

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

TITUL: KANDUNGAN LOGAM BERAT DI DALAM MAKANAN TIN
(SARDIN) YANG DIPASARKAN DI SEKITAR KOTA KINABALU

darjah: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS SEKITARAN

SESI PENGAJIAN: 2004-2007

Penyelia: NUR SHUHAIRAH A BINTI ABU BAKAR

(HURUF BESAR)

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

Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
 Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
 Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

**Sila tandakan (/)

☐

SULIT

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

☒

TERHAD

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

☐

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH Disahkan oleh

TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 6063, BATU 3,
AMPUNG BACHANG,

5350 MELAKA

Nama Penyelia

Tarikh: 19 APRIL 2007

Tarikh: _____

PETAKATAN: * 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 disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



**KANDUNGAN LOGAM BERAT DI DALAM MAKANAN TIN (SARDIN) YANG
DIPASARKAN DI KOTA KINABALU**

NUR SYUHAIRAH ABU BAKAR

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2007



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

20 April 2007



NUR SYUHAIKRAH ABU BAKAR

HS2004 - 1678



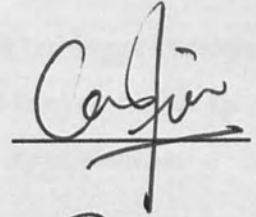
UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

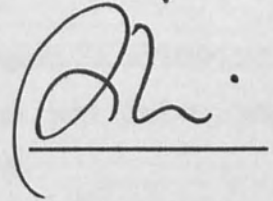
Tandatangan

1. PENYELIA

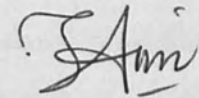
(CIK KAMSIA BT BUDIN)

**2. PEMERIKSA 1**

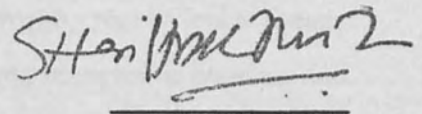
(DR. KAWI BIN BIDIN)

**3. PEMERIKSA 2**

(CIK FARRAH ANIS FAZLIATUL BT ADNAN)

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. S. OMANG)



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur saya ke hadrat Allah SWT kerana dengan rahmat dan limpah kurnianNya, saya telah diberi sepenuh kekuatan untuk menyiapkan projek penulisan disertasi ini.

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih yang tidak terhingga khasnya kepada Cik Kamsia Budin, selaku penyelia saya yang telah memberi banyak tunjuk ajar dorongan, bimbingan, nasihat, dan kejasama sepanjang tempoh kajian ini dijalankan.

Ribuan terima kasih juga saya tujukan kepada semua pensyarah Program Sains Sekitaran yang tidak pernah putus memberi semangat dan dorongan dari segi perkongsian maklumat serta nasihat sepanjang pengajian dan penghasilan kajian ini.

Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada semua pembantu makmal program ini kerana banyak membantu dari segi penyediaan alatan dan bimbingan sewaktu menjalankan kerja-kerja makmal.

Rakan-rakan-rakan seperjuangan, Nur Ain' Husna, Siti Hamizah, Nur Afeeka Syaza, Hafis, Yani, Ibtihal, Alice, Ann, dan Sudirman yang sama-sama menghulur bantuan dan semangat sepanjang menjalankan kerja-kerja makmal.

Tidak lupa juga kepada ahli-ahli keluarga tersayang termasuk Ija dan Kak Erna yang sentiasa memberi sokongan moral dan kewangan dalam memastikan projek penulisan disertasi ini berjaya dilakukan dengan jayanya. Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Kajian ini telah dilakukan untuk menganggarkan kandungan kadmium, kuprum, ferum, zink, dan plumbum dalam lapan produk sardin yang dipasarkan di sekitar Kota Kinabalu. Sardin dalam tin telah dipilih berdasarkan tempoh simpanan dan negara pengeluar. Sampel-sampel sardin dicernakan dengan menggunakan teknik pencernaan basah sebelum dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Logam-logam yang hadir pada kepekatan yang tinggi adalah ferum dan zink di mana masing-masing berada pada julat 46.70 ± 0.18 mg/kg hingga 224.11 ± 0.58 mg/kg untuk ferum dan 9.89 ± 0.58 mg/kg hingga 38.56 ± 3.26 mg/kg untuk zink. Logam-logam lain iaitu kadmium dan kuprum masing-masing berjulat 0.38 ± 0.31 mg/kg hingga 0.97 ± 0.51 mg/kg dan 1.94 ± 0.24 mg/kg hingga 10.15 ± 2.97 mg/kg. Walau bagaimanapun, tiada plumbum yang dikesan dalam kajian ini. Kesemua logam yang dikaji didapati mematuhi had maksima yang terkandung dalam Akta Makanan 1983. Ini menunjukkan bahawa kesemua produk sardin adalah selamat untuk dimakan. Walau bagaimanapun, kandungan kadmiumnya amat menghampiri nilai maksima. Sebanyak 0.97 mg/kg kadmium telah dilaporkan dalam sardin, iaitu hanya 0.03 mg/kg sahaja melebihi Akta Makanan 1983. Kesan pengambilan kadmiun yang tinggi akan menyebabkan kerosakan pada hati dan ginjal. Kesimpulannya, kajian tentang paras logam berat dalam makanan dalam tin perlu diadakan dengan lebih kerap supaya memastikan bahawa makanan tersebut selamat untuk dimakan.

ABSTRACT

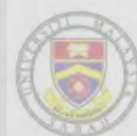
This study was carried out to determine the concentration of cadmium, copper, ferum, zink and plumbum in eight canned sardines products marketed in Kota Kinabalu areas. Canned sardines were selected by its shelf life and country origin. The samples were digested by using wet digestion technique before being analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The metals that presented higher concentrations were ferum and zink, ranging from $46.7 \text{ mg/kg} \pm 0.18$ to $224.11 \pm 0.59 \text{ mg/kg}$ for ferum and $9.89 \pm 0.58 \text{ mg/kg}$ to $38.56 \pm 3.26 \text{ mg/kg}$ for zink. Other metals, which were cadmium ranged from $0.378 \pm 0.31 \text{ mg/kg}$ to $0.97 \pm 0.16 \text{ mg/kg}$ and copper ranged from $1.94 \pm 0.24 \text{ mg/kg}$ to $10.15 \pm 2.97 \text{ mg/kg}$. There is no plumbum was detected in this study. All the metals obeyed the Food Act 1983, which is safe to be consumed. However, the cadmium maximum level found in this study is 0.97 mg/kg , which is only 0.03 mg/kg to exceed the maximum level for cadmium in Food Act 1983. The effect of high dose of cadmium will cause damage in liver and kidney. In conclusion, the research on heavy metal in canned food should be done more in future to make sure that it safe to be consumed.



KANDUNGAN

	Muka surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SIMBOL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 KEPENTINGAN KAJIAN	3
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	4
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	5
2.1 PENGENALAN AM LOGAM BERAT	5
2.2 PUNCA PENCEMARAN LOGAM BERAT DALAM MAKANAN	
DALAM TIN	6
2.2.1 Pencemaran Dari Sumber Bahan Mentah	6
2.2.2 Pencemaran Dari Aktiviti Pengetinan	7

2.3	PENGARUH TEMPOH SIMPANAN DAN SUHU SIMPANAN TERHADAP PENINGKATAN KANDUNGAN LOGAM BERAT	8
2.3	KEPELBAGAIAN KEPEKATAN LOGAM BERAT DALAM IKAN DALAM TIN	10
2.5	LOGAM BERAT (KADMIUM, KUPRUM, FERUM, PLUMBUM, DAN ZINK) SERTA KESAN KETOKSIKANNYA TERHADAP MANUSIA	11
2.5.1	Kadmium	11
2.5.2	Kesan Ketoksikan Kadmium Terhadap Manusia	12
2.5.3	Kuprum	13
2.5.4	Kesan Ketoksikan Kuprum Terhadap Manusia	14
2.5.5	Ferum	14
2.5.6	Kesan Ketoksikan Ferum Terhadap Manusia	15
2.5.7	Plumbum	16
2.5.8	Kesan Ketoksikan Plumbum Terhadap Manusia	17
2.5.9	Zink	19
2.5.10	Kesan Ketoksikan Zink Terhadap Manusia	20
2.6	HAD MAKSIMUM LOGAM DALAM MAKANAN	22
2.7	PEMINERALAN	23
2.7.1	Pencernaan Basah	24
2.8	SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM (AAS)	25
	BAB 3 METODOLOGI	26
3.1	TEKNIK PERSAMPELAN	26
3.2	PENCERNAAN SAMPEL	28



3.2.1	Penyediaan Radas dan Sampel	28
3.2.2	Pencernaan Basah	28
3.3	PENYEDIAAN LARUTAN 'BLANK' (KAWALAN)	30
3.4	PENYEDIAAN LARUTAN PIAWAI	30
3.5	ANALISIS DENGAN SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM (AAS)	31
3.6	ANALISIS STATISTIK	33
BAB 4	KEPUTUSAN	34
4.1	KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM SAMPEL	34
4.2	KEDUDUKAN SETIAP LOGAM DALAM SARDIN BERDASARKAN NEGARA PENGELUAR	37
4.3	KANDUNGAN LOGAM BERAT BERDASARKAN TEMPOH DALAM PASARAN	40
4.3.1	Sampel dari Malaysia (Ayam Brand) dan Thailand (King Cup) (Jenama yang Sama Bagi Setiap Tempoh)	40
4.3.2	Produk dari China (Red Daisy, GC Brand dan Evergreen) (Jenama Berlainan Bagi Setiap Tempoh)	50
4.4	ANALISIS STATISTIK	55
BAB 5	PERBINCANGAN	57
5.1	TABURAN DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM SARDIN	57
5.2	HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN LOGAM DENGAN TEMPOH SIMPANAN SERTA KAITANNYA DENGAN HAKISAN DALAM TIN	58

5.2.1	Logam Ferum	58
5.2.2	Logam Kadmium, Kuprum, dan Zink	61
5.2.3	Kaitan Kuprum Dengan Proses Hakisan	62
5.1	PERBANDINGAN DENGAN AKTA MAKANAN 1983 DAN PERUNDANGAN ANTARABANGSA	63
5.4	PENENTUAN <i>ESTIMATED WEEKLY INTAKE</i> (EWI) DAN PERBANDINGAN DENGAN <i>PERMISSIBLE TOLERABLE</i> <i>WEEKLY INTAKE</i> (PTWI)	65
5.5	PERBANDINGAN DENGAN KAJIAN-KAJIAN LEPAS	69
5.6	KETOKSIKAN DAN KEADAH PENYINGKIRAN KADMIUM DARI BADAN	73
BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN		75
6.1	KESIMPULAN	75
6.2	CADANGAN	75
RUJUKAN		77
LAMPIRAN		82

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Paras terendah Pb dalam darah yang berkaitan dengan kesan biologi yang diperhatikan dalam manusia	17
2.2 Had atas kadar selamat bagi purata pengambilan zink dalam populasi	20
2.3 Kadar maksimum logam yang dibenarkan bagi cecairan logam dalam makanan	22
3.1 Lapan jenis produk sardin yang dikaji berdasarkan negara dan tempoh simpanan	26
3.2 Jenis logam yang diuji dan ciri-ciri seperti had linear, panjang gelombang, dan kepekatan larutan piawai yang perlu disediakan berdasarkan panduan cara kerja AAS model Z- 5000 <i>Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrometry</i>	32
4.1 Julat kandungan logam berat kadmium dan kuprum dalam sampel sardin	35
4.2 Julat kandungan logam berat ferum dan zink dalam sampel sardin.	36
4.3 Keputusan analisis korelasi antara sos dan isi bagi logam kuprum sampel dari Malaysia (< 1 tahun dan 1-2 tahun)	54
4.4 Keputusan analisis korelasi antara sos dan isi bagi logam zink sampel dari Malaysia (< 1 tahun dan 1-2 tahun)	55

4.5	Keputusan analisis korelasi antara sos dan isi bagi logam ferum sampel dari Thailand (< 1 tahun dan 1-2 tahun)	55
4.6	Keputusan analisis korelasi antara sos dan isi bagi logam zink sampel dari Thailand (< 1 tahun dan 1-2 tahun)	56
4.7	Keputusan analisis korelasi antara sos dan isi bagi logam kuprum sampel dari Thailand (< 1 tahun dan 1-2 tahun)	56
5.1	Perbandingan kepekatan logam dalam sampel sardin dengan Akta Makanan 1983	62
5.2	Perbandingan kepekatan logam dalam sampel sardin dengan perundangan antarabangsa	63
5.3	Nilai EWI berdasarkan nilai purata dan nilai maksimum setiap logam yang terkandung dalam isi sardin	67
5.4	Perbandingan nilai purata taburan logam bagi sampel isi sardin dari Malaysia	70
5.5	Perbandingan nilai purata taburan logam bagi sampel isi sardin dari Thailand	71
5.6	Perbandingan hasil kajian lepas tentang kandungan logam berat dalam produk sardin di peringkat antarabangsa	72

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1 Carta alir tentang kaedah mendapatkan kepekatan logam Cu, Cd, Fe, Pb, dan Zn dari sampel sardin (Campbell dan Plan, 1998).	28
4.1 Taburan empat jenis logam berat dalam sos sardin bagi negara Malaysia, Thailand, dan China	37
4.2 Taburan empat jenis logam berat dalam isi sardin bagi negara Malaysia, Thailand, dan China	38
4.3 Kandungan logam kadmium dalam sos sardin bagi produk Thailand dan Malaysia	41
4.4 Kandungan logam kadmium dalam isi sardin bagi produk Thailand dan Malaysia	42
4.5 Kandungan logam kuprum dalam sos sardin bagi produk Thailand dan Malaysia	44
4.6 Kandungan logam kuprum dalam isi sardin bagi produk Thailand dan Malaysia	45
4.7 Kandungan logam ferum dalam sos sardin dari Malaysia dan Thailand berdasarkan tempoh dalam pasaran	46
4.8 Kandungan logam ferum dalam isi sardin dari Malaysia dan Thailand berdasarkan tempoh dalam pasaran	47

4.9	Kandungan logam zink dalam sos sardin dari Malaysia dan Thailand berdasarkan tempoh dalam pasaran	48
4.10	Kandungan logam zink dalam isi sardin dari Malaysia dan Thailand berdasarkan tempoh dalam pasaran	48
4.11	Kandungan logam kadmium, kuprum, dan zink dalam sos sardin dari negara China	51
4.12	Kandungan logam kadmium, kuprum, dan zink dalam isi sardin dari negara China	52
4.13	Kandungan logam ferum dalam isi dan sos sardin dari negara China berdasarkan tempoh simpanan dalam pasaran	53

SENARAI SIMBOL

&	dan
%	peratus
$\mu\text{g/L}$	mikrogram per liter
gcm^3	gram per sentimeter padu
kg	kilogram
AAS	spektrofotometer serapan atom
Cd	kadmium
Cu	kuprum
Fe	ferum
Pb	plumbum
Zn	zink
ppm	bahagian per juta
ppb	bahagian per billion
WHO	Organisasi Kesihatan Sedunia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Era moden dan serba pantas kini sedikit sebanyak telah mempengaruhi corak pemilihan makanan di kalangan masyarakat seluruh dunia. Masyarakat kini cenderung memilih makanan dalam tin sebagai alternatif dalam penyediaan makanan. Aspek penyediaan makanan yang cepat dan ringkas, kepelbagaian produk, kemudahan mendapatkan produk, serta harga yang murah merupakan faktor-faktor yang menjadikan produk ini sangat digemari. Produk ikan termasuklah ikan tuna, sardin, ikan bilis, *herring*, dan *mackerel* merupakan antara makanan dalam tin yang selalu mendapat perhatian di seluruh dunia. Di Malaysia, khasnya di Sabah, produk ikan sardin yang dipasarkan terdiri daripada produk tempatan dan produk yang diimport. Dua negara pengeluar lain yang turut mendominasi pasaran produk ini adalah Thailand dan China.



Kekerapan pemilihan produk ini sebagai salah satu menu harian terutamanya bagi golongan yang bekerja menjadikan isu-isu keselamatan produk perlu dititikberatkan. Selain isu pencemaran mikrobiologi, isu berhubung kemungkinan berlakunya pencemaran logam berat dalam produk ini perlu diberi perhatian.

Kajian ke atas kandungan logam berat dalam produk makanan dalam tin banyak dilakukan di merata dunia. Hasil kajian mendapati bahawa wujud masalah pencemaran logam berat di mana tahap kepekatan melebihi piawaian yang ditetapkan untuk selamat dimakan. Merkuri, plumbum, kadmium, dan zink adalah antara logam yang sering melebihi piawai yang ditetapkan. Faktor utama yang dikenalpasti sebagai punca kehadiran logam-logam ini adalah dari proses pengetinan (CAP, 1999; Horner, 1997; Protasowicki, 2005 dan Fong *et al.*, 2006).

Kandungan logam yang melebihi tahap keselamatan yang dibenarkan membawa ancaman terhadap kesihatan manusia. Kesan ketoksikan logam berat ini terbahagi kepada dua iaitu kesan akut dan kesan kronik. Kebiasaannya, dalam makanan, kesan kronik berlaku kerana logam-logam tersebut akan terkumpul untuk satu jangkamasa yang akhirnya membawa kepada suatu jumlah yang besar dalam badan manusia. Antara simptom dan penyakit yang disebabkan oleh logam berat adalah kesan neurologikal dalam perkembangan mental kanak-kanak akibat dari ketoksikan plumbum. Kerosakan organ buah pinggang juga boleh disebabkan oleh ketoksikan kadmium.

Di Malaysia, isu pencemaran logam berat dalam makanan tin pernah dilaporkan oleh Persatuan Pengguna Pulau Pinang. Hasil ujian mendapati bahawa 17 daripada 28 produk makanan tin, iaitu hampir 61 peratus produk yang diuji mengandungi plumbum di dalamnya. Enam daripada makanan tersebut mengandungi logam yang melebihi paras yang dibenarkan iaitu 2 ppm, seperti yang ditetapkan dalam Peraturan Makanan 1985 (CAP, 1999).

1.2 KEPENTINGAN KAJIAN

Kajian ini penting kerana menyediakan maklumat tentang kandungan logam berat dalam produk ikan sardin dan tuna yang dipasarkan di Kota Kinabalu. Kajian ini merupakan sebahagian daripada proses permonitoran bagi memastikan bahawa kandungan logam adalah di bawah tahap yang dibenarkan dan selamat dimakan. Selain itu, kajian ini membawa suatu cadangan supaya kajian pada masa akan datang akan lebih dipelbagaikan terhadap isu logam berat di Malaysia, selain daripada memberi fokus pada aspek mikrobiologikal.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

1. Mengkaji kandungan logam berat dalam makanan tin (sardin) yang dipasarkan di sekitar Kota Kinabalu.
2. Mengenalpasti tahap keselamatan produk ikan sardin bagi pengguna berdasarkan Akta Makanan 1983.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 PENGENALAN AM LOGAM BERAT

Menurut Protasowicki (2005), definisi logam berat yang paling ringkas dan tepat adalah kesemua kompaun logam yang mempunyai nombor atom melebihi 20. Definisi lain adalah berdasarkan berat spesifik logam. Menurut Lide (1992), logam berat adalah elemen kimia yang mempunyai graviti spesifik sekurang-kurangnya 5 kali graviti spesifik air. Graviti spesifik merupakan ukuran ketumpatan sesuatu amaun unsur pepejal apabila dibandingkan dengan amaun air yang sama. Had terendah bagi logam berat adalah 4.5, 5, atau 6 g per cm³. Contoh logam berat adalah arsenik, kadmium, ferum, plumbum, dan merkuri (Lide, 1992 dan Protasowicki, 2005).

Logam berat adalah sangat toksik kerana sebagai ion atau kompaun dalam bentuk ion, logam-logam ini larut dalam air dan sedia untuk diserap dalam organisma hidup. Selepas diserap, logam-logam ini boleh terikat kepada komponen keperluan hidup yang bersel seperti protein berstruktur, enzim, dan asid nukleik serta mengganggu fungsinya. Dalam manusia, bagi sebahagian logam, walaupun dalam amaun yang kecil akan menyebabkan kesan fisiologi dan kesihatan yang signifikan (Landis dan Yu, 1999).

2.2 PUNCA PENCEMARAN LOGAM BERAT DALAM MAKANAN DALAM TIN

Dua faktor utama telah dikenalpasti sebagai penyebab berlakunya pencemaran logam berat dalam makanan tin. Faktor-faktor tersebut adalah pencemaran dari sumber bahan mentah dan pencemaran semasa proses pengetinan. Kandungan elemen surih dalam makanan bergantung kepada kepekataannya dalam bahan mentah (Protasowicki, 2005 dan Fong *et al.*, 2006) dan aditif (Protasowicki, 2005) yang digunakan dalam penghasilan makanan. Selain itu, elemen surih boleh dipindahkan dari peralatan yang digunakan semasa pemprosesan dan dari bahan pembungkus semasa penyimpanan.

2.2.1 Pencemaran Dari Sumber Bahan Mentah

Bahan mentah, iaitu merujuk kepada ikan yang belum diproses itu sendiri berupaya menompokkan logam berat. Secara umumnya, logam yang diserap merentasi insang atau dinding *intestinal* akan disebarkan melalui kitaran dalam badan, terikat dan diangkut oleh protein ke pelbagai tisu dalam badan. Insang merupakan laluan utama kemasukan logam terlarut ke dalam ikan (Olsson *et al.*, 1998).

Ikan terdedah kepada persekitaran laut yang berisiko mengalami masalah pencemaran logam berat. Persekitaran marin menerima kemasukan logam berat melalui dua sumber iaitu sumber semulajadi dan sumber antropogenik (Langston dan Bebianno, 1998). Sumber semulajadi adalah dari aktiviti batuan manakala sumber antropogenik

merujuk kepada aktiviti manusia. Menurut Enimoto dan Uchida (1973), kehadiran elemen plumbum dalam sistem akuatik disebabkan oleh hakisan tanah pada permukaan yang cetek dan pemendapan atmosfera. Kepekatan plumbum dalam laut dalam adalah kira-kira 0.01-0.02 $\mu\text{g/l}$, tetapi dalam permukaan air laut kira-kira 0.3 $\mu\text{g/l}$. Manakala bagi kadmium, anggaran 50 peratus daripada jumlah kadmium yang sampai ke laut datang daripada aktiviti manusia (sisa industri, baja yang mengandungi fosfat yang berasal dari haiwan, dan sebagainya) (Sepe, *et al.*, 2003).

2.2.2 Pencemaran Dari Aktiviti Pengetinan.

Kontaminasi ikan akibat logam surih dari sumber bukan makanan seperti bekas makanan dan air paip boleh memberi kesan kepada warna, perisa, atau jangka hayat produk-produk ikan. Makanan laut yang diproses mengambil kalsium dan magnesium dari air; besi, zink, mangan, kromium dan nikel dari peralatan; strontium, besi, aluminium, plumbum, kuprum, dan zink dari tin dan bekas makanan; dan sodium semasa proses penggaraman (Horner, 1997).

Aktiviti pengetinan melibatkan penggunaan logam-logam tertentu bagi tujuan penyaduran dan sebagai penutup. Logam plumbum masuk ke dalam makanan tin melalui penutup (CAP, 1999 dan Fong *et al.*, 2006). Menurut CAP (1999), dua per tiga punca kehadiran plumbum dalam makanan tin adalah daripada penutupnya, yang diperbuat daripada 98 peratus plumbum dan 2 peratus timah. Risiko pencemaran plumbum masih

wujud walaupun teknologi penutup timah tulen telah diperkenalkan sebagai alternatif kepada penutup plumbum (Fong *et al.*, 2006).

Ketebalan penyaduran timah mempengaruhi ketahanan bekas terhadap hakisan. Harga timah yang semakin tinggi (Fong *et al.*, 2006 dan Horner, 1997) telah menyebabkan penurunan ketebalan dalam penyaduran timah. Perkara ini akan meningkatkan bahaya tindak balas antara isi kandungan produk dengan aloi lembut. Oleh itu, *lacquer* telah digunakan pada lapisan terakhir permukaan dalam tin (Horner, 1997). Selain itu, keracunan zink boleh berlaku selepas pengambilan produk yang disimpan dalam bekas yang bersadur zink (Protasowicki, 2005 dan Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, 1995). Menurut Van Nostrand's Scientific Encyclopedia (1995), bekas, tin, periuk, yang disadurkan galvanis zink akan menukarkan zink kepada garam terlarut.

2.3 PENGARUH TEMPOH SIMPANAN DAN SUHU SIMPANAN TERHADAP PENINGKATAN KANDUNGAN LOGAM BERAT

Tempoh simpanan iaitu merujuk kepada usia sesuatu produk sejak tarikh pengeluarannya memainkan pengaruh yang penting terhadap kandungan kepekatan logam berat yang hadir. Menurut Fong (2006), didapati bahawa analisis statistik dengan ANOVA menunjukkan 95 % tahap kepastian tentang kewujudan perbezaan yang signifikan bahawa purata kandungan logam sardin dalam tin berbeza mengikut turutan dari tahun pertama sehinggalah tiga tahun simpanan seterusnya. Kandungan ferum dalam ikan dan sos mencatatkan kenaikan yang signifikan apabila semakin lama sardin tersebut disimpan.

RUJUKAN

- Ashraf, W., Seddigi Z., Abulkibash, A. dan Khalid M., 2006. Levels of selected metals in canned fish consumed in Kingdom of Saudi Arabia. *Environmental Monitoring and Assesment* **117**, 271-279.
- Botkin, D. B. dan Keller, E. A., 2003. *Environmental Science Earth as A Living Planet*. Ed. Ke- 4. John Wiley and Sons, Inc, United State of America.
- Bratakos, M.S., Lazos, E. S., dan Bratakos, S. M., 2002. Chromium content of selected Greek foods. *The Science of the Total Environment* **290** (1-3), 47-58.
- CAP, 1999. *Danger Food*. Consumers' Association of Penang (CAP), Penang.
- Chan, H. M., 1998. Metal accumulation and detoxification in humans. Dlm: Langston, W. J. dan Bebianno, M. J (pnyt.) *Metal Metabolism in Aquatic Environments*. Chapman dan Hall Ltd, Great Britain., 415-439.
- DiSilvestro, R. A., 2005. *Handbook of Minerals as Nutritional Supplements*, CRC Press, United States of America.
- Enomoto, N. dan Uchida, Y., 1973. Cadmium and other heavy metals in marine products from Ariake Sea and in canned goods on the market (Japanese). *Agriculture Bulletin Saga University* **35** , 68-75.

- Fong, S. S., Kanakaraju, D. dan Ling, S. C., 2006. Evaluation of the acid digestion method with different solvent combination for the determination of iron, zinc and lead in canned sardines. *Malaysian Journal of Chemistry* **8** (1), 010-015.
- Gras, N., Munoz, L., Thieck, M. dan Hurtado, S., 1993. A study on some trace elements in Chilean seafood. *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry* **169** (1), 247-253
- Hill, S. J. Flame. Dlm: Worsfold, P., Townshend, A. dan Poole, C. (pnyt.) *Encyclopedia of Analytical Science*. Ed. Ke-2. Elsevier Ltd, United Kingdom, 163-170
- Hoening, M. 2001. Preparation steps in environmental trace element analysis – fact and traps. *Talanta* **54**, 1021-1038. <http://www.elsevier.com/locate/talanta>
- Horner, W. F. A., 1997. Canning fish and fish products. Dlm: Hall, G. M (pnyt.) *Fish Processing Technology*, Blackie Academic and Professional, London, United Kingdom, 119-160.
- Hseu, Z. Y., 2004. Evaluating heavy metal content in nine composts using four digestion methods. *Bioresourcetchnology* **95** (1), 53-59
- Ikem, A. dan Egiebor, N.o., 2005. Assesment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines, and herrings) marketed in Georgia and Albama (United States of America). *Journal of Food Composition and Analysis* **18** (8), 771-787.

- Ivanova, E. H., 2005. Principles and instrumentation. Dlm: Worsfold, P., Townshend, A. dan Poole, C. (pnyt.) *Encyclopedia of Analytical Science*. Ed. Ke-2. Elsevier Ltd, United Kingdom, 160-163.
- Janssen, M. M. T., 1997. Contaminants. Dlm: Vries, J. D (pnyt.) *Food Safety and Toxicity*, CRC Press, Netherlands, 53- 62.
- Khansari, F. E., Khansari, M. G. dan Abdollahi, M., 2005. Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry* **93** (2), 293-296.
- Lall, S. P., 1995. Macro and trace elements in fish and shellfish. Dlm: Ruiter, A (pnyt.) *Fish and Fishery Products Composition, Nutritive Properties and Stability*, CAB International, United Kingdom, 187-214.
- Landis, W. G., dan Yu, M. H., 1999. *Introduction to Environmental Toxicology: Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems*. Ed. Ke-2. Lewis Publishers, United States of America.
- Laws, E. A., 1993. *Aquatic Pollution: An Introductory Text*. Ed. Ke-2. John Wiley and Sons, Inc., Canada.
- Lide, A. P, 1992. Handbook of chemistry and physics. Dlm: *Heavy Metal Toxicity* <http://www.lef.org/protocols/prtcl-156.html>
- Malaysia, 2001. Akta Makanan 1983 (akta 281) dan Peraturan-peraturan (Hingga 25^{hb} Julai 2001).

McGraw-Hill Concise Encyclopedia of Science and Technology, 2004. Ed. Ke-5.

McGraw-Hill Companies, Inc., United States of America.

Mohammad, I. H., Saleem, M. dan Shabbir, A. T., 2002. Heavy metal concentrations in water and tiger prawn (*Penaeus monodon*) from grow-out farms in Sabah, North Borneo. *Food Chemistry* **79**, 151-152.

Morgan, J. N., 1999. Effects of processing on heavy metal content of foods. Dlm:

Jackson, L. S., Knize, M. G. dan Morgan, J. N (pnyt.) *Impact of Processing on Food Safety*, Plenum Publishers, New York.

Murphy, T. P. dan Amberg-Muller, J. P., 1996. Metals. Dlm: Katan, L. L (pnyt.)

Migration From Food Contact Materials, Blackie Academic and Professional, London, United Kingdom, 111-143.

Nielsen, F. H., 2001. Nutrition, trace elements. Dlm: *Encyclopedia of Human Biology*.

Ed. Ke- 2. Academic Press, United State of America.

Olsson, P. E., Kling, P. dan Hogstrand, C., 1998. Mechanisms of heavy metal

accumulation and toxicity in fish. Dlm: Langston, W. J. dan Bebianno, M. J

(pnyt.) *Metal Metabolism in Aquatic Environments*. Chapman dan Hall Ltd, Great Britain, 321-339.

Protasowicki, M., 2005. Heavy metals. Dlm: Dabrowski, W. M. dan Sikorski, Z. E

(pnyt.) *Toxins in Food*, CRC Press, United State of America, 237-251.



Ruiter, A., 1995. Contaminants in fish. Dlm: Ruiter, A (pnyt.) *Fish and Fishery Products Composition, Nutritive Properties and Stability*, CAB International, United Kingdom, 261-333.

Sepe, A., Ciaralli, M., Giordano, R., Funari, E., dan Costantini, S., 2003. Determination of cadmium, chromium, lead and vanadium in six fish species from the Adriatic Sea. *Food Additives and Contaminants* **20** (6), 543-552.

Tarley, C. R. T., Coltro, W. K. T, Matsushita M., dan Souza, N. E., 2001. Characteristic levels of some heavy metals from Brazilian canned sardines (*Sardinella brasiliensis*). *Journal of Food Composition and Analysis* **14** (6), 611-617.

Tuzen, M. dan Soylak M., 2006. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey, *Food Chemistry* (Article in Press).

Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, 1995. Ed. Ke-8. Considine, D. M (pnyt.) International Thomson Publishing Inc., United States of America.

WHO, 1996. *Trace Elements in Human Nutrition and Health*. World Health Organization (WHO), Belgium.