

PENELITIAN TIMAH PLASER MELALUI ANALISIS SAYATAN OLES DAN GEOKIMIA : STUDI KASUS PERAIRAN TELUK PINANG, PROVINSI RIAU

Oleh :

Y. Darlan, U. Kamiludin, dan Noor C.D Aryanto

Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No.236, Bandung

Diterima : 12-11-2009; Disetujui : 13-05-2010

SARI

Kebutuhan pasar dunia akan timah meningkat, sehingga pencarian sumberdaya timah banyak dilakukan, termasuk kawasan perairan Riau, Bangka dan Belitung. Bijih timah dalam mineral kasiterit mempunyai Berat Jenis tinggi, sehingga endapan timah alluvium akan tersebar di sekitar sumber asal timah. Analisis geokimia merupakan salah satu metoda yang digunakan untuk menjawab apakah timah dan logam lainnya dalam bentuk unsur berpotensi sebagai sumber daya. Kandungan unsur logam timah yang terdapat pada sedimen permukaan di sekitar aliran dan muara sungai kurang dari 10ppm lebih kecil dibandingkan dengan kandungan unsur logam timah yang ada pada sedimen permukaan dasar laut (20ppm – 80ppm).

Kata kunci: timah plaser, analisis sayatan oles dan geokimia, sedimen permukaan, Teluk Pinang, Provinsi Riau

ABSTRACT

The demand of world trades for tin is high, hence explorations for resources of tin in the world, for example Riau, Bangka, and Belitung of Indonesia waters have been carried out. Tin ores of cassiterite has high density, therefore alluvial tin deposits will distribute near their resources. Geochemical analyses is one of the methods which is applied to explain that are tin and heavy metals deposits are prospect at the study area. This is as a main aim of research at Teluk Pinang waters and adjacent areas. The content of tin metal element contained in surface sediments in the river streams and mouth less than 10ppm is smaller than the content of tin metal element exist on the seafloor surface sediment (20ppm - 80ppm).

Key words: placer tin, smear slides and geochemistry analyses, surfacial sediment, The Pinang Bay, Riau Province

PENDAHULUAN

Mengingat harga timah di pasar dunia cukup baik mencapai Rp 120 juta per ton (Tjatur, 2010) maka pencarian akan sumber-sumber timah terus giat dilakukan. Cina merupakan negara paling besar pengguna bahan baku timah terbesar yaitu sekitar 100 juta ton per tahun di atas Eropa sekitar 70 juta ton per tahun (Suprpto., 2008). Salah satu tujuan eksplorasi timah oleh perusahaan-perusahaan

pertambangan dari negeri Cina adalah Perairan Indonesia.

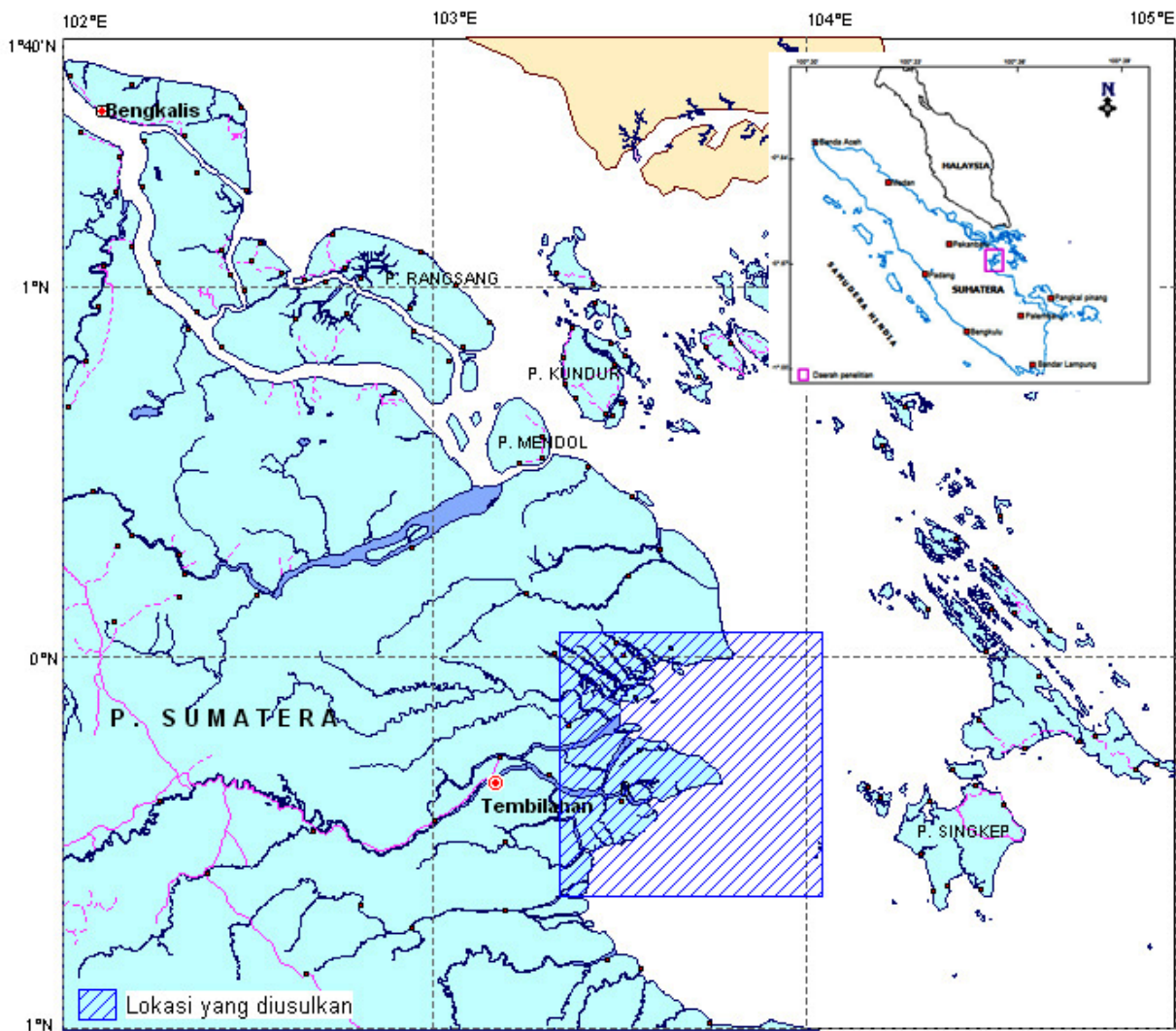
Secara geologi mineral kasiterit berasal dari granit yang membujur mulai dari Cina Selatan, Birma, Muangthai, Malaysia dan berlanjut ke Indonesia. Di Indonesia batuan granit tersebut membentang mulai dari P. Karimun, P. Kundur, P. Singkep, P. Bangka, P. Belitung dan Bangkinang serta di kepulauan Anambas, Natuna dan Karimata. Jalur granit tersebut

dikenal sebagai jalur timah (*tin belts*). (Batchelor, 1983) . Berdasarkan umur, komposisi, tekstur dan jenis tubuh granit maka jalur granit/timah tersebut dibagi menjadi 3 yaitu: *Jalur timah barat* membentang dari Phuket-Phangnga (Thailand) berarah utara-selatan. *Jalur timah utama* membentang mulai dari selatan Thailand hingga P. Bangka. Pada jalur ini ada 3 daerah tambang timah terbesar di Asia yaitu Kinta Valley, Bangka dan Kuala Lumpur. *Jalur timah timur* meliputi P. Belitung, Pahang - Trengganu.

Sumber mineral kasiterit di sekitar daerah Rengat, Provinsi Riau berasal daerah tinggian yang termasuk ke dalam Pegunungan Tigapuluh. Pegunungan Tigapuluh terletak di antara Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Sumatera Tengah, disusun oleh batuan Pra

Tersier hingga Kuartar (Suwarna, dr.,1991). Batuan terobosan yang ada di Pegunungan Tigapuluh berumur Pra-Tersier terdiri atas pluton granit-biotit dan granodiorit. Pada batuan ini terdapat mineralisasi berupa urat-urat kasiterit dan kuarsa/kasiterit. Sebagian besar urat-urat kuarsa kasiterit tersebut mengalami proses-proses pelapukan (*weathering*) selanjutnya membentuk endapan kasiterit alluvial.. Kadar kasiterit ini antara 20 ppm – 40 ppm (Suprpto, 2008).

Daerah telitian merupakan kawasan perairan Teluk Pinang dan sekitarnya termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Secara geografi terletak pada koordinat 0.002° - 0.530° Lintang Selatan dan 103.128° - 103.791° Bujur Timar (*Gambar 1*).



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

Daerah Teluk Pinang merupakan salah satu kawasan perkebunan kopra dan kelapa sawit, serta kawasan hutan bakau. Kopra dan kelapa sawit merupakan andalan utama pendapatan asli masyarakat Teluk Pinang. Pohon nipah diolah untuk dijadikan bahan industri rokok yang selanjutnya diekspor ke Thailand. Oleh karena itu masyarakat Teluk Pinang menjadikan hutan bakau sebagai lahan budi daya. Daerah perairan Teluk Pinang terdiri atas beberapa pulau dan sungai besar. Kondisi alam pesisir pulau tersebut cukup baik masih belum banyak perubahan akibat aktivitas manusia seperti kondisi hutan bakau dan sedimennya. Sedimen tersebut terdiri atas lumpur yang sebagian besar tersebar di sepanjang pantai, dan sedikit endapan pasir ditemukan di kawasan Teluk Pinang.

Sungai Indragiri dengan anak-anak sungainya yang berasal dari kawasan Pegunungan Tigapuluh sebagai asal sumber mineral kasiterit (Suprpto, 2008) mengalir dan bermuara di daerah perairan Teluk Pinang dan sekitarnya. Sehingga unsur logam timah (Sn) di dalam endapan aluvial tersebut mungkin ditemukan di perairan Teluk Pinang. Secara fisiografi Perairan Teluk Pinang dan sekitarnya merupakan bagian dari jalur granit utama sebagai sumber endapan timah. Tetapi yang menjadi masalah proses sedimentasi di kawasan ini cukup kuat dengan menghasilkan endapan lumpur yang cukup tebal, sehingga sulit untuk mendeteksi asal sumber mineral kasiterit. Apakah unsur logam kasiterit tersebut berasal dari intrusi granit Pegunungan Tigapuluh atau berasal dari jalur granit utama. Sebanyak 27 contoh sedimen permukaan yang dipilih dari 72 contoh sedimen hasil survei Tim Riau, Puslitbang Geologi Kelautan (Darlan, drr., 2009) (Gambar 1) yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi secara analisis sayatan oles dan geokimia apakah unsur timah dan logam lainnya yang ada dalam sediment permukaan berpotensi sebagai sumberdaya atau sebagai polutan. Luaran penelitian ini adalah informasi kandungan dan sebaran unsur logam berat di kawasan perairan Teluk Pinang.

METODE

Analisis contoh sedimen yang digunakan adalah sayatan oles (*smear slide method*). Setiap

contoh sedimen dianalisis megaskopis. Selanjutnya contoh sedimen tersebut diambil dan dioleskan pada kaca obyek secara merata dan membentuk permukaan yang tipis dan transparan. Contoh sedimen tersebut kemudian dikeringkan dan ditutup dengan kaca penutup menggunakan perekat sayatan oles. Terakhir dilakukan determinasi dan penghitungan persentase jenis mineral/material yang ada pada contoh sedimen di bawah mikroskop binokuler.

Metoda geokimia (AAS *Lab Pusat Survei Geologi*, 2008) telah diterapkan pada beberapa contoh sedimen di daerah telitian yang berukuran lempung untuk mengidentifikasi unsur logam timah dan logam lainnya yang dinyatakan dalam besaran, ppb (*part per billion*), ppm (*part per million*) dan %. Dimana besaran 1% sama dengan 10.000 ppm. 1 (satu) ppm sama dengan 1000 ppb. Jadi 1% menunjukkan bahwa setiap berat 1 ton sedimen mengandung unsur logam 10.000g.

HASIL TELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis sayatan oles

Data analisis sayatan oles dari 27 contoh dicantumkan dalam Tabel 1. Analisis sayatan oles menunjukkan sedimen di daerah penelitian mengandung klastika biogenik dan non biogenik Klastika biogenik terdiri atas fragmen foraminifera, dan mikrit sebagai masa dasar gampingan. Klastika non biogenik terdiri atas kuarsa, felspar, mika, mineral berat, oksida besi dan mangan, dan lempung. Foraminifera berupa cangkang dan pecahan cangkang pada hampir semua contoh yang dianalisis sangat jarang ditemukan <1 % (prosentase mikroskopik). Mikrit sebagian kecil (15 % - 30 %) dijumpai pada semua contoh sedimen terutama contoh yang diambil sekitar P. Basu, P. Beting, dan P. Cawan. Kuarsa dijumpai cukup banyak (50% - 75 %) pada beberapa yang dianalisis terutama pada contoh sedimen yang berasal dari lepas pantai sekitar P. Cawan. Contoh sedimen yang berasal dari sungai dan daerah pasang surut kandungan kuarsanya sedikit sekali (1 % - 5 %). Begitu juga dengan kandungan mineral beratnya.. Oksida besi dan mangan dijumpai sekitar 5%- 15 % pada contoh sedimen yang berasal dari Sungai Batang Tuaka, Sungai Sapat dan Sungai Batang Perigi. Mineral tersebut pada contoh sedimen yang berasal dari sekitar P. Cawan sedikit sekali

dijumpai (1 - 5 %). Ringkasnya mineral kuarsa pada umumnya banyak dijumpai pada setiap contoh sedimen yang menunjukkan sumber asal batuan granitik, sebaliknya mineral-mineral yang masuk dalam golongan mineral logam jarang dijumpai. Selebihnya adalah klastika lempung paling banyak dijumpai pada contoh-contoh sedimen tersebut.

Analisis AAS

Sebanyak 27 contoh sedimen tersebut juga dianalisis geokimia (Tabel 2). Analisis geokimia yang dilakukan terdiri atas logam timah (Sn), tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), nikel (Ni), Mangan (Mn), perak (Ag), besi (Fe), krom (Cr), Cadmium (Cd), emas (Au), dan air raksa (Hg). Berdasarkan analisis kandungan dan jenis konsentrat, logam Sn lebih ditekankan pada penelitian ini. Selanjutnya konsentrat logam Sn diplot pada peta sebagai peta indikasi logam Sn (Gambar 2). Analisis unsur logam pada contoh-contoh sedimen permukaan dasar sungai dan laut menunjukkan sebagian besar unsur logam yang ada pada sedimen tersebut tidak memperlihatkan kadar konsentrat (ppm) yang tinggi (>100ppm) kecuali untuk unsur logam besi (Fe), mangan (Mn), dan krom (Cr). Ketiga jenis unsur logam tersebut mempunyai kadar konsentrat cukup tinggi dibandingkan dengan jenis unsur logam lainnya. Kadar unsur logam Fe yang terdapat pada sedimen dengan lingkungan anaerobik akan meningkat karena adanya proses kimia residu. Jika proses tersebut berlangsung hingga kurun waktu lama maka unsur logam Fe tersebut membentuk mineral yang berkadar Fe tinggi seperti mineral pirit. Jenis unsur logam lainnya dengan kadar paling kecil adalah emas (Au) dan air raksa (Hg). Unsur logam Fe berkisar antara 20.000 ppm dan 40.000 ppm. Unsur logam Mn berkisar antara 100 ppm dan 1000 ppm. Unsur logam krom berkisar antara 20 ppm dan 100 ppm. Berkaitan dengan mineral kasiterit (timah plaser) kandungan unsur logam timah (Sn) di daerah telitian berkisar antara 10 ppm dan 80 ppm. Kadar Sn pada sedimen dasar sungai yang ada di utara (TLP27, TLP31, TLP32, TLP40, dst.) dan selatan (TLP03, TLP55, TLP59, dst) daerah telitian lebih kecil dibandingkan dengan Sn pada contoh sedimen laut seperti TLP13, TLP15, dan TLP21 (Gambar 2). Sebaliknya kadar Fe-nya pada sedimen laut jauh lebih rendah. Unsur

logam Hg merupakan unsur logam cukup berbahaya bagi lingkungan hidup manusia dalam jumlah yang melebihi batas ambang yaitu 410 ppb (Betts, 2004). Pada contoh sedimen di daerah telitian unsur logam tersebut kadarnya masih di bawah batas ambang (10 ppb-60 ppb) jika mengacu pada baku mutu sedimen laut (Betts, 2004).

Berdasarkan data analisis logam, maka dapat diperoleh gambaran secara umum tentang keterdapatan kandungan unsur logam timah dan logam lainnya di perairan Teluk Pinang dan sekitarnya, Riau. Untuk itu di dalam pembahasan ini daerah selidikan dapat dibagi ke dalam 3 (tiga) blok berdasarkan fisiografi perairan (sungai dan laut) yaitu Blok I, Blok II, dan Blok III (Gambar 2).

Blok I: Alur Utara meliputi S. Mandah, S. Igal, S. Pelanduk, S. Batangtumu, S. Gaung, dan alur di sekitar P. Cawan. Berdasarkan data analisis sayatan oles mineral-mineral yang termasuk kedalam golongan mineral berat tidak dijumpai. Melalui analisis geokimia unsur logam Sn dijumpai kurang dari 10 ppm (Tabel 2). Kandungan unsur logam lain yang cukup banyak dijumpai adalah unsur logam Fe mencapai 2.60% seperti pada contoh TLP31 (Tabel 2 dan Gambar 2). Unsur logam Fe dijumpai juga pada sedimen darat di kawasan Teluk Pinang seperti di P. Cawan dan sekitarnya. Indikasi adanya unsur logam Fe ditunjukkan oleh kualitas air yang berasal dari sumur bor di P. Cawan. Secara fisik kondisi air sumur bor tersebut berbau besi dan memberikan dampak warna oksida besi yang berwarna merah kecoklatan pada tempat penampungan air. Menurut informasi penduduk setempat air tersebut tidak baik untuk dikonsumsi sebagai air minum.

Blok II: Alur Selatan meliputi S. Batang Indragiri, S. Batang Perigi, dan S. Batang Tuaka. Analisis sayatan oles pada sedimen permukaan dasar alur pada umumnya menunjukkan kandungan silika antara 5% dan 30% seperti pada contoh dari TPL56 hingga TPL79 (Tabel 1 dan Gambar 2), dan oksida Fe dan Mn alumina antara 5% dan 15%. Mineral kasiterit dan mineral logam lainnya sulit dideteksi secara analisis sayatan oles karena sedimennya berbutir sangat halus. Seperti halnya pada analisis sayatan oles, kandungan unsur logam Fe dan Mn melalui analisis geokimia juga menunjukkan kadar cukup tinggi yaitu berkisar

Tabel 1 Data analisis sayatan oles sedimen permukaan perairan Teluk Pinang dan sekitarnya Provinsi Riau

LOKASI PERCONTOH	BIOGENIK					BUKAN BIOGENIK							AUTOGENIK			BESAR BUTIR				
	GAMPINGAN			SILIKAT		PASIR DAN LANAU							Zeolit	Dolomit	Gips u m		Glaukonit			
	Foramlinifera	Nanno	Fragmen	Milkrit	Radiolaria	Diatom	Spic Spong	Karbonat	Total Dentitus									Fe/Mn Oksida	Pecahan batupung	Lempung
									Q	F	M	HM								
TLP. 01									-	-	TR	a	-	-	-	-	R			
TLP. 03	-	-	TR	a	-	-	-	-	R	R	R	-	A	-	Lempung					
TLP. 04	-	-	-	a	-	-	-	-	R	-	TR	-	A	-	Lempung					
TLP. 06	-	-	TR	a	-	-	-	-	c	-	TR	c	R	-	Lempung pasir					
TLP. 07	-	-	R	C	-	-	-	-	c	-	TR	c	R	-	Lempung pasir					
TLP. 08	-	-	-	R	-	-	-	-	A	-	R	A	R	-	Pasir organikan					
TLP. 09	-	-	-	C	-	-	-	-	R	-	TR	R	c	-	Lempung					
TLP. 10	-	-	-	C	-	-	-	-	C	-	TR	C	c	-	Lempung pasir					
TLP. 15	-	-	-	R	-	-	-	-	a	-	TR	a	R	-	Pasir organikan					
TLP. 17	-	-	-	R	-	-	-	-	A	-	TR	A	c	-	Pasir organikan					
TLP. 21	TR	-	TR	R	-	-	-	-	A	-	TR	A	c	-	Pasir					
TLP. 25	-	-	-	R	-	-	-	-	c	-	TR	C	c	-	Lempung pasir					
TLP. 27	TR	-	TR	a	-	-	-	-	c	-	TR	C	TR	-	Lempung pasir					
TLP. 28	-	-	TR	C	-	-	-	-	R	-	TR	R	TR	-	Lempung					
TLP. 31	-	-	-	C	-	-	-	-	R	-	TR	R	c	-	Lempung					
TLP. 33	-	-	R	A	-	-	-	-	R	-	TR	R	TR	-	Lempung					
TLP. 39	-	-	TR	a	-	-	-	-	TR	-	TR	R	R	-	Lempung					
TLP. 40	-	-	-	C	-	-	-	-	R	-	TR	R	R	-	Lempung					
TLP. 41	-	-	-	C	-	-	-	-	c	-	R	c	c	-	Lempung pasir					
TLP. 43	-	-	-	C	-	-	-	-	R	-	TR	R	R	-	Lempung					
TLP. 49	-	-	TR	R	-	-	-	-	c	-	TR	C	TR	-	Lempung pasir					
TLP. 50	TR	-	TR	C	-	-	-	-	c	-	TR	C	R	-	Lempung pasir					
TLP. 51	-	-	TR	C	-	-	-	-	c	-	TR	C	R	-	Lempung pasir					
TLP. 53	-	-	TR	c	-	-	-	-	A	-	TR	A	R	-	Pasir					
TLP. 56	-	-	-	C	-	-	-	-	R	-	-	R	R	-	Lempung					
TLP. 58	-	-	TR	C	-	-	-	-	C	-	TR	C	c	-	Lempung pasir					
TLP. 61	-	-	-	C	-	-	-	-	c	-	TR	C	c	-	Lempung pasir					
TLP. 62	-	-	-	-	-	-	-	-	D	TR	TR	c	D	-	Pasir					
TLP. 66	-	-	-	TR	-	-	-	-	TR	-	TR	TR	R	-	Lempung lanauan					
TLP. 68	-	-	-	TR	-	-	-	-	A	-	R	A	c	-	Pasir					
TLP. 76	-	-	TR	TR	-	-	-	-	R	-	-	R	C	-	Lempung lanauan					
TLP. 79	-	-	-	TR	-	-	-	-	R	-	-	TR	R	c	Lempung lanauan					

KETERANGAN:

- D** = Dominant/Dominant (75%)
A = Sangat melimpah/Very abundant (50-75%)
a = Melimpah/Abundant (30-50%)
C = Sangat umum/Very common (15-30%)
c = Umum/Common (5-15%)
R = Jarang/Rare (1-5%)
TR = Sangat jarang/Trace (<1%)
Q = Kuarsa/Quartz
F = Feldspar/Feldspar
M = Mika/Mica
HM = Mineral berat/Heavy minerals

Tabel 2. Data analisis unsur logam (AAS) pada sedimen permukaan perairan Teluk Pinang dan sekitarnya Provinsi Riau

NO	KODE CONTOH	Cu ppm	Pb ppm	Zn Ppm	Ag ppm	Ni ppm	Mn ppm	Cr ppm	Cd ppm	Sn ppm	Au ppb	Fe %	Hg ppb
1	TLR 01	10	36	79	3	28	361	114	4	<10	7	2.43	28
2	TLR 03	11	38	76	4	25	350	118	3	10	7	2.53	24
3	TLR 05	10	37	73	3	24	301	129	4	10	6	2.30	32
4	TLR 08	11	39	71	3	27	298	132	3	10	7	2.31	33
5	TLR 10	11	36	70	2	23	293	135	4	10	6	2.27	35
6	TLR 13	13	30	64	2	24	263	130	4	20	6	2.21	39
7	TLR 15	15	27	62	3	24	253	122	3	40	7	2.20	42
8	TLR 17	17	25	62	2	25	250	119	3	50	7	2.18	45
9	TLR 21	17	24	61	2	25	246	103	3	80	8	2.15	48
10	TLR 25	10	36	72	3	24	302	131	4	10	6	2.35	34
11	TLR 27	11	38	76	2	26	298	129	4	10	5	2.54	36
12	TLR 31	13	39	79	2	30	293	119	4	<10	5	2.60	40
13	TLR 33	5	6	69	1	24	89	112	4	<10	3	2.37	11
14	TLR 39	5	12	21	2	5	190	20	1	<10	8	1.32	19
15	TLR 40	9	28	67	2	23	275	112	4	<10	4	2.04	29
16	TLR 41	10	28	71	2	25	367	119	4	<10	3	2.39	33
17	TLR 43	10	27	70	2	24	342	114	4	<10	3	2.18	30
18	TLR 49	9	27	68	2	24	271	110	4	<10	4	2.01	27
19	TLR 53	10	26	72	2	23	291	113	4	<10	3	2.21	29
20	TLR 55	13	32	73	2	28	357	107	4	<10	4	2.38	27
21	TLR 59	12	29	68	2	23	410	92	4	10	3	2.41	23
22	TLR 61	9	27	65	2	19	490	83	4	10	2	3.65	19
23	TLR 62	8	25	61	2	15	514	75	4	20	<2	3.96	14
24	TLR 66	8	33	63	2	18	1084	63	4	<10	3	3.92	22
25	TLR 68	11	34	59	2	19	411	66	3	<10	6	2.57	55
26	TLR 76	10	35	64	2	20	379	82	3	10	4	2.72	49
27	TLR 79	11	36	73	3	23	340	102	3	10	6	2.69	34

Catatan:

1 % = 10.000 ppm. 1 ppm = 1000 ppb

antara 2% dan 4% untuk Fe, dan antara 300 ppm dan 1000 ppm untuk Mn. Selain itu melalui analisis geokimia kandungan unsur logam Sn pada contoh-contoh tersebut didapat kurang dari 10ppm (Tabel 2)

Blok III: Blok perairan yang terletak disekitar P. Cawan. Seperti halnya di Blok Alur Utara dan Blok Alur Selatan, unsur logam Sn dan unsur logam lainnya yang ditemukan di kawasan ini terdapat pada sedimen berbutir halus (lempung dan lanau). Sedimen permukaan dasar perairan yang ada di Blok Perairan bersumber dari Blok Alur Utara dan Blok Alur Selatan, dan endapan laut (*marine sediment*). Endapan laut tersebut mungkin berasal dari lapukan batuan granit yang masuk kedalam jalur timah utama. Oleh sebab itu kandungan unsur logam Sn secara kuantitas akan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di Blok Alur Utara dan Blok Alur Selatan. Berdasarkan analisis geokimia kandungan unsur logam Sn di kawasan ini berkisar antara 20ppm dan 80ppm lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan unsur logam Sn yang dijumpai di Blok Alur Utara dan Selatan (Tabel 2 dan Gambar 2).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil telitian kandungan timah plaser di perairan Teluk Pinang dan sekitarnya, Provinsi Riau maka dapat disimpulkan bahwa timah plaser dan logam pada sedimen di daerah telitian sulit untuk diidentifikasi secara analisis mikroskopik. Melalui analisis geokimia kandungan unsur logam timah yang terdapat pada sedimen permukaan di sekitar aliran dan muara sungai kurang dari 10ppm lebih kecil dibandingkan dengan kandungan unsur logam timah yang ada pada sedimen permukaan dasar laut (20ppm – 80ppm). Unsur logam timah yang terdapat pada sedimen permukaan dasar laut kemungkinan berasal dari darat (*hinterland*) dan laut sebagai endapan laut. Unsur logam timah di

daerah telitian kurang prospek untuk dijadikan sebagai sumber daya endapan timah plaser.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir Subaktian Lubis, M.Sc, Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, yang telah memberikan dukungannya di dalam menerbitkan karya tulis ini. Terima kasih pula penulis sampaikan kepada rekan-rekan yang telah memberikan bahan masukan pada karya tulis ini.

ACUAN

- Darlan, Y., U. Kamiludin, N.C. Aryo, dan M. Surachman, 2008. Laporan Penelitian Kandungan Kasiterit (Timah Plaser) dan Unsur Tanah Jarana di Perairan Riau. *PPPGL Bandung*
- Bachelor, B.C., 1983. *Sundaland Tin Placer and Late Caenozoic Coastal and Offshore Stratigraphy in Western Malaysia and Indonesia*. Unpubl. Ph.D. Thesis, Geol. Dept. University of Malaya 598p.
- Betts, B. dalam <mailto:bbett461@ecy.wa.gov>, 2004. *Sediment Quality Chemical Criteria*.
- Suprpto, S.J., 2008. *Potensi Bahan Galian pada Wilayah Bekas Tambang Logas dan Bekas Tambang Timah Siabu*, Pusat Sumber Daya Geologi Bandung.
- Suwarna N., T Budhitrisna, S. Santoso, dan S. Andi Mangga, 1991. Geologi Lembar Rengat, Sumatera, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- Tjatur, 2010. Harga Timah Dunia Naik. *Tribune News.Com 7 April 2010*.