dan sirip) tersebut kemudiannya diproses untuk mengasingkan DNA menggunakan kit pengekstrakan DNA komersial (Dneasy for Blood and Tissue, Qiagen). DNA dijadikan tapak untuk mengamplifikasi gen CO1 melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan campuran primer C_FishF1t1–C_FishR1t1 (Ivanova et. al., 2007). Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (FirstBase Laboratories Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST boleh terus dilakukan. BLAST memberi senarai jujukan dari perpustakaan yang menghampiri jujukan penyelidik. Setiap jujukan yang disenaraikan oleh hasil BLAST

mempunyai parameter yang perlu dianalisis oleh penyelidik. Jujukan dari GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan. Satu sampel bagi spesies *Cherax quadricarinatus* diambil sebagai rujukan. *Fenneropenaeus merguensis* (udang putih) digunakan sebagai *outgroup* untuk udang kara. Dengan menggunakan pokok filogenetik, sampel dikumpulkan ketahap spesies.

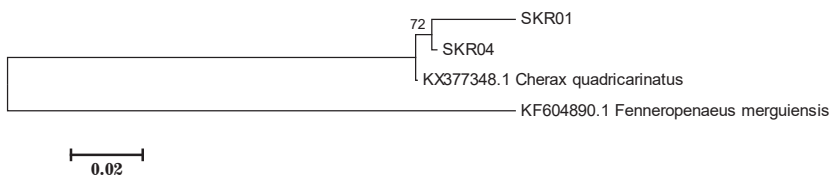
Jadual 2. Jujukan dari Genbank

| Spesies | Nombor akses Genbank |
|----------------------------------|----------------------|
| <i>Cherax quadricarinatus</i> | KX377348.1 |
| <i>Fenneropenaeus merguensis</i> | KF604890.1 |

Keputusan dan perbincangan

Keempat-empat sampel berjaya diekstrak DNA-nya dan diamplikasi. Produk PCR telah dihantar untuk penjujukan dan menghasilkan jujukan sepanjang 630 bp bagi SK01 dan SKR04. SKR02 dan SKR03 dikeuarkan dari analisis kerana jujukan yang terhasil terlalu pendek.

Selepas dijajarkan mengguna software MEGA6, setiap sampel dianalisis menggunakan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI. Hasilnya menunjukkan SK01 dan SKR04 adalah *Cherax quadricarinatus*. Kedua-dua sampel kemudiannya dijajarkan dengan satu jujukan dari GenBank (Jadual 2) untuk melihat perkaitannya. Ini meletakkan ketiga-tiga sampel dalam satu kelompok atau dahan dalam pokok filogenetik (Rajah 2).



Rajah 2. Pokok filogenetik yang terhasil dari data jujukan gen sitokrom oksidasi sub unit 1 (CO1) sepanjang 630 bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining.

Laporan pengenalpastian spesies obor-obor dari Kuantan, Pahang

Masazurah A. Rahim

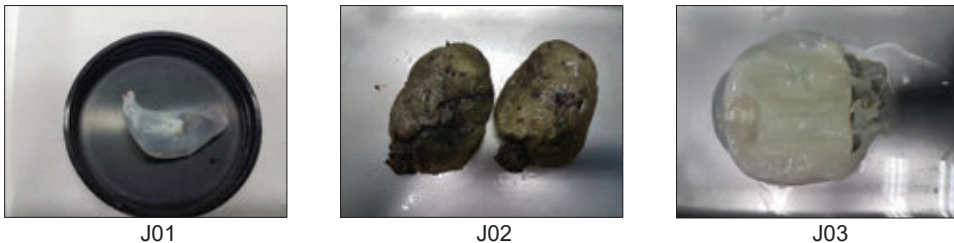
Pengenalan

Makmal Bioteknologi, FRI Batu Maung menerima permintaan dari pihak Pusat Biosekuriti Kuantan, Pahang untuk mengenal pasti beberapa spesies obor-obor yang diperolehi dari nelayan dan orang awam. Sumber mendakwa dua daripada 3 spesies tersebut adalah *box jellyfish* dan *Portuguese Man of War*. Pegawai tersebut telah dimaklumkan cara persampelan dan penyimpanan sampel.

Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik sitokrom oksida subunit 1 (CO1). CO1 dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan sesuatu haiwan hingga ke peringkat spesies. Lokus ini akan diamplifikasi, dijujuk dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Tiga spesies obor-obor diterima pada 26/02/2019, dua set setiap satu dalam keadaan lengkap; set 1 disimpan dalam 70% etanol dan set 2 dalam 4% formalin. Selepas penerimaan, sampel diambil gambar (Rajah 1) dan terus diproses.



Rajah 1. Sampel-sampel yang diterima yang telah disimpan di dalam 70% etanol.

Sampel-sampel yang disimpan dalam 70% etanol kemudiannya diproses untuk mengasingkan DNA menggunakan kit pengekstrakan DNA komersial (Dneasy for Blood and Tissue, Qiagen). Sampel-sampel yang disimpan dalam 4% formalin tidak diproses kerana DNA tidak boleh diekstrak daripada sel yang telah diawet dengan formalin. DNA dijadikan tapak untuk mengamplifikasi gen CO1 melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan pasangan primer HCO2198 and LCO1490 (Folmer et. al., 1994). Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (Apical Science Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST (Basic Local Alignment Search Tools) boleh terus dilakukan. BLAST membuat perbandingan dengan senarai jujukan dari pangkalan data genbank dan akan memberi senarai jujukan yang sama atau hampir sama dengan jujukan penyelidik. Jujukan dari GenBank NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan untuk menghasilkan pokok filogenetik (Jadual 1). *Holothuroidea* sp. digunakan sebagai *outgroup*. Dengan menggunakan pokok filogenetik (lampiran), sampel dikumpulkan ke tahap spesies.

Jadual 1. Jujukan dari genbank

| Spesies | Nombor akses Genbank |
|----------------------------|----------------------|
| <i>Chironex fleckeri</i> | FJ665181.1 |
| <i>Chironex yamaguchii</i> | FJ665182.1 |
| <i>Physalia physalis</i> | MK084614.1 |
| <i>Holothuroidea sp.</i> | MG935385.1 |

Keputusan dan perbincangan

Ketiga-tiga sampel berjaya diekstrak DNA-nya dan diampikasi. Produk PCR telah dihantar untuk penjujukan dan menghasilkan jujukan sepanjang 613 bp. Sampel J02 dikeluarkan dari analisis seterusnya kerana jujukan yang terhasil cuma 368 bp.

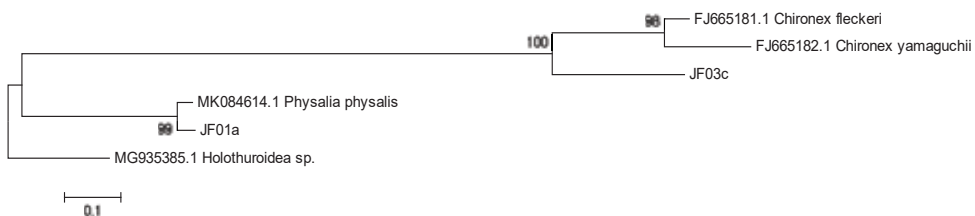
Selepas diujarkan mengguna software MEGA6, setiap sampel dianalisis menggunakan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI. Hasilnya menunjukkan kedua-dua sampel adalah J01 – *Chironex sp.* dan J03 – *Physalia physalis*. Kesemua sampel kemudiannya diujarkan dengan empat jujukan dari GenBank (Jadual 1) untuk melihat perkaitannya dengan spesies-spesies obor yang lain. Jarak genetik (Jadual 2) yang terhampir ditunjukkan di antara sampel J01 dengan MK084614.1 iaitu antara 0.059. Ini meletakkan kedua-dua sampel dalam satu kelompok atau dahan dalam pokok filogenetik (Rajah 2). Berdasarkan kepada keputusan BLAST, 95% jujukan J01 menyamai jujukan *Physalia physalis* di dalam GenBank. J03 memberi bacaan 0.515 dan 0.550 dengan FJ665181.1 dan FJ665182.1. Ini menunjukkan sampel J03 adalah termasuk di dalam genus *Chironex*.

Kesimpulan

Hasil dari BLAST dan pokok filogenetik menunjukkan bahawa sampel J01 adalah Portuguese Man of War, *Physalia physalis* dan sampel J03 adalah Box Jellyfish, *Chironex sp.*

Jadual 2. *Pairwise distance* bagi setiap sampel.

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| J01 | | | | |
| J03 | 1.410 | | | |
| FJ665181.1 | 1.425 | 0.515 | | |
| FJ665182.1 | 1.737 | 0.550 | 0.197 | |
| MK084614.1 | 0.059 | 1.437 | 1.405 | 1.727 |



Rajah 2. Pokok filogenetik yang terhasil dari data jujukan gen sitokrom oksidasi sub unit 1 (CO1) sepanjang 613bp menggunakan metodologi Neighbour-Joining. JF01a dan JF03c adalah sampel yang diuji. *C. Fleckeri* (FJ665181.1), *C. Yamaguchii* (FJ665182.1) dan *P. Physalis* (MK084614.1) adalah spesies rujukan yang diperolehi dari pengkalan data NCBI. *Holothuroidea sp.* Digunakan sebagai *outgroup*. Pokok ini dilukis dengan skala, di mana panjang cabang dalam unit yang sama dengan jarak evolusi yang digunakan untuk menyimpulkan pokok filogenetik

Pengenalpastian spesies penyu menggunakan kaedah biologi molekul

Masazurah A. Rahim

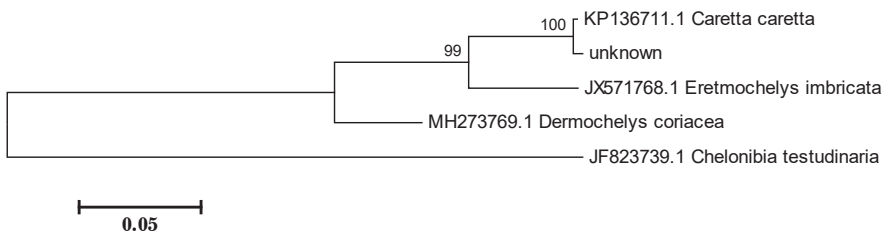
Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA penyu dianalisis menggunakan penanda genetik sitokrom oksida subunit 1 (CO1). CO1 dipilih kerana telah terbukti ia dapat membezakan sesuatu haiwan hingga ke peringkat spesies. Lokus ini akan diamplifikasi, dijujukan dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Sampel DNA penyu tersebut yang dilabelkan sebagai '*unknown*', diamplifikasi menggunakan pasangan primer vf1 (Ivanora et al, 2006) dan vr1 (Ward et al, 2005). Produk PCR itu kemudiannya dihantar untuk jujukan. Hasil jujukan tersebut kemudiannya dibandingkan menggunakan BLAST dalam GenBank. BLAST mengenalpasti sampel '*unknown*' tersebut sebagai *Caretta caretta*.

Untuk menyokong hasil tersebut, beberapa jujukan dari GenBank digunakan untuk membentuk rajah pokok filogenetik bertujuan melihat kedudukan sampel '*unknown*' berbanding jujukan spesies yang diketahui. Rajah 1 menunjukkan sampel '*unknown*' terletak bersama dengan jujukan *Caretta caretta* dari GenBank.



Proses mengambil sedikit tisu dari kaki renang belakang penyu untuk mendapatkan sampel DNA



Rajah 1. Pokok filogenetik yang dihasilkan menggunakan kaedah Neighbor-joining tree dari sebahagian jujukan gen mitokondria sitokrom oksida subunit 1, CO1. Sampel '*unknown*' adalah sampel penyu yang ingin diketahui spesiesnya. Sampel-sampel lain adalah dari GenBank (sila rujuk access number di awalan nama). *Chelonibia testudinaria* (teritip) digunakan sebagai *outgroup*.

Laporan pengenalpastian spesies tilapia dari Tasik Temenggor, Perak

Masazurah A. Rahim

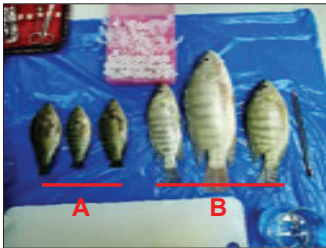
Pengenalan

FRI Batu Maung menerima permintaan dari Pejabat Perikanan Negeri Perak untuk mengenal pasti spesies tilapia yang dikatakan sering ditangkap oleh para pemancing di sekitar Tasik Temenggor. Wujud dakwaan mengatakan tilapia tersebut berasal dari ikan tilapia yang terlepas dari sangkar yang diusahakan oleh Trapia (M) Sdn Bhd. Syarikat ini telah memulakan penternakan tilapia dalam sangkar di perairan Tasik Temenggor sejak 2007.

Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA setiap sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik *Mitochondrial Control Region* (mtDNA CR). MtDNA CR dipilih kerana telah terbukti ia dapat mengklasifikasikan dan menerangkan hubungan filogenetik 42 spesies tilapiine yang berasal dari Afrika. Locus ini akan diamplifikasi, diujuk dan kemudiannya akan dibandingkan secara BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Dengan bantuan kakitangan Pejabat Perikanan Daerah Gerik, 30 ekor tilapia berjaya ditangkap dari kawasan sekitar Tasik Temenggor pada 04 Mac 2020 bersaiz (panjang total, TL) antara 8-23 cm. Kumpulan ini akan dianggap sebagai kumpulan tilapia liar (TB). Kumpulan tilapia yang diternak oleh Trapia (TR) dibeli oleh Pejabat Perikanan Negeri Perak sebanyak 30 ekor bersaiz (TL) antara 7-10 cm. Kedua-dua kumpulan sampel ini disimpan secara berasingan dalam dua kotak berisi ais sementara menunggu proses seterusnya.



A: Sampel Trapia, B: Sampel Tasik Temenggor



Proses persampelan



Contoh sampel Trapia



Contoh sampel Tasik Temenggor

Rajah 1: Ikan tilapia yang telah diperolehi.

Kakitangan FRI Batu Maung telah hadir ke Pusat Perikanan Darat Banding pada 05 Mac 2020 untuk memproses sampel ikan tersebut (Rajah 1). Keratan sirip ekor setiap individu diambil dan diawetkan dalam larutan 90% etanol. Sampel ini dibawa ke Makmal Biologi Molekul FRI Batu Maung dan disimpan di dalam peti sejuk -20°C sehingga proses seterusnya.

Sampel-sampel kemudiannya diproses untuk mengasingkan DNA menggunakan kit pengekrakan DNA komersil (Dneasy for Blood and Tissue, Qiagen). DNA ini kemudiannya dijadikan tapak untuk mengamplifikasi mtDNA CR melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan pasangan primer ORMT-F dan ORMT-R. Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (Apical Science Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST (Basic Local Alignment Search Tools) boleh terus dilakukan. BLAST membuat perbandingan dengan senarai jujukan dari pengkalan data GenBank dan akan memberi senarai jujukan yang sama atau hampir sama dengan jujukan sampel. Jujukan dari GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan untuk menghasilkan pokok filogenetik (Jadual 1). *Amphilophus labiatus* digunakan sebagai *outgroup*. Pemilihan *A. Labiatus* atau dikenali dengan nama Flowerhorn, sebagai *outgroup* adalah kerana ia turut terletak di dalam famili Cichlidae. Menggunakan pokok filogenetik (lampiran), sampel dikumpulkan ketahap spesies.

Jadual 1. Jujukan dari GenBank

| Spesies | Nombor akses Genbank |
|--------------------------------|----------------------|
| <i>Oreochromis niloticus</i> | AY833491.1 |
| <i>Oreochromis mossambicus</i> | KY587515.1 |
| <i>Oreochromis aureus</i> | MN384756.1 |
| <i>Amphilophus labiatus</i> | JX402377.1 |

Keputusan dan perbincangan

Kesemua DNA sampel berjaya diekstrak dan diampikasi. Walau bagaimanapun, hanya 15 produk PCR bagi setiap kumpulan dihantar untuk penjujukan dan menghasilkan jujukan sepanjang 343 bp. Masing-masing 1 dan 4 produk PCR dari kumpulan liar (TB) dan kumpulan Trapia (TR) dikeluarkan dari analisis kerana hasil jujukan tidak berkualiti.

Selepas diujarkan menggunakan software MEGA6, setiap sampel dianalisis dengan BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank National Center for Biotechnology Information (NCBI). Hasilnya membuktikan kesemua sampel (25) adalah tilapia. Kesemua sampel kemudiannya diujarkan dengan empat jujukan rujukan dari GenBank (Jadual 1) menggunakan program ClustalW2 untuk melihat perkaitannya dengan spesies-spesies tilapia yang lain. Pokok filogenetik dibina menggunakan kaedah Neighbor-joining dengan model jarak Kimura 2-parameter oleh MEGA6 (Rajah 2). Ia berjaya mengasingkan kumpulan TB dan TR di mana individu TB berhubung rapat dengan *O. niloticus* dan TR dengan *O. aureus*. Berdasarkan kepada rajah pokok, kumpulan TB dan TR bukan berasal dari sumber yang sama.

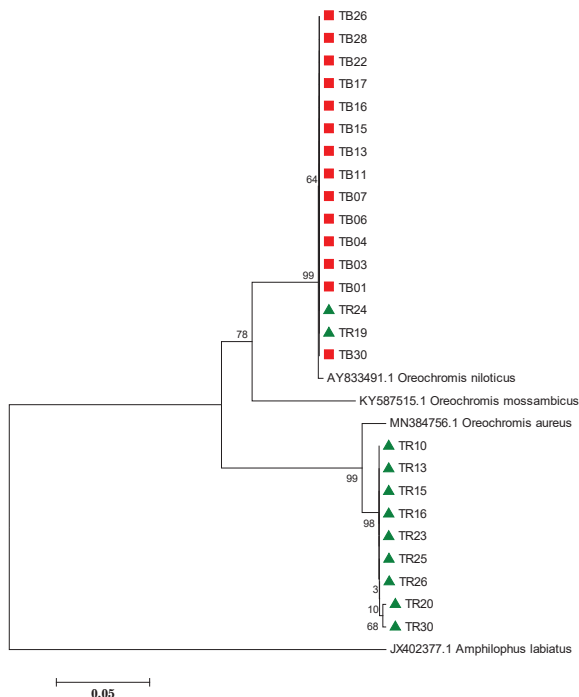
Jarak genetik bagi individu daripada TB, TR dan jujukan rujukan dikira sebagai data sokongan kepada keputusan pokok filogenetik (Jadual 2). Hanya dua individu dari TB dan TR diambil kira kerana nilainya adalah sama bagi setiap individu dalam kumpulan masing-masing. Berpandukan kepada Jadual 2, jarak genetik yang terdekat adalah pada bacaan 0.0030 iaitu di antara TB (01 dan 03) dengan *O. niloticus*, diikuti oleh 0.0211 di antara TR (10 dan 13) dengan *O. aureus*. Jarak genetik antara TR dan TB memberi nilai 0.1595 menghampiri jarak yang ditunjukkan antara *O. niloticus* dengan *O. aureus* iaitu 0.1615. Ia ini menyokong keputusan yang dihasilkan melalui pokok filogenetik.

Kesimpulan

Hasil daripada BLAST, pokok filogenetik dan jarak genetik menunjukkan bahawa sampel tilapia Tasik Temenggor (liar) berbeza berbanding sampel tilapia yang ditenak oleh Trapia (M) Sdn Bhd. Melalui kaedah biologi molekul, dipercayai, tilapia liar di Tasik Temenggor tidak berasal daripada stok ternakan Trapia (M) Sdn Bhd.

Jadual 2. Jarak genetik antara individu berdasarkan kepada jujukan mtDNA CR. Jarak genetik mtDNA CR individu dihasilkan menggunakan model Kimura 2-parameter MEGA6.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 1. TR10 | | | | | | | | |
| 2. TR13 | 0.0000 | | | | | | | |
| 3. TB01 | 0.1595 | 0.1595 | | | | | | |
| 4. TB03 | 0.1595 | 0.1595 | 0.0000 | | | | | |
| 5. KY587515.1_ <i>Oreochromis mossambicus</i> | 0.1749 | 0.1749 | 0.1012 | 0.1012 | | | | |
| 6. MN384756.1_ <i>Oreochromis aureus</i> | 0.0211 | 0.0211 | 0.1657 | 0.1657 | 0.1772 | | | |
| 7. AY833491.1_ <i>Oreochromis niloticus</i> | 0.1554 | 0.1554 | 0.0030 | 0.0030 | 0.1049 | 0.1615 | | |
| 8. JX402377.1_ <i>Amphilophus labiatus</i> | 0.6938 | 0.6938 | 0.6748 | 0.6748 | 0.7091 | 0.7202 | 0.6816 | |



Rajah 2. Pokok filogenetik yang dibina dari jujukan mtDNA CR tilapia menggunakan model jarak Kimura 2-parameter. Adalah jujukan mtDNA CR tilapia liar (TB) dan adalah jujukan mtDNA CR dari tilapia Trapia (TR). *O. niloticus* (AY833491.0), *O. mossambicus* (KY587515.1), *O. aureus* (MN384756.1) dan *Amphilophus labiatus* (JX402377.1) adalah spesies rujukan yang diperolehi dari pengkalan data NCBI.

Laporan pengenalpastian spesies dinoflagelat

Masazurah A. Rahim

Pengenalan

Makmal Biologi Molekul, FRI Batu Maung menerima permintaan daripada Makmal Biotoksin untuk mengenal pasti spesies dinoflagelat yang diisolasi dari kejadian ledakan alga di Perak dan Pulau Pinang pada penghujung Mei 2020. Melalui pemerhatian mikroskopik, morfologi dinoflagelat tersebut dikatakan menyerupai genus *Cochlodinium* tetapi bukan *C. polykirkoides* yang biasa dijumpai di perairan negara. Ledakan alga ini telah menyebabkan kerugian kepada penternak terutamanya di kawasan Tg. Piandang dan Kuala Gula, Perak.

Kaedah biologi molekul digunakan di mana DNA sampel akan dianalisis menggunakan penanda genetik Large Subunit Ribosomal DNA (28S rDNA). 28S rDNA dipilih kerana telah terbukti ia dapat mengklasifikasikan dan menerangkan hubungan filogenetik kumpulan alga. Lokus ini akan diamplifikasi, diujuk dan kemudiannya akan dibandingkan menggunakan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) dengan himpunan jujukan di GenBank NCBI (National Center For Biology Information).

Metodologi dan keperluan

Lapan tiub berisi sampel sel tunggal dinoflagelat diterima dari Makmal Biotoksin. Sel dilisis (dipecahkan untuk membebaskan DNA) menggunakan enzim proteinase k pada suhu 55°C selama 60 minit. Aktiviti proteinase k dihentikan melalui pemanasan pada suhu 94°C selama 10 minit. Sampel kemudiannya disimpan pada suhu 4°C sehingga proses seterusnya. Sampel yang telah dilisis kemudiannya dijadikan tapak untuk mengamplifikasi 28S rDNA melalui tindak balas rantai polimerase (PCR) menggunakan pasangan primer D3Ca dan D1R. Produk PCR ini kemudiannya dihantar ke makmal yang menyediakan khidmat penjujukan (Apical Science Sdn Bhd).

Jujukan-jujukan yang diterima dianalisis menggunakan software MEGA6, yang mana proses BLAST (*Basic Local Alignment Search Tools*) boleh terus dilakukan. BLAST membuat perbandingan dengan senarai jujukan dari pengkalan data GenBank dan akan memberi senarai jujukan yang sama atau hampir sama dengan jujukan sampel. Jujukan dari GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) digunakan sebagai rujukan untuk menghasilkan pokok filogenetik (Jadual 1). *Gymnodinium nolleri* digunakan sebagai *outgroup*. Pemilihan *G. nolleri* sebagai *outgroup* adalah kerana ia turut terletak di dalam famili Gymnodiniaceae. Jujukan *C. polykirkoides* turut disertakan untuk melihat perkaitannya dengan spesies yang cuba dikenalpasti ini. Menggunakan pokok filogenetik (lampiran), sampel dikumpulkan ketahap spesies.

Jadual 1. Jujukan dari Genbank

| Spesies | Nombor akses GenBank |
|-----------------------------------|----------------------|
| <i>Margalefidinium fulvescens</i> | MN828568.1 |
| <i>Cochlodinium polykirkoides</i> | KC577591.1 |
| <i>Gymnodinium nolleri</i> | AY036079.1 |

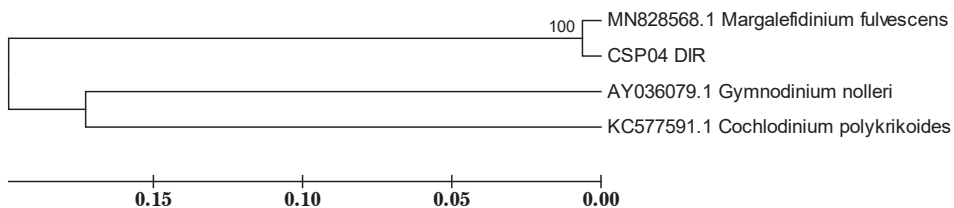
Keputusan dan perbincangan

Hanya 4 dari 8 sampel berjaya diampifikasi. Daripada 4 sampel tersebut, 1 sampel berjaya diujuk sepanjang 700 bp manakala selebihnya kurang dari 450 bp. Menggunakan perisian MEGA6, setiap sampel dianalisis secara BLAST untuk membandingkan jujukan sampel tersebut dengan jujukan yang wujud dalam GenBank NCBI (National Center for Biotechnology Information). Keputusan BLAST menunjukkan kesemua sampel (4) adalah

Margalefidinium fulvescens walaupun sebahagian dari sampel tersebut mempunyai jujukan yang pendek. Hanya sampel berjujukan 700 bp kemudiannya dijajarkan dengan tiga jujukan rujukan dari GenBank (Jadual 1) menggunakan program ClustalW2 untuk melihat perkaitannya dengan spesies-spesies dinoflagelat rujukan. Pokok filogenetik dibina menggunakan kaedah UPGMA dengan model jarak Kimura 2-parameter oleh MEGA6 (Rajah 1). Berdasarkan kepada pokok filogenetik, sampel CSP04 D1R mempunyai hubungan yang rapat dengan *Margalefidinium fulvescens* berbanding *Cochlodinium polykrikoides*. Keputusan ini turut disokong oleh data yang ditunjukkan oleh jarak genetik antara sampel yang diuji dengan sampel rujukan (Jadual 2). Berpandukan kepada Jadual 2, jarak genetik yang terdekat adalah pada bacaan 0.012 ± 0.005 iaitu di antara CSP04 D1R dengan *Margalefidinium fulvescens*. Bacaan 0.377 ± 0.030 ditunjukkan bagi jarak di antara CSP04 D1R dengan *Cochlodinium polykrikoides*. Jarak di antara CSP04 D1R dengan *outgroup*, *Gymnodinium nolleri* pula ialah 0.414 ± 0.035 .

Kesimpulan

Hasil daripada BLAST, pokok filogenetik dan jarak genetik menunjukkan bahawa sampel dinoflagelat yang telah diuji menggunakan kaedah biologi molekul dikenal pasti sebagai *Margalefidinium fulvescens*.



Rajah 1. Pokok filogenetik yang dibina dari jujukan 28S rDNA menggunakan model jarak Kimura 2-parameter. CSP04 D1R adalah sampel yang diuji. *M. fulvescens* (MN828568.1), *G. Nolleri* (AY036079.1), dan *C. polykirkoides* (KC577591.1) adalah spesies rujukan yang diperolehi daripada pangkalan data NCBI. Pokok ini dilukis dengan skala, di mana panjang cabang dalam unit yang sama dengan jarak evolusi yang digunakan untuk menyimpulkan pokok filogenetik.

Jadual 2. Jarak genetik antara individu berdasarkan kepada jujukan 28S rDNA. Jarak genetik 28S rDNA (bahagian bawah) dan sisihan piawai (bahagian atas) individu dihasilkan menggunakan model Kimura 2-parameter MEGA.

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| 1. MN828568.1 <i>Margalefidinium fulvescens</i> | | 0.035 | 0.031 | 0.005 |
| 2. AY036079.1 <i>Gymnodinium nolleri</i> | 0.421 | | 0.030 | 0.035 |
| 3. KC577591.1 <i>Cochlodinium polykrikoides</i> | 0.376 | 0.345 | | 0.030 |
| 4. CSP04 D1R | 0.012 | 0.414 | 0.377 | |

Penghargaan

Dr. Hadzley Harith
Abu Yazidyusnisab Muhammad
Mohamad Fauzi Ahmad
Noorakmal Ramli
Jazmi Raheen
Ahmad Romadoni Md Sabron
Mohd Nawab Arshad
Abdul Rahman M Ahamad Thamby
Nur Nasuha Mohd Tarmizi
Azam Hanim Shuhadah Ariffin
Faizah Abdul Hamid
Norhanim Ahmad
Nor Azlina Abd Rahman
dan semua yang terlibat secara langsung
atau tidak dalam menjalankan kajian ini



INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN

Fisheries Research Institute (FRI), 11960 Batu Maung, Pulau Pinang

ISBN 978-967-2946-10-6



9 7 8 9 6 7 2 9 4 6 1 0 6