

KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM MAKANAN LAUT DAN KADAR PENGAMBILANNYA OLEH PENDUDUK DI TANJUNG KARANG, SELANGOR

Tukimat Lihan, Norazura Ismail, Muzneena Ahmad Mustapha & Sahibin Abd Rahim

*Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam
Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia*

ABSTRAK

Makanan laut merupakan salah satu sumber makanan yang berpotensi tinggi dicemari logam berat akibat daripada pelbagai aktiviti yang dijalankan oleh manusia. Di dalam kajian ini, kandungan logam Cu, Fe, Zn, Pb, Ni dan Cd dalam makanan laut dikaji bagi menganggarkan jumlah pendedahan penduduk Tanjung Karang terhadap logam berat dengan menggunakan kaedah "Market Basket Study". Beberapa jenis makanan laut dibeli daripada pelabuhan perikanan Bagan Pasir, Tanjung Karang bagi menentukan jumlah kandungan logam berat di dalamnya. Kaedah penghadaman basah dengan kombinasi asid nitrik pekat dan asid perklorik pekat dengan nisbah 3:1 digunakan bagi menentukan kepekatan logam berat dalam sampel. Logam-logam berat tersebut dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometer Penyerapan Atom (AAS). Kepekatan logam berat yang telah ditentukan dibandingkan dengan Jadual Makanan Seimbang penduduk Malaysia bagi menentukan status pendedahan logam yang dikaji dalam sehari. Anggaran pengambilan logam-logam berat oleh penduduk yang dikaji ialah 0.17 mg/hari bagi logam Cu, 0.44 mg/hari bagi logam Fe, 0.58 mg/hari bagi logam Zn, 0.008 mg/hari bagi logam Pb, 0.007 mg/hari bagi logam Ni dan 0.031 mg/hari bagi logam Cd.

ABSTRACT

Seafood is highly likely to be contaminated by heavy metals caused by various human activities. In this study, the amount of Cu, Fe, Zn, Pb, Ni, and Cd in seafood was determined to estimate the intake of heavy metals among the population of Tanjung Karang through the Market Basket Study method. A variety of seafood were purchased from the Bagan Pasir, Tanjung Karang fish landing area and the concentration of heavy metals were determined using wet digestion method in concentrated nitric acid and perchloric acid in the ratio of 3:1. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) was used to analyze the heavy metals. The concentrations of metals in seafood were compared to the Food Balance Sheet to determine the status of metal exposure per day in the individual diet. From the study, the estimated intake of heavy metals by the population was 0.17 mg/day for Cu, 0.44 mg/day for Fe, 0.58 mg/day for Zn, 0.008 mg/day for Pb, 0.007 mg/day for Ni and 0.031 mg/day for Cd.

Keywords: Heavy metals, seafood, estimated intake, individual diet, Tanjung Karang

PENGENALAN

Sejak kebelakangan ini air semulajadi telah banyak dicemari oleh bahan toksik daripada pelbagai sumber. Spesies hidupan laut kini semakin terancam bukan sahaja kerana kewujudan logam secara semulajadi di dalam laut tetapi juga hasil daripada aktiviti manusia. Bahan-bahan toksik ini boleh mengurangkan kemampuan sistem air untuk membekalkan sumber protein yang murah terutamanya ikan kepada masyarakat tempatan dan memberi kesan buruk kepada diet manusia [1].

Kebelakangan ini kesedaran mengenai kandungan logam berat dalam makanan laut khususnya ikan mulai mendapat perhatian kerana ikan merupakan sumber protein yang utama. Di Malaysia, ikan adalah sumber protein yang utama di mana ia menyumbang sebanyak 23% protein haiwan yang dimakan. Secara globalnya, manusia mengambil lebih banyak ikan sebagai sumber protein berbanding haiwan-haiwan lain. Food and Agriculture Organization dan World Health Organization menganggarkan antara 15 hingga 20% sumber protein haiwan adalah daripada haiwan akuatik terutamanya ikan [2]. Kajian ini bertujuan untuk menentukan kandungan logam berat di dalam ikan dan menganggarkan jumlah pengambilan logam berat oleh penduduk di Tanjung Karang di dalam diet mereka.

METODOLOGI

Kaedah persampelan 'market basket study' dianggap sesuai untuk menentukan kandungan unsur logam di dalam makanan. Pemilihan jenis makanan laut mengambilkira spesies yang mudah diperolehi oleh populasi yang dikaji. Di dalam kajian ini, sampel bagi semua jenis makanan laut dibeli daripada pasar di pelabuhan perikanan Bagan Pasir di Mukim Tanjung Karang. Sampel-sampel ini kemudiannya dimasukkan ke dalam kotak ais untuk penyimpanan sementara. Di makmal, sampel disimpan di dalam peti sejuk pada suhu -20°C sebelum dianalisis.

Kaedah pengekstrakan yang digunakan ialah kaedah penghadaman basah dengan sedikit pengubahsuaian [3]. Dalam kaedah ini asid nitrik dan asid perklorik digunakan dengan nisbah 3:1. Penganalisan bagi kandungan setiap logam di dalam larutan sampel dilakukan menggunakan Spektrofotometer Penyerapan Atom (AAS) model Perkin Elmer Model 4400 (untuk logam-logam Cd, Pb, dan Ni) dan Model 3300 (untuk logam-logam Cu, Zn dan Fe).

Anggaran kepekatan logam berat yang diambil oleh penduduk dalam sehari ditentukan dengan membandingkan data kepekatan logam dalam setiap sampel dengan Jadual Makanan Seimbang (Food Balance Sheet) penduduk Malaysia.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Penentuan logam berat dalam makanan laut boleh ditentukan dengan menggunakan beberapa kaedah. Setiap kaedah mempunyai kebaikan dan kekurangannya yang tersendiri. Kajian-kajian yang menggunakan kaedah keseluruhan diet sebenarnya dapat memberikan maklumat mengenai aras bahan pencemar di dalam makanan. Kaedah keseluruhan diet yang digunakan dalam kajian ini ialah dengan menggunakan pendekatan analisis makanan individu.

Secara keseluruhannya terdapat 15 spesies makanan laut yang telah dianalisis dalam kajian ini. Kandungan logam berat di dalam makanan laut yang dianalisa ditunjukkan di dalam Jadual 1 dan 2. Jadual 3 pula menunjukkan anggaran pengambilan logam berat melalui makanan laut oleh penduduk yang dikaji.

Anggaran pengambilan logam berat dalam sehari ditentukan dengan membandingkan nilai daripada Jadual Makanan Seimbang (FBS) bagi rakyat Malaysia. Berdasarkan nilai FBS (1994), jumlah makanan laut yang diambil oleh penduduk di Malaysia adalah sebanyak 65.7 g/hari. Jadual Makanan Seimbang memberikan gambaran komprehensif tentang bentuk makanan dan menyediakan anggaran kuantiti yang sesuai penggunaan sesuatu kelas makanan penduduk bagi sesebuah negara dalam jangka masa tertentu.

Logam Kuprum

Kandungan logam Cu yang dikaji dalam 15 spesies makanan laut berada di dalam julat 0.29 mg/kg hingga 8.26 mg/kg. Kepekatan logam ini paling tinggi dikesan dalam udang kertas manakala ikan kembung mencatatkan kepekatan terendah. Terdapat perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) di antara 15 spesies makanan laut yang dianalisis. Kadar penyerapan dan toleransi ikan terhadap pencemaran adalah dipengaruhi oleh umur, saiz dan jantina [4].

Pengambilan logam Cu oleh penduduk di kawasan kajian dalam sehari pada amnya berada di dalam julat yang kecil iaitu di antara 0.02 mg/hari hingga 0.54 mg/hari dengan purata pengambilan sebanyak 0.17 mg/hari. Jumlah ini jauh lebih rendah berbanding aras yang disarankan oleh National Academy of Sciences iaitu sebanyak 2 mg hingga 3 mg sehari. WHO pula menganggarkan pengambilan logam ini per hari dalam julat 1 mg/hari hingga 3 mg/hari [5]. FAO/WHO pula menyarankan anggaran pengambilan logam Cu bagi lelaki dewasa tidak melebihi 12 mg/hari manakala bagi perempuan dewasa tidak melebihi 10 mg/hari [2]. Kanak-kanak pula memerlukan lebih banyak kuantiti logam ini di dalam makanan berbanding orang dewasa bergantung kepada berat badan.

Jadual 1: Purata kandungan logam Pb, Ni dan Cd dalam sampel makanan laut yang dibeli daripada Pelabuhan Perikanan Bagan Pasir Tanjung Karang

Spesies	Purata Kandungan Logam Berat Dalam Spesies (mg/kg berat basah)		
	Pb	Ni	Cd
1 Ikan Kembung (<i>Rastrelliger kanagurta</i>)	0.256±0.279	0.059 ± 0.017	0.271 ± 0.108
2 Ikan Bawal Putih (<i>Pampus argenteus</i>)	0.133 ± 0.157	0.183 ± 0.198	0.166 ± 0.037
3 Ikan Belanak (<i>Vale mugil seheli</i>)	0.109± 0.037	0.269± 0.304	0.427 ± 0.049
4 Ikan Gelama (<i>Sciaena dussumieri</i>)	0.095 ± 0.042	0.131± 0.195	0.225 ± 0.172
5 Ikan Semilang (<i>Plotosus canius</i>)	0.160±10.051	0.105 ± 0.023	0.900 ± 1.035
6 Ikan Selar Kuning (<i>Selarides leptolejus</i>)	0.057± 0.013	0.010 ± 0.018	0.105±0.008
7 Ikan Cencaru (<i>Megalaspis cordyla</i>)	0.060 ± 0.009	0.003 ± 0.004	0.124 ± 0.056
8 Ikan Senangin (<i>Eleutheronema etradactylum</i>)	0.047 ± 0.017	0.001 ± 0.001	0.087± 0.043
9 Ikan Parang (<i>Chirocentrus dorab</i>)	0.074 ± 0.018	0.022 ± 0.036	0.100 ± 0.080
10 Ikan Siakap (<i>Lates calcarifer</i>)	0.067 ± 0.016	N. D.	0.138 ± 0.050
11 Sotong Katak (<i>Sepiella inermis</i>)	0.243 ± 0.153	0.114 ± 0.025	1.469 ± 0.840
12 Sotong (<i>Loligo edulis</i>)	0.099 ± 0.026	0.156 ± 0.271	0.606 ± 0.316
13 Ketam Bunga (<i>Portunus plagicus</i>)	0.132 ± 0.121	0.110± 0.109	1.386 ± 1.005
14 Udang Harimau (<i>Penaeus sesulcatus</i>)	0.141 ± 0.045	0.458 ± 0.294	0.856 ± 0.044
15 Udang Kertas (<i>Metapenaeus intermedius</i>)	0.164± 0.145	0.002 ± 0.004	0.142 ± 0.016
Purata	0.123 ± 0.064	0.108 ± 0.126	0.467± 0.473

N.D., tidak dapat dikesan

Jadual 2: Purata Kandungan logam Cu, Fe dan Zn dalam sampel makanan laut yang dibeli daripada Pelabuhan Perikanan di Bagan Pasir Tanjung Karang

Spesies	Purata Kandungan Logam Berat Dalam Spesies (mg/kg berat basah)		
	Cu	Fe	Zn
1 Ikan Kembang (<i>Rastrelliger kanagurta</i>)	0.29 ± 0.06	7.30 ± 1.17	14.30 ± 3.61
2 Ikan Bawal Putih (<i>Pampus argenteus</i>)	0.66 ± 0.33	3.52 ± 3.20	7.93 ± 2.01
3 Ikan Belanak (<i>Vale mugil seheli</i>)	0.71 ± 0.33	6.61 ± 1.99	7.50 ± 1.20
4 Ikan Gelama (<i>Sciaena dussumieri</i>)	1.78 ± 1.04	3.46 ± 1.95	4.63 ± 3.84
5 Ikan Semilang (<i>Plotosus canius</i>)	0.90 ± 0.43	3.55 ± 2.47	3.20 ± 3.23
6 Ikan Selar Kuning (<i>Selarides leptolejus</i>)	1.54 ± 0.23	1.38 ± 0.15	6.6 ± 0.50
7 Ikan Cencaru (<i>Megalaspis cordyla</i>)	2.61 ± 0.69	8.79 ± 6.67	3.23 ± 1.60
8 Ikan Senangin (<i>Eleutheronema etradactylum</i>)	2.19 ± 0.10	0.67 ± 0.63	5.25 ± 1.46
9 Ikan Parang (<i>Chirocentrus dorab</i>)	4.03 ± 0.94	1.00 ± 0.75	4.09 ± 3.55
10 Ikan Siakap (<i>Lates calcarifer</i>)	2.01 ± 0.13	1.04 ± 0.63	1.64 ± 0.27
11 Sotong Katak (<i>Sepiella inermis</i>)	1.06 ± 0.21	7.18 ± 0.84	17.44 ± 3.98
12 Sotong (<i>Loligo edulis</i>)	3.89 ± 2.60	7.61 ± 8.52	10.56 ± 3.20
13 Ketam Bunga (<i>Portunus plagicus</i>)	5.98 ± 3.89	14.35 ± 11.44	18.28 ± 7.24
14 Udang Harimau (<i>Penaeus sesulcatus</i>)	3.20 ± 0.41	33.14 ± 6.99	17.32 ± 2.01
15 Udang Kertas (<i>Metapenaeus intermedius</i>)	8.26 ± 1.57	0.75 ± 0.46	9.27 ± 2.05
Purata	4.90 ± 2.20	6.69 ± 8.27	8.75 ± 5.63

Logam Ferum

Semua sampel makanan laut yang dikaji menunjukkan kandungan logam ini dalam julat 0.67 mg/kg hingga 33.14 mg/kg. Udang harimau mempunyai kepekatan logam Fe yang paling tinggi manakala ikan senangin mempunyai kepekatan logam Fe terendah. Ujian statistik yang dilakukan menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) bagi kepekatan logam Fe di antara setiap spesies makanan laut yang dikaji.

Jumlah pengambilan logam Fe bagi 15 spesies yang dikaji secara amnya adalah rendah kecuali udang harimau iaitu sebanyak 2.18 mg/hari. Nilai ini merupakan nilai pengambilan tertinggi yang diperolehi di kalangan spesies makanan laut yang dikaji. Sementara itu, nilai terendah dicerap di dalam ikan senangin iaitu sebanyak 0.04 mg/hari. Purata anggaran pengambilan logam ini melalui makanan laut oleh penduduk yang dikaji ialah 0.44 mg/hari. Nilai ini lebih rendah daripada pengambilan yang dianggarkan di Kuala Selangor, Selangor iaitu sebanyak 1.02 mg/hari [6] dan 0.83 mg/hari di Kuala Kemaman, Terengganu [7]. Had yang disarankan bagi pengambilan logam Fe dalam diet ialah 18 mg/hari [8]. UK Department of

Health and Social Society mengesyorkan pengambilan sebanyak 10.0 mg/hari bagi lelaki dan 12.0 mg/hari bagi wanita dalam pengambilan logam Fe yang merangkumi semua kelas makanan [3].

Logam Zink

Pada amnya, kandungan logam Zn di dalam 15 spesies makanan laut yang dianalisis berada pada aras yang lebih tinggi berbanding logam-logam lain yang dikaji kecuali pada ikan semilang, cencaru, siakap dan udang harimau. Sebahagian besar daripada makanan dan minuman mengandungi logam Zn dan sumber logam ini yang utama adalah daripada makanan laut [3]. Dalam kajian ini kandungan logam Zn di dalam setiap spesies makanan laut berada dalam julat 1.64 mg/kg hingga 18.28 mg/kg. Kepekatan logam ini paling tinggi dikesan pada spesies ketam bunga manakala paling rendah pada ikan siakap. Had maksimum yang dibenarkan oleh USFDA adalah sebanyak 40 mg/kg. Ujian statistik yang dilakukan menunjukkan terdapat perbezaan secara signifikan ($p < 0.05$) pada setiap spesies makanan laut yang dikaji.

Jumlah pengambilan logam Zn oleh populasi kajian adalah dalam julat 0.11 mg/hari hingga 1.20 mg/hari dengan purata sebanyak 0.58 mg/hari. Hasil kajian yang dilakukan di Kuala Kemaman, Terengganu menunjukkan anggaran pengambilan logam ini dalam sehari adalah sebanyak 0.64 mg/hari [7]. Kajian yang dijalankan di United Kingdom melalui "Total Diet Study" menganggarkan pengambilan sebanyak 8.4 mg/hari melalui makanan laut [9]. Pengambilan logam, ini dalam keseluruhan makanan laut yang dikaji adalah dalam julat yang sesuai untuk keperluan tubuh kerana anggaran pengambilan yang disarankan dalam sehari adalah sebanyak 15 mg/hari meliputi semua kelas makanan [3, 10].

Logam Plumbum

Plumbum merupakan logam berat yang tidak diperlukan oleh tubuh manusia. Kepekatan logam ini adalah berubah-ubah dan biasanya berada dalam julat antara 0.01 hingga 2.5 mg/kg [11]. Kandungan logam Pb di dalam semua spesies makanan laut yang dikaji mempunyai kepekatan dalam julat 0.047 mg/kg dan 0.256 mg/kg. Ikan kembung mempunyai kepekatan yang paling tinggi manakala ikan senangin mempunyai kepekatan yang terendah. Secara amnya, aktiviti perkapalan di Selat Melaka lebih menggalakkan dan menyumbang lebih banyak pencemaran logam Pb berbanding bahan buangan industri [12]. Selain itu, logam Pb dan unsur-unsur lain seperti Zn dan Cu digunakan dalam pembuatan cat anti karat dan sebagai penyalut bagi menghalang serangan alga yang tumbuh di bahagian kapal, juga berkemungkinan menyebabkan kontaminasi ini [13].

Kajian yang dilakukan menunjukkan purata anggaran pengambilan logam Pb dalam sehari oleh populasi kajian adalah sebanyak 0.008 mg/hari. Kajian yang dilakukan di Bandar Baru Bangi menunjukkan bahawa makanan laut dan bahan minuman (milo dan teh) merupakan sumber utama pengambilan logam Pb [14]. Kajian yang dilakukan di Kuala Kemaman, Terengganu mendapati jumlah pengambilan logam ini dalam sehari melalui makanan laut ialah 0.003 mg/hari [7]. Kajian yang dilakukan di Greenland pula menunjukkan pengambilan sebanyak 0.003 mg/hari [15], manakala di Kanada pengambilan dianggarkan sebanyak 0.024 mg/hari [16]. Berdasarkan kajian "Total Diet" yang dijalankan di United Kingdom, pengambilan logam ini melalui ikan adalah sebanyak 0.026 mg/hari [9]. Had maksimum yang dibenarkan oleh WHO ialah 0.430 mg/hari. WHO juga menganggarkan pengambilan logam Pb oleh manusia dewasa di seluruh dunia adalah dalam julat 0.015 mg/hari hingga 0.316 mg/hari [17].

Jadual 3: Anggaran pengambilan logam Cu, Fe, Zn, Pb, Ni dan Cd oleh penduduk di Tanjung Karang melalui makanan laut

	Spesies	Anggaran Jumlah Pengambilan Logam Oleh Penduduk (mg/hari)					
		Cu	Fe	Zn	Pb	Ni	Cd
1	Ikan Kembung (<i>Rastrelliger kanagurta</i>)	0.02	0.48	0.94	0.017	0.004	0.018
2	Ikan Bawal Putih (<i>Pampus argenteus</i>)	0.04	0.23	0.52	0.009	0.012	0.011
3	Ikan Belanak (<i>Vale mugil seheli</i>)	0.05	0.43	0.49	0.007	0.018	0.028
4	Ikan Gelama (<i>Sciaena dussumieri</i>)	0.12	0.23	0.30	0.006	0.009	0.015
5	Ikan Semilang (<i>Plotosus canius</i>)	0.06	0.23	0.21	0.010	0.007	0.059
6	Ikan Selar Kuning (<i>Selarides leptolejus</i>)	0.10	0.09	0.43	0.004	0.0007	0.007
7	Ikan Cencaru (<i>Megalaspis cordyla</i>)	0.17	0.58	0.21	0.003	0.0002	0.008
8	Ikan Senangin (<i>Eleutheronema etradactylum</i>)	0.14	0.04	0.34	0.003	0.00005	0.006
9	Ikan Parang (<i>Chirocentrus dorab</i>)	0.26	0.07	0.27	0.005	0.001	0.007
10	Ikan Siakap (<i>Lates calcarifer</i>)	0.13	0.07	0.11	0.004	N.D	0.009
11	Sotong Katak (<i>Sepiella inermis</i>)	0.07	0.47	1.15	0.016	0.007	0.096
12	Sotong (<i>Loligo edulis</i>)	0.26	0.50	0.69	0.006	0.010	0.040
13	Ketam Bunga (<i>Portunus plagicus</i>)	0.39	0.94	1.20	0.009	0.007	0.091
14	Udang Harimau (<i>Penaeus sesulcatus</i>)	0.21	2.18	1.14	0.009	0.030	0.056
15	Udang Kertas (<i>Metapenaeus intermedius</i>)	0.54	0.05	0.61	0.011	0.0002	0.009
	Purata	0.17	0.44	0.58	0.008	0.007	0.031

N.D., tidak dapat dikesan

Logam Nikel

Logam nikel hadir dalam kepekatan yang rendah dalam kebanyakan makanan laut. Dalam kajian ini kandungan logam ini adalah dalam julat N.D. (tidak dapat dikesan) hingga 0.458 mg/kg. Kandungan Ni dalam udang harimau mengatasi spesies lain manakala ikan siakap menunjukkan kandungan logam ini tidak dapat dikesan. Hasil kajian di United Kingdom menunjukkan kepekatan logam ini di dalam ikan adalah sebanyak 0.120 mg/kg berat basah [9], manakala di Greek kepekatan logam ini adalah sebanyak 0.080 mg/kg [19]. Analisis statistik menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ($p > 0.05$) bagi kandungan logam Ni dalam semua spesies makanan laut yang dikaji.

Dalam kajian ini pengambilan logam Ni oleh penduduk yang dikaji dianggarkan sebanyak 0.007 mg/hari. Jumlah pengambilan logam Ni oleh manusia adalah sedikit iaitu sebanyak 0.016 mg/kg dalam paru-paru, 0.009 mg/kg dalam hati dan 0.006 mg/kg dalam jantung [11]. Pengambilan logam Ni yang paling tinggi dikesan dalam udang harimau iaitu sebanyak 0.030 mg/hari. Kajian yang dilakukan di United Kingdom menunjukkan jumlah pengambilan adalah sebanyak 0.130 mg/hari [9]. Jumlah pengambilan Ni oleh penduduk Tanjung Karang menerusi makanan laut masih berada di bawah had yang dibenarkan oleh WHO iaitu antara 0.100 mg/hari hingga 0.300 mg/hari [5].

Logam Kadmium

Dalam kajian ini, kandungan logam Cd di dalam makanan laut yang dianalisis berada pada julat yang besar iaitu antara 0.087 mg/kg dan 1.469 mg/kg. Kepekatan logam ini dicerap paling tinggi pada spesies sotong katak dan paling rendah pada spesies ikan senangin. Analisis statistik menunjukkan terdapat berbezaan kepekatan yang signifikan ($p < 0.05$) pada setiap spesies makanan laut yang dikaji. Kajian yang dilakukan oleh FAO, UNEP dan GEMS menunjukkan kepekatan logam ini di dalam makanan laut adalah sebanyak 0.035 mg/kg. Kajian yang dijalankan di United Kingdom menunjukkan jumlah logam ini di dalam ikan adalah sebanyak 0.013 mg/kg berat basah [9]. Walaupun kepekatan logam Cd yang dicerap di dalam kajian ini agak tinggi berbanding kajian di United Kingdom dan kajian oleh FAO, UNEP dan GEMS, tetapi kepekatan logam Cd yang dicerap masih berada di bawah had maksimum yang dibenarkan oleh USFDA iaitu 2.0 mg/kg.

Jumlah pengambilan logam Cd yang dikaji dalam sehari adalah dalam julat 0.006 mg/hari hingga 0.096 mg/hari dengan purata 0.031 mg/hari. Kajian-kajian lain menunjukkan anggaran pengambilan harian logam ini ialah 0.007 mg/hari di Kuala Kemaman, Terengganu [7], 0.2 mg/hari di Greenland [15], 0.24 mg/hari di Arab [18] dan 0.016 hingga 0.029 mg/hari di Sepanyol [20]. Sementara itu, pengambilan mingguan logam ini di Kanada adalah sebanyak 0.088 mg/minggu untuk berat badan 60 kg [15]. Had yang dibenarkan dalam gizi oleh WHO ialah 0.064 mg/hari [5].

KESIMPULAN

Penyelidikan terhadap logam berat dalam makanan laut khususnya dan kelas makanan yang lain amnya adalah sangat penting bagi memastikan keselamatan makanan itu dan menjamin kesihatan manusia. Secara keseluruhannya, kandungan logam berat di dalam makanan laut daripada kawasan Tanjung Karang yang dikaji adalah berada di bawah had maksimum yang dibenarkan oleh beberapa pertubuhan seperti WHO, USFDA dan FAO. Hasil kajian menunjukkan jumlah anggaran pengambilan logam berat oleh populasi yang dikaji dalam sehari bagi logam Cu ialah 0.17 mg/hari, 0.44 mg/hari bagi logam Fe, 0.58 mg/hari bagi logam Zn, 0.008 mg/hari bagi logam Pb, 0.007 mg/hari bagi logam Ni dan 0.031 mg/hari bagi logam Cd.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia kerana membiayai projek penyelidikan ini melalui Geran Penyelidikan S/21/2000.

RUJUKAN

1. Ahmad Ismail & Ahmad Badri. 1994. *Ekologi Air Tawar*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
2. FAO/WHO. 1998. *Codex Alimentarius Commission*. Discussion paper on cadmium. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Rome: Food and Agricultural Organization/ World Health Organization.
3. Reilly, C. 1980. *Metal contamination of food*. Applied Science Publishers Ltd., London.
4. Babji, A.S., A. Zulkifli & M.S. Embong. 1983. Monitoring of heavy metals contents of coastal water fishes in Peninsular Malaysia. Preprint: An International Conference on Development & Management of Tropical Living Aquatic Resource. August 2-5. Universiti Pertanian Malaysia, Serdang.
5. World Health Organization. 1994. *Quality directive of potable water*. Ed. Ke-2. World Health Organization, Geneva.
6. Huzairi, M. 2001. Kajian penentuan kandungan logam surih dalam makanan laut dan jumlah pengambilannya oleh penduduk di Kuala Kemaman, Terengganu dan Kuala Selangor, Selangor. Tesis Sm. Sn, Universiti Kebangsaan Malaysia (Tidak diterbitkan)
7. Tukimat L., A.B. Rahayu., C.C. Zaidi, & A.R. Sahibin. 2002. Kajian penentuan kandungan logam berat terpilih di dalam makanan laut dan anggaran pengambilannya oleh penduduk Kuala Kemaman, Terengganu. *Proceeding of the Regional Symposium on Environment and Natural Resources*. 10- 11 th April 2002. Kuala Lumpur, Malaysia.
8. Theodore, P. L. 1981. *Food and your well-being*. West Publishing Co., St. Paul New York. Los Angeles. San Francisco.
9. Ysart, G., P. Miller, M. Crosdale, H. Crews, P. Robb, M. Baxter, C. De L'Argy & N. Harrison, 2000. 1997 UK Total Diet Study - dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. *Food Additives and Contaminant*, **17**: 775-786.
10. National Academy of Science (NAS). 1980. *Recommended dietary allowances*. Ed. Ke 9. National Academy of Science, Washington.
11. Bennett, B. G. 1981. Exposure commitment assessments of environmental pollutions. A *MARC Report Number 25*: 1(2):18-3 1.
12. Giordano, R., L. Musmeci, L. Ciaralli, I. Vernillo, M. Chirico, A. Piccioni & S. Constantini. 1995. Total contents and sequential extractions of mercury, cadmium and lead in coastal sediments. *Mar. Pollut. Bull.* **24(7)**: 350-357.
13. Balogh, K.V. 1988. Heavy metal pollution from a point source demonstrated by *muskel (Unio pictorum L.)* at Lake Balaton, Hungary. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **41**: 910-914.
14. Zawiah, H. & A. R. Rosmiza. 1995. Evaluation of trace elements iron, zinc, copper and lead in the diet of female university students. *Mal. J. Nutr.* **1**: 31-40.
15. Johansen, P., T. Pars & P. Bjerregaard. 1999. Lead, cadmium, mercury and selenium intake by Greenlanders from local marine food. *The Science of the Total Environment* **245**: 187-194.
16. Dabeka, R.W. & A.D. McKenzie. 1995. Survey of lead, cadmium, fluoride, nickel and cobalt in food composites and estimation of dietary intake of these elements by Canadians in 1986-1988. *Journal of AOAC International*. **78(4)**: 897-909.
17. World Health Organization. 1995. *Inorganic lead. Environmental Health Criteria*. Number 165 (World Health Organization, Geneva).
18. Salleh, Z.A., H. Brunn, R. Paetzold & L. Hussein. 1998. Nutrients and chemical residues in an Egyptian total mixed diet. *Food Chemistry*. **63**:535-541.
19. Tsoumbaris, P. & P.H. Tsoukali. 1994. Heavy metals in common foodstuff. Quantitative analysis. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **53**: 61-66.
20. Cuadrado, C., J. Kumpulainen & O. Moreiras. 1995. Contaminants and nutrients in total diets in Spain. *European Journal of Clinical Nutrition*. **49**: 707-778. ↵