

**KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMENT, AIR, DAN LANDAK LAUT DI
PULAU SEPANGAR**

SITTI JAHARAH BINTI RAYAJI

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**PROGRAM SAINS MARIN
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2015

262769

ARKIB



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMENT LANDAL LAUT DI PUCAU SEPANGAR.

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPERLUAN

SAYA: SITI JAHARAH BINTI RAYAJI SESI PENGAJIAN: 0012 / 2015
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

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

- SULIT (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)
- TERHAD (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)
- TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan oleh:

NURULAIN BINTI ISMAIL
LIBRARIAN
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Dr. ABENTIN ESTIM
NAMA PENYELIA

Alamat tetap: KAMPUNG BINGKAL,
89808 BEAUFORT, SABAH.

Tarikh: 19/6/2015

Tarikh: _____

Catatan :-

- * Potong yang tidak berkenaan.
- * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PERPUSTAKAAN UMS



* 1000368519 *



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui disertasi ini adalah dari hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.



SITTI JAHARAH BINTI RAYAJI

(BS12110622)

23 JUN 2015

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan



1. PENYELIA

(DR. ABENTIN BIN ESTIM)

PENGHARGAAN

Bersyukur saya kepada Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnia dan keizinanNya, akhirnya saya dapat menyempurnakan projek tahun akhir saya di Universiti Malaysia Sabah. Pertama sekali saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ribuan terima kasih kepada Dr. Abentin Bin Estim selaku penyelia saya yang banyak memberi dorongan, bimbingan, dan nasihat sepanjang penyelidikan ini dijalankan.

Tidak lupa juga saya mengucapkan terima kasih kepada pembantu makmal IPMB, Cik Jorinah Melson, Penolong pegawai Sains makmal FSMP, Encik Wilter Kisim dan juga krew-krew *Boathouse* kerana banyak memberi kerjasama dan bantuan sepanjang projek saya dijalankan.

Ucapan ikhlas terima kasih yang tak terhingga juga diberikan kepada rakan-rakan seperjuangan, terutamanya Nur Abidah, Nur Fatin Fazira, Asrohain, Jubaida, Nur Tahera, dan Alexandra atas segala bantuan fizikal dan mental yang diberikan lebih-lebih lagi ketika pelbagai masalah muncul semasa kajian ini dijalankan. Terima kasih kerana tidak berputus asa.

Kepada keluarga tercinta, bapa, mak, dan adik-adik yang tersayang, terima kasih diucapkan kerana dorongan dan kekuatan yang telah diberikan apabila dugaan dihadapi selama ini. Akhir kata, jasa anda semua akan saya ingati selamanya.

PENGHARGAAN

Bersyukur saya kepada Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnia dan keizinanNya, akhirnya saya dapat menyempurnakan projek tahun akhir saya di Universiti Malaysia Sabah. Pertama sekali saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ribuan terima kasih kepada Dr. Abentin Bin Estim selaku penyelia saya yang banyak memberi dorongan, bimbingan, dan nasihat sepanjang penyelidikan ini dijalankan.

Tidak lupa juga saya mengucapkan terima kasih kepada pembantu makmal IPMB, Cik Jorinah Melson, Penolong pegawai Sains makmal FSMP, Encik Wilter Kisir dan juga krew-krew *Boathouse* kerana banyak memberi kerjasama dan bantuan sepanjang projek saya dijalankan.

Ucapan ikhlas terima kasih yang tak terhingga juga diberikan kepada rakan-rakan seperjuangan, terutamanya Nur Abidah, Nur Fatin Fazira, Asrohain, Jubaida, Nur Tahera, dan Alexandra atas segala bantuan fizikal dan mental yang diberikan lebih-lebih lagi ketika pelbagai masalah muncul semasa kajian ini dijalankan. Terima kasih kerana tidak berputus asa.

Kepada keluarga tercinta, bapa, mak, dan adik-adik yang tersayang, terima kasih diucapkan kerana dorongan dan kekuatan yang telah diberikan apabila dugaan dihadapi selama ini. Akhir kata, jasa anda semua akan saya ingati selamanya.

ABSTRAK

Pencemaran logam berat di persekitaran marin telah menjadi isu tempatan dan juga isu antarabangsa. Logam berat boleh di toleransi pada kepekatan rendah, akan tetapi menjadi toksik pada kepekatan lebih tinggi. Landak laut merupakan salah satu bio-penunjuk pada pencemaran logam berat dan juga salah satu organisma marin yang boleh di makan. Kajian ini direka untuk menentukan dan membandingkan kepekatan logam berat di dalam dan di antara sedimen, air dan landak laut yang dijumpai di Pulau Sepanggar. Kepekatan logam berat di analisis pada empat stesen, stesen 1 dan 2 berada di kawasan penempatan penduduk dan stesen 3 dan 4 berada di kawasan bukan penempatan. Gonad landak laut digunakan untuk menganalisis kepekatan logam berat dalam dua spesies landak laut telah dijumpai, iaitu *Diedema* sp dan *Echinotrix calamaris*. Kesemua sampel dianalisis menggunakan mesin Pasangan Plasma Induktif – Jisim Spectrofotometer (ICP-MS). Elemen-elemen logam berat yang di analisis adalah Cd, Cu, As, Pb, dan Zn. *Diadema* sp. mempunyai kepekatan As dan Zn yang lebih tinggi berbanding *Echinotrix calamaris* iaitu masing-masing mg/L dan 0.158 ± 0.004 mg/L. Cd di dalam sedimen pula mempunyai kepekatan logam berat yang rendah di kedua-dua kawasan kajian, kawasan penempatan dan bukan penempatan dengan masing-masing 0.001 ± 0.000 mg/L dan 0.0003 ± 0.0001 mg/L. Kepekatan logam berat dalam air pula dikesan mempunyai kepekatan Cu lebih tinggi di kawasan bukan penempatan berbanding kawasan penempatan iaitu 0.045 ± 0.009 mg/L. Hasil analisis statistik daripada t-test menunjukkan faktor kawasan penempatan dan bukan penempatan tidak mempengaruhi tahap kepekatan logam berat dalam air dan sedimen.

ABSTRACT

Heavy metal pollution was already became an issues in marine environment either on national and international. Low concentration of heavy metal still tolerable, however it becomes toxic when high concentration. Sea urchin is one of bio-indicators that indicate occurrence of heavy metal pollution and also one of marine organism that edible. The study was designed to determine and compare heavy metal concentration between sediment, water and sea urchin was found at Pulau Sepanggar. The heavy metal concentration were analyzed at four station, station 1 and 2 located near Residential ares while station 3 and 4 located near Non-residential area. Gonads of sea urchin were using to analysed the heavy metal concentration and there are two species of sea urchin was found at Pulau Sepanggar, which is *Diadema sp.* and *Echinotrix calamaris*. All samples were analysed by using Induced Coupled Plasma – Mass Spectrophotometer (ICP-MS) machine. The element that was analysed for this study are Cd, Cu, As, Pb and Zn. *Diadema sp.* had high concentration of As and Zn compared to *Echinotrix calamaris* with 0.097 ± 0.03 mg/L and 0.158 ± 0.004 mg/L respectively. Cd in sediment was analysed as the lower heavy metal concentration at both area, residential and non-residential area with 0.001 ± 0.000 mg/L and 0.0003 ± 0.0001 mg/L respectively. While in water, heavy metal element was detected Cu had high in concentration at non-residential area compared residential area. The statistical analysis of t-test showed that residential and non-residential area were not affected the heavy metal concentration level on water and sediment.

KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI GAMBAR	xi
SENARAI PENYINGKATAN	xii
SENARAI SIMBOL	xiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Landak laut (<i>Echinoidea</i>)	1
1.2	Logam Berat	2
1.3	Objektif Kajian	4
1.4	Hipotesis	4
1.5	Kepentingan Kajian	4

BAB 2 ULASAN PUSTAKAAN

2.1	Spesies-spesies Landak laut di Sabah	6
2.2	Morfologi Landak laut	7
2.3	Teknik-teknik Analisis Logam Berat	9

BAB 3 METODOLOGI

3.1	Lokasi Kajian	10
3.2	Pengendalian dan Pengumpulan Sampel	11
3.3	Radas dan Peralatan	12

3.4	Analisis Makmal	12
3.4.1	Penyediaan Sampel Gonad	12
3.4.2	Penyediaan Sampel Air	12
3.4.3	Penyediaan Sampel Sedimen	13
3.4.4	Pasangan Plasma Induktif – Jisim Spektrometer (ICP-MS)	13
3.5	Analisis Data	13
BAB 4 HASIL		
4.1	Penentuan dan Perbandingan min kepekatan Cu, Zn, Cd, As, dan Pb pada landak laut di Pulau Sepangar	14
4.2	Penentuan dan Perbandingan min kepekatan Cu, Zn, Cd, As, dan Pb dalam sedimen pada kawasan penempatan dan bukan penempatan di Pulau Sepangar	15
4.3	Penentuan dan Perbandingan min kepekatan Cu, Zn, Cd, As, dan Pb air laut pada kawasan penempatan dan bukan penempatan di Pulau Sepangar	16
BAB 5 PERBINCANGAN		
5.1	Kepekatan logam berat dalam landak laut	18
5.2	Kepekatan logam berat pada sedimen dan air di antara kawasan penempatan dan bukan penempatan	19
5.3	Perbandingan kepekatan logam berat dalam landak laut, air, dan sedimen dengan piawaian kualiti air marin Malaysia.	20
5.4	Faktor-faktor yang memberi kesan kepada ketepatan data	21
BAB 6 KESIMPULAN 22		
RUJUKAN 24		
LAMPIRAN 28		

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka surat
4.1 Penentuan dan Perbandingan min kepekatan Cu, Zn, Cd, As, dan Pb pada landak laut di Pulau Sepangar	14
4.2 Penentuan dan Perbandingan min kepekatan Cu, Zn, Cd, As, dan Pb dalam sedimen pada kawasan penempatan dan bukan penempatan di Pulau Sepangar	15
4.3 Penentuan dan Perbandingan min kepekatan Cu, Zn, Cd, As, dan Pb air laut pada perairan penempatan dan bukan penempatan di Pulau Sepangar	16
5.1 Interim Piawaian Kualiti Air Marin Malaysia	20

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Anatomi Landak laut (<i>Echinoidea</i>)	8
2.2 Pasangan Plasma Induktif – Jisim Spektrometer (ICP-MS) mekanisme.	9
3.1 Peta lokasi kajian di Pulau Sepanggar, Kota Kinabalu	10

SENARAI GAMBAR

No. Gambar	Muka Surat
2.1 <i>Diadema setosum</i> salah satu species landak laut di Sabah.	6
2.2 <i>Tripneustes gratilla</i> antara spesies landak laut biasa dijumpai di Sabah	7

SENARAI SINGKATAN

O ₂	Oksigen
Pb	Plumbum
Hg	Raksa
Cd	Kadmium
Zn	Timah
Co	Kobalt
Al	Aluminium
Cr	Krom
Ni	Nikel
Cu	Tembaga
DNA	Asid Deoksiribonukleik
GPS	<i>Global Positioning System</i>
ICP-AES	Pasangan Plasma Induktif – Atom Pelepasan Spektrometer
XRF	Pendarfluor Sinar-X
AAS	Penyerapan Atom Spektroskopi

SENARAI SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	Darjah Celsius
μm	Micrometer
ml	Milliliter
%	Peratus
\pm	Lebih Kurang
cm	Sentimeter
m	Meter
mg	Miligram
L	Liter

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Landak Laut (*Echinoidea*)

Landak laut adalah organisma marin yang cantik dan menarik. Banyak jurnal dan artikel tentang landak laut disiarkan yang menerangkan tentang sifat-sifat fizikal, dan misteri biologi haiwan ini. Landak laut juga adalah sejenis haiwan marin di bawah filum *Echinodermata*, sama seperti timun laut dan tapak sulaiman (Pechenik, 2010), kelas *Echinoidea*, subkelas *Regularia* atau *Endocyclica*, dan order *Camarodontata* dan *Centroechinoida*. *Echinoidea* dianggarkan sebanyak 1,000 spesies di seluruh dunia (Yokota, 2002) dan mempunyai kepelbagaiian warna di antara spesies seperti warna coklat, hitam, ungu, hijau, putih, atau merah. Spesies *Echinoids* secara komersial berharga terutamanya bahagian gonad. Terdapat pelbagai kajian menunjukkan *Echinodermata* bertoleransi dengan kepekatan logam yang tinggi (Hernandez *et al.*, 2009).

Habitat spesies landak laut juga pelbagai bergantung pada spesies landak laut tersebut, dari zon cetek air pasang surut ke laut dalam. Mereka diagihkan seluruh dunia di habitat laut dari zon antara pasang surut kepada 5,000m ke dalam laut dan terdapat sekitar 200 spesies landak laut yang boleh dijumpai di lautan seluruh dunia. Landak laut adalah haiwan yang muncul pada waktu malam untuk mencari makanan dan memainkan peranan sebagai “grazers” yang penting di persekitaran marin disebabkan tabiat makan mereka memakan rumput laut dan mengikis microalgae bentos, maka mereka memainkan peranan utama dalam mengawal pertumbuhan tumbuh-tumbuhan di laut (Pinna *et al.*, 2006). Manakala pada waktu siang, landak laut akan menyembunyikan diri di ceruk dan rekahan terumbu karang dan batu batuan untuk mengelak dari pemangsa-pemangsa.

Echinodermata, terutamanya landak laut adalah salah satu spesies organisma laut yang boleh dimakan. Akan tetapi, sekali logam bertoksik diserap oleh organisma ini, tindakan terhadap tahap biokimia dan tahap ketoksikan mungkin berubah, bergantung pada penspesiesan bahan kimia pada logam dan kepekatananya (Rojas et. Al, 1999; Zyadah & Abdel-Baky, 2000). Di Malaysia, hanya masyarakat di negeri Sabah sahaja mengenali landak laut sebagai bahan makanan (Rahim & Nurhasan, 2011). Landak laut ditangkap di habitat haiwan ini dan gonad landak laut di ambil untuk digunakan sebagai bahan makanan, sama ada mentah atau pun dimasak. Kurnia (2006) menyatakan bahawa masyarakat Jepun juga menangkap dan mengambil gonad landak laut tersebut untuk dimakan. Jepun juga merupakan pengimport terbesar landak laut dan telur landak laut dunia. Manakala, Amerika Syarikat pula pembekal terbesar landak laut dan telur landak laut kepada Jepun (Sloan, 1985).

1.1 Logam Berat

Pencemaran logam berat di persekitaran marin telah menjadi isu tempatan dan juga isu antarabangsa. Tercetusnya kebimbangan tentang pencemaran logam ini adalah kerana tragedi penyakit Minimata yang disebabkan oleh pemakanan kerang-kerangan dan ikan yang telah dicemari oleh merkuri di Teluk Minimata, Jepun (Nammalwar, 1983). Logam berat terdiri daripada logam-logam penting untuk biologi dan bukan biologi. Logam berat penting biologi termasuklah tembaga, nikel, besi dan zink. Besi misalnya membentuk satu bahagian penting pada hemoglobin, protein dalam darah yang mengangkut oksigen (O_2) dari paru-paru ke tisu-tisu lain. Walaupun logam berat ini sangat diperlukan, tetapi ia akan menjadi toksik pada kepekatan tinggi. Logam berat bukan biologi adalah termasuk plumbum (Pb), raksa (Hg), kadmium (Cd), dan timah (Zn). Logam-logam berat ini boleh di toleransi pada tahap rendah, tetapi juga menjadi toksik pada kepekatan lebih tinggi. Urutan ketoksikan logam-logam berat dari rendah hingga tinggi adalah seperti berikut, kobalt (Co), aluminium (Al), krom (Cr), plumbum (Pb), nikel (Ni), zink (Zn), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan raksa (Hg) (Kennish, 1998). Walau bagaimanapun pada

persekitaran marin, tiga logam berat yang menjadi kebimbangan utama adalah plumbum, raksa, dan kadmium (Schreiber, 2002).

Pada kebiasaannya, logam berat memasuki kawasan laut melalui aliran masuk tepi sungai (selepas proses lulu-hawa dan hakisan batu), pemendapan atmosfera (zarah debu, contohnya dari gunung berapi) dan aktiviti-aktiviti antropogeni. Apabila kepekatan logam berat di atas nilai ambang, semua logam berat boleh menjadi toksik. Kepekatan ambang ini bergantung kepada logam, spesies haiwan, tetapi juga keadaan persekitaran, yang mana menentukan ketersediaan. Pendedahan organisma marin untuk paras toksik bahan kontaminasi logam boleh menyebabkan kerosakan terhadap tisu, ketidakupayaan jana semula tisu yang telah rosak, perencutan pertumbuhan, dan merosakkan DNA. Walaupun kebanyakan organisme marin cenderung untuk mengumpul logam berat dari persekitaran, kebanyakannya organisme ini mempunyai kebolehan menyimpan, membuang, atau nyah-toksik. Bagaimanapun, keupayaan-keupayaan cenderung untuk berbeza di antara spesies, membuat sesetengah spesies lebih bertoleransi daripada spesies lain (Kennish, 1996).

Logam berat diperkenalkan di ekosistem marin kebanyakannya tertumpu di kawasan pantai, berhampiran dengan kawasan kediaman yang padat dan kawasan perindustrian (Elliot & Hemingway, 2002). Logam berat biasanya dikaitkan dengan zarah. Zarah-zarah ini selalunya sangat kecil, dan oleh itu zarah-zarah ini boleh berada dalam larutan untuk satu jangka masa sangat panjang. Walau bagaimanapun ianya akan berakhir di sedimen. Oleh itu, kepekatan mendapan selalunya 10 hingga 100 kali lebih tinggi daripada di dalam larutan. Dalam sedimen, zarah-zarah ini boleh membentuk punca tambahan pencemaran yang penting, biarpun selepas sumber utama telah menghilang (Temara *et al*, 1998).

1.2 Objektif kajian

Objektif utama kajian ini adalah :

- i. Untuk menentukan dan membandingkan tahap kepekatan logam berat di antara spesies-spesies landak laut yang dijumpai di perairan Pulau Sepanggar.
- ii. Untuk menentukan dan membandingkan kepekatan logam berat pada air dan sedimen pada kawasan residen dan bukan residen di perairan Pulau Sepanggar.

1.3 Hipotesis

- i. H_0 : Terdapat tiada perbezaan ketara ($p>0.05$) terhadap kepekatan logam berat di antara spesies landak laut yang berbeza.
 H_1 : Terdapat perbezaan ketara ($p<0.05$) terhadap kepekatan logam berat di antara spesies landak laut yang berbeza.
- ii. H_0 : Terdapat tiada perbezaan ketara ($p>0.05$) terhadap kepekatan logam berat (air dan sedimen) di antara kawasan perairan residen dan bukan residen.
 H_1 : Terdapat perbezaan ketara ($p<0.05$) terhadap kepekatan logam berat (air dan sedimen) di antara kawasan perairan residen dan bukan residen.

1.4 Kepentingan Kajian

Kajian ini dirancang untuk menambahkan lagi maklumat tentang kepekatan logam berat pada air, sedimen dan di antara spesies-spesies landak laut yang terdapat di Sabah, terutamanya di lokasi kajian, Pulau Sepanggar dan juga sebagai kesedaran bukan sahaja kepada orang awan tetapi kepada kerajaan dan badan-badan sokongan agar mereka dapat mencari penyelesaian terhadap pencemaran logam berat di sesetengah kawasan marin.

Kawasan perairan Pulau Sepanggar dipilih kerana boleh dikatakan kawasan yang sangat sesuai untuk mengkaji kepekatan logam berat kerana berhampiran dengan kawasan perindustrian dan aktiviti perkапalan. Kajian terhadap kepekatan logam berat pada landak laut dipilih kerana kebanyakan spesies landak laut yang terdapat di Sabah adalah spesies landak laut yang boleh di makan dan terdapat sesetengah suku kaum di Sabah menjadikan spesies landak laut tersebut sebagai makanan harian.

Seperti sedia maklum, logam berat pada kepekatan yang tinggi turut menjadi toksik terutamanya empat jenis logam berat yang membimbangkan, Pb, Hg, As, dan Cd. Disebabkan terdapat spesies landak laut yang boleh dimakan, maka dengan adanya kajian ini, tahap kepekatan logam berat dapat dinilai pada spesies landak laut tersebut sama ada selamat dimakan ataupun tidak. Kajian terhadap kepekatan air laut dan sedimen di kawasan kajian turut dilakukan.

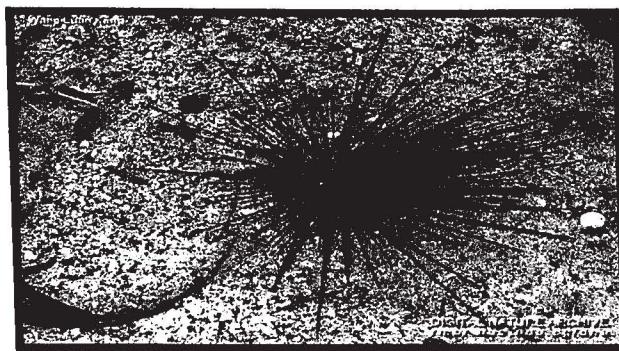
BAB 2

ULASAN PUSTAKAAN

2.1 Spesies Landak Laut (*Echinoidea*) di Sabah

Di Sabah, terdapat sebanyak enam jenis spesies landak laut yang boleh dimakan oleh manusia dan telah dikenal pasti, iaitu *Diadema setosum*, *D. savigni*, *Echinothrix calamaris*, *Pseudoboletia maculate*, *Tripneustes gratilla*, dan *Toxopneustes pileolus* (Rahim & Nurhasan, 2011). Landak laut yang paling biasa dijumpai di Sabah adalah dari spesies *Diadema* sp. dan *T. gratilla* yang mana selalu dijual pasar-pasar di Sabah.

Diadema spp. mempunyai duri-duri berwarna hitam yang sangat panjang seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.1 dan ia mudah dijumpai kerana spesies ini terkumpul pada kelimpahan yang tinggi di kawasan rumput laut, rumput laut, terumbu karang, dan berbatu-batan yang cetek. Berlainan pula dengan *Tripneustes gratilla* pada gambar 2.2 yang mempunyai duri-duri yang pendek dan spesies ini dikatakan semakin berkurang jumlahnya.



(Kredit Gambar : Wang Luan Keng, 2011)

Gambar 2.1 : *Diadema setosum* salah satu species landak laut di Sabah



(Kredit Gambar : Keoki Stender, 2013)

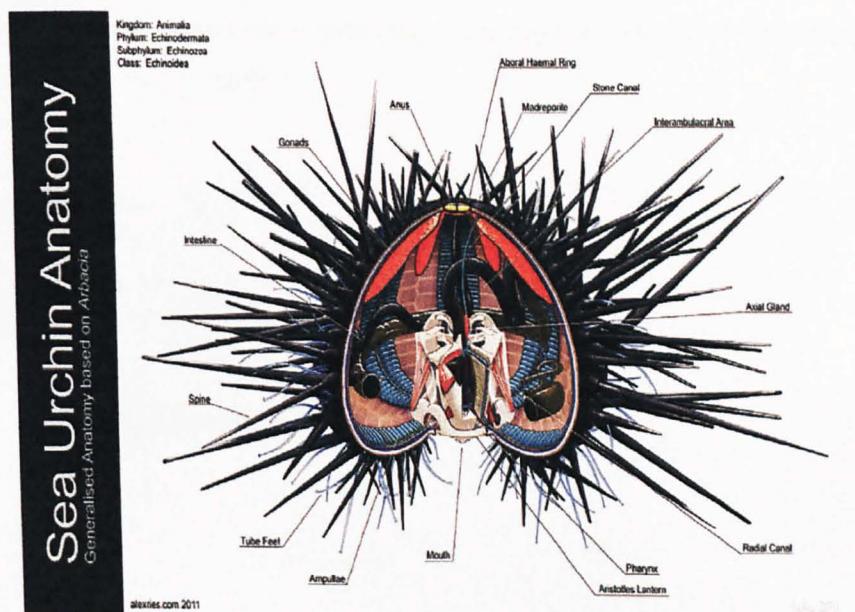
Gambar 2.2 : *Tripneustes gratilla* antara spesies landak laut biasa dijumpai di Sabah

Berdasarkan Rumahlatu (2011), landak laut jenis *Diadema setosum* boleh digunakan sebagai biomonitor pencemaran logam berat di laut. *D. setosum* juga telah digunakan untuk menentukan status pencemaran logam berat pada ekosistem terumbu karang di perairan Singapura, di laut Pasifik Barat Hindi dan bahagian barat laut Mediterranean (Philips, 1990). Spesies landak laut yang lain juga banyak digunakan sebagai bio-penunjuk pencemaran laut, contohnya, *Paracentrotus lividus* dan *Diadema antillarum* (Bielmyer et. al, 2005)

2.1 Morfologi Landak Laut

Landak laut memiliki tubuh yang simetri serta memiliki endoskeleton berupa kerangka kapur. Landak laut ialah haiwan laut yang berduri, berbentuk bulat atau sfera dan diliputi dengan duri-duri panjang atau pendek yang boleh bergerak. Spesies landak laut kebiasaannya bersaiz 6 hingga 12 cm, walaupun spesies paling besar boleh mencecah sehingga 36 cm (Barnes, 1982). Menurut Auernheimer dan Chinchon (1997), organisma Echinoderms memekatkan kalsium dan magnesium yang terlarut di dalam air untuk membina rangka tulang dari magnesium kalsit ($MgCO_3$). Kesemua bahagian landak laut termasuklah duri-durinya, bertindak seperti monokristal di bawah mikroskop polarisasi.

Aspek-aspek pembiakan dan habitat landak laut adalah penting untuk difahami jika membuat kajian mengenainya. Beberapa ciri penting untuk mengenal pasti landak laut, adalah seperti ujian, tulang belakang dan pediselaria. Sama seperti echinoderms biasa, landak laut mempunyai kaki tiub untuk pergerakan, menangkap beberapa partikel makanan terampai dan juga untuk respirasi. Landak laut juga mempunyai struktur rahang yang unik dipanggil "Aristotles lantern". Sesetengah spesies landak laut mempunyai habitat yang khusus walaupun beberapa daripada spesies landak laut tidak mempunyai habitat khusus (Vimono, 2007). Untuk kajian ini, bahagian organ yang digunakan adalah gonad landak laut. Menurut Barnes (1982), Landak laut biasanya mempunyai lima gonad yang terletak di bawah bahagian interambulakral, manakala landak laut berbentuk tidak simetri hanya mempunyai empat gonad.



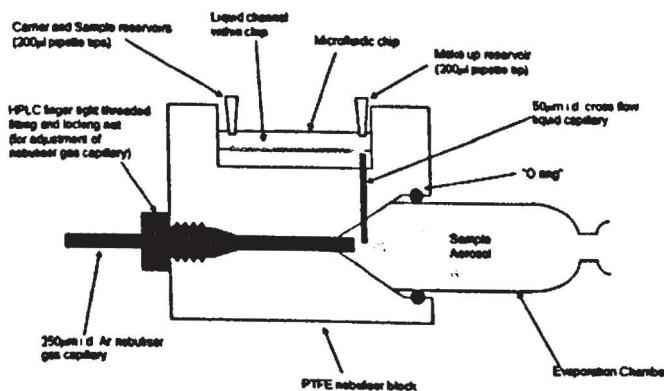
(Kredit gambar : Alex ries, 2011)

Rajah 2.1 : Anatomi Landak Laut (*Echinoidea*) secara umum

2.2 Teknik-teknik Analisis Logam Berat

Logam berat mempunyai pelbagai teknik untuk dianalisis. Antaranya AAS (Penyerapan Atom Spektroskopi), ICP-AES (Pasangan Plasma Induktif – Atom Pelepasan Spektrometer), dan XRF (Pendarfluor Sinar-X) (Dumcius *et al*, 2011). AAS mempunyai banyak kegunaan di pelbagai bidang kimia, seperti analisis persekitaran, farmaseutikal, industri, dan perlombongan. Manakala ICP-AAS merupakan sejenis spektroskopi pemancar yang menggunakan pasangan plasma induktif untuk menghasilkan atom dan ion yang memancarkan radiasi elektromagnetik pada karakter panjang gelombang untuk elemen tertentu (Mermet, 2005). XRF adalah sifat “kedua” pemancaran x-ray dari bahan yang telah diransangkan oleh penyerangan tenaga tinggi X-ray atau gamma ray (Kalmickya & Singhvi, 2001).

Perbezaan antara AAS dengan ICP-AES adalah satu bergantung pada proses penyerapan atom manakala satu lagi teknik spektroskopi pemancar atom/ion. Tidak seperti mesin pengesanan logam berat yang lain, ICP-AES boleh menganalisis bermacam-macam-macam elemen dalam satu masa dan mempunyai julat linear yang panjang berbanding AAS (Velez, 2009).



Rajah 2.2 Pasangan Plasma Induktif – Jisim Spektrometer (ICP-MS) mekanisma.

RUJUKAN

- Amisah, S., Adjei-Boateng, D., Obirikorang, K.A., dan Quagrainie, K.K. 2009. Effects of clam size on heavy metal accumulation in whole soft tissues of *Galatea paradoxa* form the Volta estuary, Ghana. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, **1**(2): 014-021.
- Auerheimer, C. & Chinchon, S. 1997. Calcareous Skeletons of Sea Urchins as Indicators of Heavy Metals Pollution. *Environmental Geology*, **29**, 78-83.
- Barnes, R.D. 1982. *Invertebrate Zoology*. Holt Saunders International, Philadelphia
- Bashir, F. A., Othman, M. S. & Mazlan, A. G. 2012. Evaluation of Trace Metal Levels in Tissues of Two Commercial Fish Species in Kapar and Mersing Coastal Waters, Peninsular Malaysia. *Journal of Environmental and Public Health*, **10**. doi : 10.1155/2012/352309.
- Bielmyek, G.K., Brix, K.V, Capo, T.R., & Grosell. 2005. The effects of metals on embryo-larval and adult life stages of the sea urchin, *Diadema antillarum*. *Aquatic Toxicology*, **74** : 254 – 263.
- Dumcius, A., Paliulis, D., & Kozlovska-kedziora, J. 2011. Selection of Investigation Methods for Heavy Metal Pollution on Soil and Sediments of Water Basins and River Bottoms : A Review. *Ecology*, **57**, 30-38.
- Elliot, M., & Hemingway, K. 2002. *Fishes in estuaries* . Blackwell Science, London, UK
- Hernandez, O.D., Gutierrez, A.J., Weller, D.G., Lozano, G., Melon, E.G, Rubio, C., & Hardisson, A. 2010. Accumulation of Toxic Metal (Pb and Cd) in the Sea Urchin *Diadema aff. Antillarum* Philippi, 1845, in an Oceanic Island. *Environment Toxicology*, **25**, 227-233. doi : 10.1002/tox.20487.
- Hyman, L.H. 1955. The Invertebrates. *Echinodermata, Volume IV*. McGraw-Hill, New York

- Jakimska, A., Konieczka, P., Skora, K., & Namiesnik, J. 2011. Bioaccumulation of metals in tissues marine animals, Part I : the role and impact of heavy metals on organisms. *Journal of Environmental Study*, **20**, 1117-1125.
- Kalnickya, D. J. & Singhvi, R. 2001. Field Portable XRF Analysis of Environmental Samples. *Journal of Hazardous Materials*, **83** (1-2), 93-122. doi :10.1016/S0304(00)00330
- Kennish, M. J. 1996. *Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution*, pp. 524. CRC Press.
- Kennish, M. 1998. *Pollution impacts on Marine Biotic Environments*, pp. 310. CRC Press.
- Kurnia, A., 2006. *Bidang biologi, pangan, dan kesehatan : Meraup Yen dengan memelihara bulu babi*. Diakses pada December 10, 2014, dari: www.beritaiptek.com.
- Michael bin Yasun. 2005. *Kandungan Logam Berat Cd, Cu, Pb dan Zn dalam Tiram (Crassostrea iredalei)*. Disertasi Ijazah Sarjana Muda Sains dengan Kepujian.
- Mermet, J. M. 2005. Is it possible, necessary and beneficial to perform research in ICP-Atomic Emission Spectrometry. *Journal Analysis Atomic Spectrometry*, **20**, 11-16. doi : 10.1039/b416511j
- Nammalwar, P. 1983. Heavy metal pollution in the marine environment. *Science Reporter*, **20** (3), 158 – 160.
- Pearson, G., & Greenway, G. 2007. A highly efficient sample introduction system for interfacing microfluidic chips with ICP-MS. *Journal of Analysis Atomic Spectrometry*, **22**, 657-662. doi : 10.1039/B702624B
- Pechenik, J.A. 2010. *Biology of the Invertebrates*. McGraw Hill 6th Edition. 509- 513
- Philips, D.J.H. 1990. Use of macroalgae and invertebrates as monitors of metal levels in estuaries and coastal waters. In : Furness, R.W. & P.S Rainbow (Eds.). Heavy metal in the Marine Environment. CRC Press, Boca Ratun, FL. 81 – 99.

- Pinna, S., Ceccherelli, G., & Secchi, N. 2006. Investigating on the Occurrence of *Paracentrotus lividus* in Rocky and Posidonia Oceanica Habitat. *16th Meeting of the Italian Society of Ecology*.
- Prowe, F., Kirf, M., & Zauke, G. 2006. Heavy metals in crusteceans from the Iberian deep sea plain. *Journal of Science Marine*, **70**, 271.
- Rahim. S. A. K. A. & Nurhasan, R. 2011. Current Status of Sea Urchin Fishery in the East Coast of Sabah and Its Potential. *Annual Seminar on Marine Science and Aquaculture Abstract Book*: **29**.
- Rumahlatu, D. 2011. Konsentrasi Logam Berat Kadmium pada Air, Sedimen dan *Daedema setosum* (Echinodermata, Echinoidea) di Perairan Pulau Ambon. *Ilmu Kelautan*, **16** (2), 78-85.
- Rojas, E., Herrera, L.A., Poirier, L.A., & Ostorosky-wegman, P. 1999. Are metals dietary carcinogenics?. *Mutation Research*, **443** : 157 – 181.
- Sany, S.B.T., Salleh, A., Rezayi, M., Saadati, N., Narimany, L., & Tehrani, G.M. 2013. Distribution and Contamination of Heavy Metal in the Coastal Sediments of Port Klang, Selangor, Malaysia. *Water Air Soil Pollution*, **224** : 1476.
- Schreiber, E. 2002. *Biology of Marine Birds*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Sloan, N. A. 1985. Echinoderm Fisheries of the World: A Review. In B. F. Keegan and B. D. S. O'Conner (editors). *Proceedings of the Fifth International Echinoderms Conference*, Galway, Ireland. 109-124.
- Soualili, D., Dubois, P., Gosselin, P., Pernet, P., & Guillou, M. 2008. Assessment of Seawater pollution by Heavy Metal in the Neighbourhood of Algiers use of the Sea Urchin, *Paracentrotus lividus*, as a Bioindicator. *Journal of Marine Science*, **65**, 132-139
- Siti Akmar Khadijah Ab Rahim dan Raymie Nurhasan. 2012. Edible sea urchin species in Sabah waters. *Research Bulletin, Faculty of Resources Science and Technology*, April : **1**.

- Temara, A., Skei, J.M., Gillan, D., Warnau, M., Jangoux, M., & Dubois, P.H., 1998. Validation of the asteroid *Asterias rubens* (Echinodermata) as a bioindicator of spatial and temporal trends of Pb, Cd, and Zn contamination in the field. *Marine Environment Research*, **45**(4-5): 341-356
- Velez, G. 2009. Inductively Coupled Plasma : the Future of Heavy Metal Testing. Technical Bulletin, pp. 1-2. Diakses dari : www.sgs.com/lss_subscribe
- Vimono, I. B. 2007. Sekilas Mengenai Landak Laut. *Oseana*, pp. 37-46.
- Yokota, Y. 2002. Introduction to the Sea Urchin Biology. *The Sea Urchin : From Basic Biology to Aquaculture*. Matranga & Smolenieka (Eds), 1-10.
- Zyadah, M.A. & Abdel-Baky, T.E. 2000. Toxicity and bioaccumulation of Copper, Zinc, and Cadmium in some aquatic organism. *Bulletin of Environment Contamination & Toxicology*, **62** : 740 – 747.