



# PENGEMBANGAN METODA EKSPLORASI GEOKIMIA MERKURI ARSENIK DAN H<sub>2</sub>S DI DAERAH PROSPEK *GEOTHERMAL* DAN UJI VALIDASINYA

Yayun Andriani<sup>1)</sup>, Eko Handoyo<sup>1)</sup>, Lisna Rosmayati<sup>1)</sup>, Annisa Chairuna<sup>1)</sup> dan Gathuk Widiyanto<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS

Jl. Ciledug Raya, Kav. 109 Cipulir, Kebayoran Lama, 12230, Jakarta Selatan, Indonesia.

<sup>2</sup>PT. Pertamina Hulu Energi

Jl. TB. Simatupang Kav. 99 Pasar Minggu Jakarta Selatan

## ABSTRAK

### Artikel Info:

Naskah Diterima:  
30 Mei 2022

Diterima setelah  
perbaikan:  
26 Agustus 2022

Disetujui terbit:  
12 September 2022

### Kata Kunci:

Membran  
Adsorben  
Survei Geokimia  
Merkuri  
Arsenik  
H<sub>2</sub>S  
Lapangan Ulubelu  
*Geothermal*  
*Passive Soil Sampling*

Penyelidikan penggunaan paket adsorben terbuat dari membran Polytetrafluoro ethylene (PTFE) dan karbon aktif yang telah dimpregnasi larutan Kalium Iodida (KI) dan Kalium Hidroksida (KOH) untuk menangkap merkuri, arsenik dan H<sub>2</sub>S di area yang terdapat prospek *geothermal*. Tujuan dari penyelidikan ini adalah mengembangkan metoda adsorben penangkap merkuri (Hg) yang selama ini menggunakan adsorben emas dengan adsorben berbahan baku karbon aktif dalam bentuk paket adsorben yang dapat menangkap 3 senyawa sekaligus yaitu Hg, As dan H<sub>2</sub>S secara efektif dan efisien. Survei Hg, As, dan H<sub>2</sub>S dilakukan dengan metoda *passive soil gas sampling* dengan cara penanaman paket adsorben sebanyak 300 paket selama kurun waktu 2 minggu di lapangan *geothermal* Ulubelu Lampung dimana terdapat sumber panas bumi sekaligus sebagai lokasi untuk uji validasinya. Hasil analisa Hg, As, dan H<sub>2</sub>S terhadap paket adsorben setelah masa penanaman menunjukkan korelasi yang positif yang mengindikasikan keberadaan struktur (patahan) di bawah permukaan dan adanya zona-zona temperatur yang bervariasi dan telah sesuai (80%) dengan peta struktur yang telah valid. Pengembangan metoda survei ini diharapkan dapat mengurangi biaya survei eksplorasi *geothermal* dan kehilangan data akibat pencurian adsorben emas yang selama ini digunakan.

## ABSTRACT

*Investigation of the use of adsorbent packages made of Polytetrafluoroethylene (PTFE) membranes and activated carbon that has been impregnated with potassium iodide (KI) and potassium hydroxide (KOH) solutions to capture mercury, arsenic and H<sub>2</sub>S in areas with geothermal prospects. The purpose of this investigation is to develop a mercury (Hg) catching adsorbent method which has been using gold as an adsorbent with an adsorbent made from activated carbon in the form of an adsorbent package that can capture 3 compounds at once namely Hg, As and H<sub>2</sub>S effectively and efficiently. The Hg, As, and H<sub>2</sub>S surveys were carried out using the passive soil gas sampling method by planting 300 packages of adsorbent for a period of 2 weeks in the Ulubelu Lampung geothermal field where there was a geothermal source as well as a location for the validation test. The results of the analysis of Hg, As, and H<sub>2</sub>S on the adsorbent package after the planting period showed a positive correlation indicating the presence of structures (faults) below the surface and the presence of varying temperature zones and were in conformity (80%) with a valid structural map. The development of this survey method is expected to reduce the cost of geothermal exploration surveys and data loss due to theft of gold adsorbents that have been used so far.*

Korespondensi:

E-mail: [yayun.andriani@esdm.go.id](mailto:yayun.andriani@esdm.go.id). (Yayun Andriani)

© LPMGB - 2022

## PENDAHULUAN

Dalam eksplorasi panas bumi, metode geokimia seperti *soil gas* survei telah diakui sebagai alat yang sangat baik untuk menemukan lokasi sumber panas di bawah permukaan dan struktur patahan yang merupakan jalur aliran fluida panasbumi (Gerald K. Van Kooten, 1987). Sebagai contoh merkuri (Hg) adalah salah satu dari bahan volatil yang ditemukan dalam gas fumarol. Merkuri bermigrasi langsung ke atas dari sumber panas dengan cara adveksi dan difusi fluida panas bumi (Varekamp dan Buscek, 1983). Salah satu metode survei geokimia untuk mengetahui potensi *geothermal* adalah dengan cara mendeteksi kandungan merkuri dari *soil gas* di area prospek *geothermal* yang sebelumnya menggunakan material berlapis emas atau jarum emas (Noda.T.,1981). Senyawa *volatile* seperti merkuri, karbon dioksida, radon, helium, hidrogen, dll., dapat bermigrasi dari fluida panas bumi di dalam tanah ke permukaan (Koga,1982 ) Biaya survei *soil gas* dengan material ini, relatif mahal dan resiko kehilangan data akibat pencurian cukup besar. Untuk itu diperlukan terobosan teknologi dengan mengembangkan teknologi yang telah ada. Salah satu teknologi yang telah dikembangkan adalah penggunaan membran dan adsorben. Teknologi membran dan adsorben merupakan teknologi yang sudah terbukti dan dikenal luas di dunia energi, lingkungan dan manufaktur yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam kegiatan eksplorasi *geothermal*. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan metoda eksplorasi geokimia yang selama ini menggunakan adsorben emas dengan peralatan survei eksplorasi geokimia berupa paket adsorben yang diharapkan dapat menjadi alat survei yang lebih ekonomis, *user friendly* serta *reliable* yang dapat dipakai untuk survei geokimia *geothermal* Hg, As dan H<sub>2</sub>S

Pada penyelidikan ini, dilakukan kegiatan survei geokimia untuk menangkap gas Hg, As dan H<sub>2</sub>S menggunakan paket adsorben yang didesain berbahan karbon aktif dan membran. Untuk mengetahui kehandalannya, paket adsorben ini diuji validasi di lapangan yang telah terdapat manifestasi *geothermal* yaitu di Lapangan Ulubelu – Lampung.

Zona survei pada pelaksanaannya diperluas hingga meliputi daerah utara (Rindingan), selatan (Ulubelu) dan manifestasi waypanas. Area gabungan ini saat ini dikenal dengan sistem panas bumi Rindingan-Ulubelu-Waypanas (RUW). Sistem Panas bumi Rindingan - Ulubelu - Waypanas

memiliki bentuk mendekati bundar, sebagaimana yang terlihat dari tanda-tanda magnetiknya, dan melampar sepanjang 15 km di ujung selatan Zona Sesar Sumatra di Tanggamus, Lampung. Fisiografi daerah Ulubelu terletak di dalam zona pegunungan Bukit Barisan dan disebelah timur Sesar Semangko. Daerah prospek Ulubelu secara morfologi terletak dalam depresi vulkanik yang dikelilingi oleh kerucut G. Sula di timur, G. Rindingan di Utara dan Tanggamus di Selatan. Daerah Ulubelu berasosiasi dengan endapan vulkanik kwarter hasil aktivitas G. Tanggamus dan G. Rindingan yang berupa andesit dan dasit. Struktur geologi yang mengontrol daerah ini merupakan struktur graben yang memiliki arah kelurusan NW-SE. (PGE,2018)

## BAHAN DAN METODE

Parameter yang menjadi pertimbangan dalam pembuatan paket adsorben adalah kapasitas adsorpsi adsorben untuk menyerap merkuri, arsenik dan H<sub>2</sub>S selama jangka waktu 2 minggu masa penanaman.

### A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan paket adsorben ini adalah:

- Karbon aktif granular mesh 12x20
- Rangka akrilik yang telah dicetak sesuai dengan desain yang ditentukan
- Membran PTFE dengan ukuran pori 5 um
- Double tape 3M
- Larutan Kalium Iodida (KI) dan Kalium Hidroksida(KOH)

Secara umum, metodologi penelitian dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

### A. Pembuatan Adsorben

Pembuatan adsorben untuk menyerap Hg, As, dan H<sub>2</sub>S dibuat dari karbon aktif yang diimpregnasi larutan KOH 15%, sedangkan adsorben untuk merkuri dan arsenik diimpregnasi dengan larutan KI 3 %. (Science, 2014) Sebelum diimpregnasi karbon aktif dicuci dengan aquadest utk menghilangkan kontaminan. Karbon aktif kemudian dikeringkan selama 24 jam pada temperatur 100°C,dan selanjutnya dilakukan pendinginan dalam desikator. Proses impregnasi karbon aktif dilakukan dalam cairan

KOH/KI yang dididihkan selama 2 jam. Setelah itu karbon aktif dikeringkan dalam oven pada temperatur 120°C. Jumlah karbon aktif yang digunakan untuk satu senyawa adalah 0,2 gram. Sehingga Jumlah karbon aktif yang diperlukan dalam penelitian validasi adsorben adalah:

$$\text{Berat Karbon Aktif Total :} \\ 0.2 \text{ gram} \times 3 \frac{\text{adsorben}}{\text{packing}} \times 300 \text{ packing} = 180 \text{ gr}$$

## B. Pembuatan Paket Adsorben

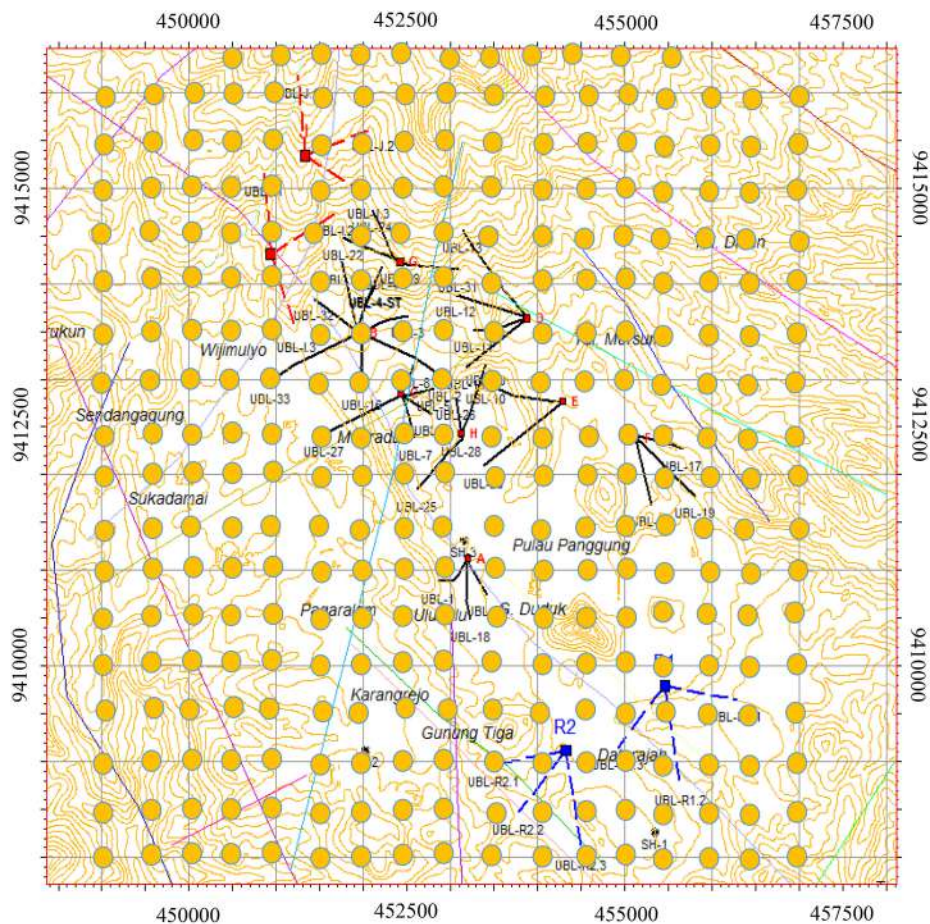
Paket adsorben dibuat menggunakan rangka berbahan akrilik Sebelum digunakan akrilik dicuci dengan HNO<sub>3</sub> untuk menghilangkan kontaminan. Setelah dikeringkan, rangka akrilik ditempel *double tape* di sekeliling tempat adsorben. Tempat adsorben ini selanjutnya akan ditutup dengan membran PTFE yang telah dipotong sesuai ukuran rangka akrilik. Beri tali dan nomer paket adsorben pada lubang di akrilik untuk menggantung paket adsorben. Untuk

mencegah kontaminasi, paket adsorben dimasukkan ke dalam wadah sampel.

Tampilan paket adsorben dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1  
Tahapan pengemasan adsorben menjadi paket-paket yang siap ditanam



Gambar 2  
Sebaran penanaman paket adsorben Hg, As, dan H<sub>2</sub>S pada lapangan lapangan Pertamina geothermal Ulubelu, Lampung.

### C. Penentuan Rencana Titik Survei (Penanaman)

Titik penanaman adsorben tersebar pada 300 titik di Area Ulubelu, dengan jarak antara penanaman adalah 500 meter. Lokasi rencana penanaman adsorben dalam bentuk grid seperti tampak pada gambar 2.

### D. Kegiatan Penanaman Adsorben

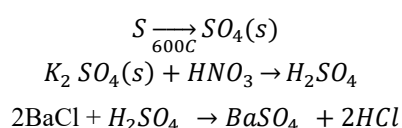
Kegiatan penanaman 300 paket adsorben di Lapangan *Geothermal* Ulubelu diawali dengan penentuan titik tanam adsorben berdasarkan dengan GPS disertakan orientasi medan. Diusahakan kondisi lobang penanaman tidak terendam/tergenang pada saat hujan. Kedalaman lubang penanaman pada koordinat yang telah ditentukan berkisar 0,5 meter sampai dengan 1,5 dengan diameter 3" Lubang penanaman diupayakan menembus horizon B atau sudah tidak lagi menemukan lagi akar maupun kandungan organik lainnya, bila memungkinkan telah bertemu dengan *bedrock* atau batuan dasar. Pada setiap lubang, dipasang paralon PVC (*Polyvinyl chloride*) dengan diameter 3" sepanjang 30 cm dan harus dipastikan tidak ada kebocoran di shock/sambungan. Paket adsorben diletakkan pada masing-masing lubang dengan cara digantungkan pada paralon sebanyak 1 *sachet* untuk masa tanam selama 2 minggu. Untuk memudahkan proses pengambilan paket adsorben, tandai koordinat atau titik tanamnya.

Dilakukan juga penanaman di lubang yang sama *gold trap* dengan paket adsorben di 3 lokasi penanaman yang berbeda untuk memverifikasi hasil analisa merkuri dan analisa H<sub>2</sub>S.

### E. Analisa Laboratorium

#### 1. Destruksi dan Analisis H<sub>2</sub>S

Sampel adsorben didestruksi dengan *High Temperatur Method* yang digunakan untuk analisa sulfur dalam batubara. Pada metode ini, sampel adsorben ditempatkan dalam *furnance* dengan temperatur 600°C dan dialirkan udara ke dalamnya. Sulfur yang ada dalam sampel akan teroksidasi menjadi SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ini kemudian dilarutkan dengan asam.



SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dalam larutan absorber dianalisa menggunakan metode *turbidimetry*. Dengan metode ini, larutan dijadikan suspensi dengan penambahan BaCl<sub>2</sub>. Barium akan berikatan dengan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> membentuk suspensi berwarna putih. Semakin banyak sulfur yang ada dalam sampel, semakin tinggi tingkat kekeruhan larutan sampel. Larutan suspensi tersebut dianalisa *turbidimetry* nya menggunakan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang 450 nm.

#### 2. Destruksi dan Analisis Hg

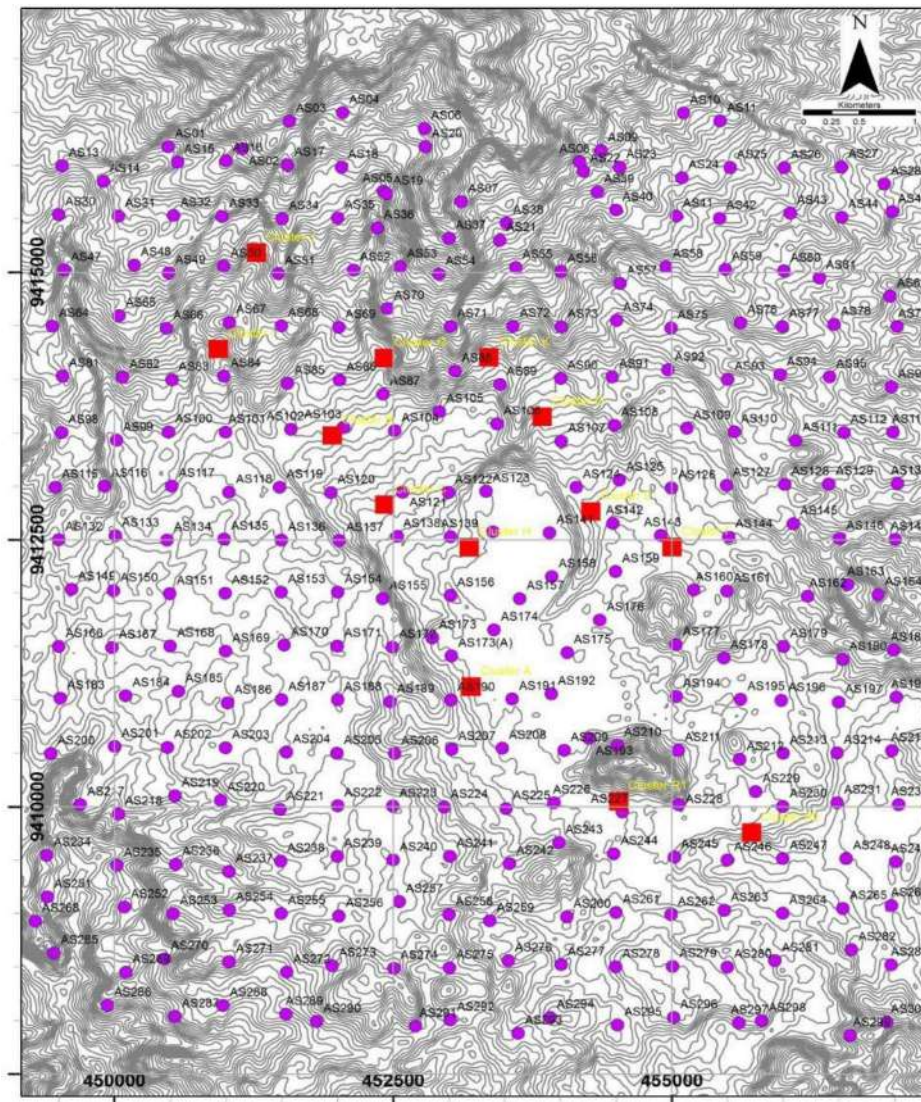
Sampel adsorben di destruksi menggunakan metode EPA 3051. Adsorben didestruksi dengan larutan HNO<sub>3</sub> pekat menggunakan *microwave destruction*. Larutan yang dihasilkan dari proses destruksi dianalisa menggunakan metode *Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry* menggunakan *Lumex Mercury Analyzer*. Sedangkan merkuri yang membentuk amalgam dalam gold trap dianalisa dengan menggunakan *WA-5 Mercury Analyzer*.

#### 3. Destruksi dan Analisa Arsenik

Sampel adsorben di destruksi menggunakan metode EPA 3051. Adsorben didestruksi dengan larutan HNO<sub>3</sub> pekat. Larutan yang dihasilkan dari proses destruksi dianalisa menggunakan metode *cold vapor* menggunakan alat *Hydride Generation AAS (HG-AAS)*. (Peña-Icart, 2011).

## HASIL DAN DISKUSI

Pada penyelidikan ini digunakan material adsorben dan membran. Fungsi membran adalah pada rentang filtrasi partikel, yaitu untuk memisahkan adsorben dari tanah dan air, tetapi memungkinkan analit terdifusi ke dalam membran yang bersifat hidrofobik. Hal ini untuk mencegah air masuk menembus membran dan membasahi adsorben. Ada dua jenis membran hidrofobik yang ada di pasaran, yaitu PTFE dan *poly-propylene*. Pada penyelidikan ini dipilih membran PTFE yang memiliki sifat hidrofobik yang lebih besar karena memiliki sudut kontak lebih besar dibandingkan membran lain seperti poli-propilen dan PVDF. Sudut kontak membran PTFE adalah 112°. Selain itu, membran



Gambar 3.

Kode sebaran penanaman paket adsorben Hg, As, dan H<sub>2</sub>S pada lapangan Pertamina geothermal Ulubelu, Lampung

PTFE memiliki temperatur penggunaan hingga 260°C, sedangkan membran *poly-propylene* memiliki temperatur kerja hanya 90°C. (Millipore, 2018). Pada tahap penanaman paket adsorben, di setiap titik lokasi penanaman paket adsorben diberi kode sesuai nomor paket adsorben seperti yang terlihat pada gambar 3 dan Tabel 1.

Setelah masa penanaman 2 minggu dilakukan pengambilan paket adsorben untuk selanjutnya akan dianalisa di laboratorium. Hasil Verifikasi merkuri dalam 3 lubang menunjukkan bahwa adsorben karbon aktif dan *gold trap* memiliki korelasi yang baik. Adsorben karbon aktif juga menyerap merkuri 60% lebih banyak dibandingkan *gold trap*. Sedangkan, verifikasi H<sub>2</sub>S dengan analisis H<sub>2</sub>S di lapangan menunjukkan bahwa konsentrasi H<sub>2</sub>S

dalam lubang penanaman kurang dari 0.05 ppmv. Paket adsorben yang ditanam di lubang yang sama juga menunjukkan korelasi yang sama bahwa berat H<sub>2</sub>S teradsorpsi kurang dari 1.8 ug Sulfur atau di bawah batas deteksi metode Analisa.

Hasil analisa laboratorium dibagi menjadi 3, yaitu di bawah limit deteksi, di limit terkuantisasi dan terkuantisasi.

### 1. Hasil Pengukuran H<sub>2</sub>S

Berdasarkan pengukuran blanko sampel diketahui bahwa limit deteksi metode Analisa H<sub>2</sub>S adalah 1.8 ug S dan limit kuantisasi adalah 4.9 ug S. Kisaran konsentrasi analisa H<sub>2</sub>S yaitu 0 – 15,7 ug S. Untuk pengukuran H<sub>2</sub>S dari 300 paket adsorben diketahui

bahwa 89% (267) adsorben menyerap H<sub>2</sub>S di bawah limit deteksi metode, 8% (24 paket), di limit kuantisasi 2% (5 paket) terkuantifikasi, dan 1 % (4 paket) tidak valid. 90% hasil adsorpsi sulfur kurang dari LOD

Tabel 1  
Contoh *ploting* kode adsorben, nomor adsorben

Kode Lokasi	No Adsorben	Kode Lokasi	No Adsorben	Kode Lokasi	No Adsorben
AS01	1	AS230	20	AS104	39
AS02	2	AS265	21	AS75	40
AS03	3	AS282	22	AS121	41
AS04	4	AS180	23	AS44	42
AS87	5	AS08	25	AS41	43
AS264	6	AS16	26	AS42	44
AS27	7	AS33	27	AS26	45
AS09	9	AS118	28	AS25	46
AS18	10	AS22	29	AS145	47
AS263	11	AS167	30	AS48	48
AS280	12	AS151	31	AS49	49
AS297	13	AS32	32	AS50	50

## 2. Hasil Pengukuran Hg

Berdasarkan pengukuran blanko sampel diketahui bahwa limit deteksi metode Analisa Hg adalah 1.8 ng Hg dan limit kuantisasi adalah 4.8 ng Hg. Kisaran konsentrasi Analisa Hg yaitu 0 – 1217,7 ng Hg. Untuk pengukuran Hg dari 300 paket adsorben diketahui bahwa 16% (48 paket) adsorben menyerap Hg di bawah limit deteksi metode 18% (54 paket) di limit kuantisasi, 65% (194 paket) terkuantisasi, dan 1 % (4 paket) tidak valid. 90% hasil adsorpsi Hg lebih besar dari LOD

Tabel 2  
Hasil analisa H<sub>2</sub>S di atas limit deteksi

No Paket Adsorben	ug Sulfur	No Paket Adsorben	ug Sulfur
3	3.83	108	2.49
5	2.35	109	2.35
10	3.29	110	3.43
14	3.83	111	2.76
19	2.08	113	2.35
27	3.83	127	3.16
34	3.29	150	2.76

39	5.16	156	2.22
41	2.08	161	2.35
42	2.49	200	5.03
46	2.76	205	4.90
53	6.10	208	15.67
56	4.23	224	2.35
72	2.35	227	2.22
96	1.95		

## 3. Hasil Pengukuran As

Berdasarkan pengukuran blanko sampel diketahui bahwa limit deteksi metode analisa As adalah 64 ng As dan limit kuantisasi adalah 229 ng As. Kisaran konsentrasi analisa As yaitu 0 – 437 ng As Untuk pengukuran As dari adsorben diketahui bahwa 2.4% (7 paket) adsorben menyerap As di bawah limit deteksi metode, 48.3% (142 paket) di limit kuantisasi, 48% (141 paket) terkuantisasi, dan 1 % (4 paket) tidak valid. As maksimum teradsorpsi adalah 437 ng As. 2.4% hasil adsorpsi As lebih besar dari LOQ. Agar dapat memetakan keseluruhan system, sebaiknya 70% hasil analisa lebih besar dari LOQ.

### Interpretasi Dan Validasi

Pembuatan peta sebaran Hg, As, dan H<sub>2</sub>S dilakukan setelah tahap analisa laboratorium. Data hasil analisa laboratorium diplotkan dengan titik sebaran penanaman paket adsorben di lapangan seperti yang dicontohkan pada gambar 4,5 dan 6

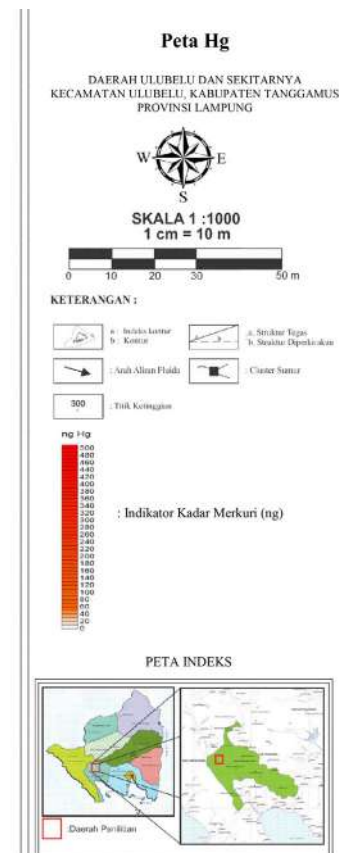
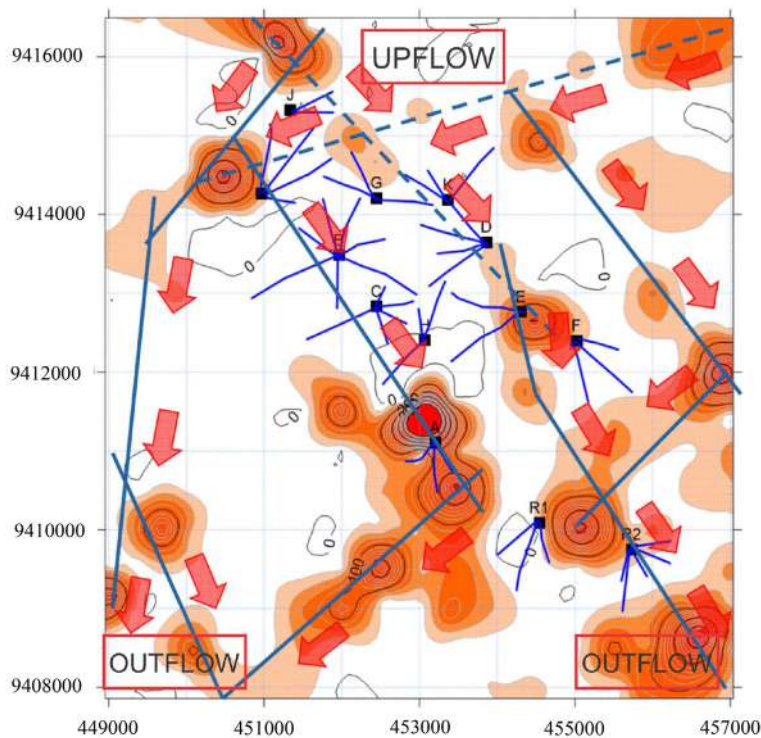
Peta Sebaran Hg yang ditunjukkan pada Gambar 4, pada peta tersebut pola sebaran Hg yang tinggi mengindikasikan keberadaan struktur di bawah permukaan, dimana beberapa struktur membentang dari arah NW ke SW (sesuai dengan arah patahan Sesar Semangko). Kemudian beberapa diantaranya membentang dari arah NE to SW dan N to S. Jika dilihat dari pola patahan pada peta tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa aliran fluida bergerak dari zona *upflow* di Selatan Gunung Rindingan, kemudian bergerak menuju *outflow* di arah SW dan SE melalui patahan-patahan yang tergambar oleh panah berwarna merah (PGE,2018).

Peta Sebaran H<sub>2</sub>S yang ditunjukkan pada Gambar 5, pada peta tersebut pola sebaran H<sub>2</sub>S yang tinggi mengindikasikan keberadaan struktur di bawah permukaan, dimana pola yang sangat jelas terbentuk berada di tengah-tengah daerah penelitian, pada pola ini terlihat struktur memanjang dan melingkar seperti membentuk sebuah kawah (trim), pola

struktur ini pada pemetaan sebelumnya hanya dapat terlihat sedikit dan tidak bersambung, namun pada pemetaan geokimia gas ini terlihat jelas struktur trim ini. Demikian juga pada patahan Rindingan di arah NE yang sesuai dengan patahan pada peta geologi, hal ini memperjelas bahwa keberadaan gas H<sub>2</sub>S dapat menggambarkan zona-zona struktur rekahan/patahan baik secara local maupun regional di bawah permukaan yang tidak teridentifikasi sebelumnya.

Peta Sebaran As yang ditunjukkan pada Gambar 6, pada peta tersebut pola sebaran As yang tinggi mengindikasikan keberadaan sumber panas di bawah permukaan, dimana keberadaan As di lapangan

panas bumi berasosiasi dengan interaksi fluida panas dengan batuan pada temperatur yang tinggi (250-500°C) sehingga anomali tinggi dari unsur As dapat di interpretasikan sebagai zona *upflow* dari suatu sistim panasbumi dan merupakan indikasi suatu struktur patahan aktif yang dilewati oleh fluida yang cukup panas (>250°C). Dari distribusi As di Lapangan Ulubelu terlihat pada zona produksi yang saat ini merupakan zona *upflow* dari sistim panas bumi Ulubelu. Ditambah juga juga indikasi *High Temperature Area* di arah NE lapangan Ulubelu, data SE dan SW di Lapangan Ulubelu.



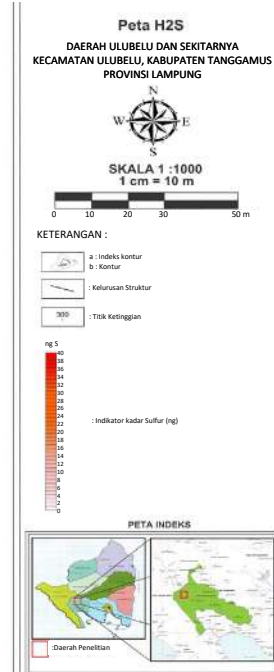
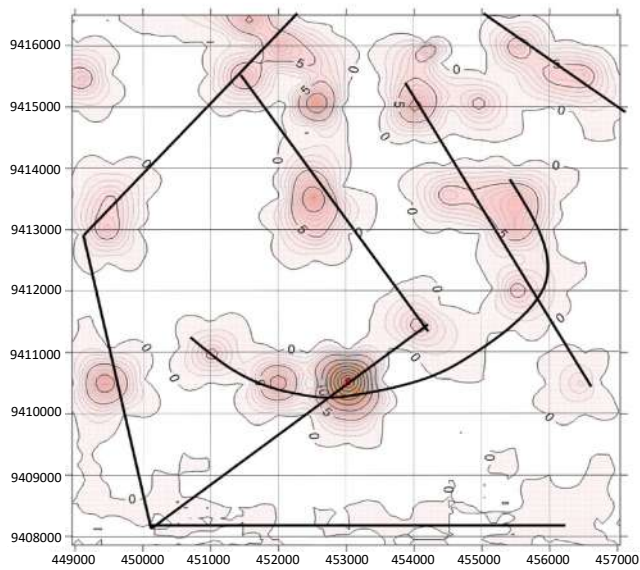
Gambar 4  
Peta sebaran Hg

### Validasi data Hg, H<sub>2</sub>S dan As terhadap data *Subsurface*

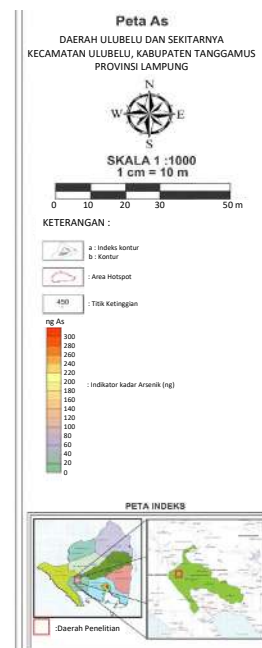
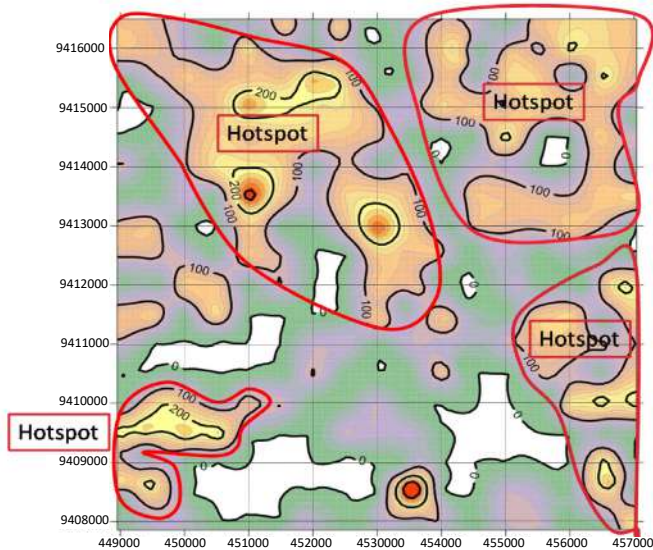
Setelah pembuatan peta sebaran paket adsorben merkuri (Hg), Arsenik (As), dan Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S) tahap selanjutnya adalah melakukan proses validasi terhadap beberapa data yang telah dilakukan sebelumnya dan mencerminkan kondisi geologi dan struktur bawah permukaan lapangan panas bumi Ulubelu Lampung.

Gambar 7. Pada Peta tersebut beberapa patahan secara geologi terindikasi sesuai dengan pola sebaran

Hg yang tinggi, namun banyak struktur-struktur dalam pembacaan sebaran unsur Hg tidak terbaca dalam peta geologi (dikarenakan peta geologi yang sifatnya lebih regional). Dari hasil validasi peta sebaran struktur dengan peta geologi secara regional ini dapat diinterpretasikan bahwa persebaran Hg dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan struktur baik lokal maupun regional karena sifat gas Hg yang bergerak keatas melalui patahan/rekahan, sehingga kedepannya metode ini dapat dimanfaatkan dalam survei pendahuluan lapangan panas bumi.



Gambar 5. Peta sebaran H<sub>2</sub>S



Gambar 6. Peta sebaran As

Gambar 8 pada peta tampak beberapa patahan secara geologi terindikasi sesuai dengan pola sebaran H<sub>2</sub>S yang tinggi, pada pola ini tidak terlihat struktur memanjang dan melingkar seperti membentuk sebuah kawah (trim) pada peta geologi secara regional namun dapat terlihat pada peta sebaran H<sub>2</sub>S pola struktur yang memanjang dan bersambung

Keberadaan panas pada Lapangan *Geothermal*

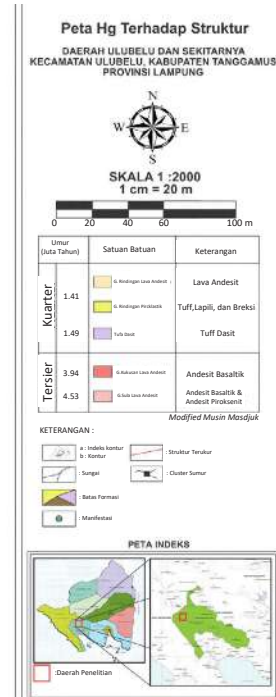
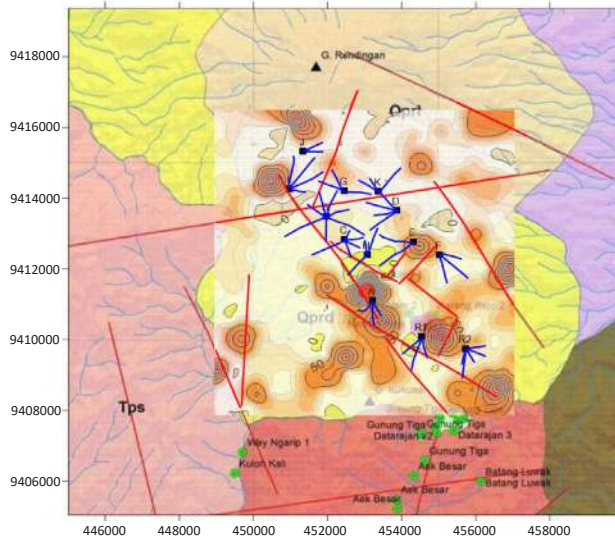
Ulubelu diindikasikan oleh sebaran anomali unsur As. Gambar. 9 memperlihatkan Pada peta tersebut keberadaan unsur Arsenik yang tinggi menunjukkan tingkat temperatur yang tinggi, hal ini dibuktikan dengan data hasil pengukuran temperatur sumur-sumur produksi yang dilakukan sebelumnya di Area Ulubelu, dimana pada sumur J merupakan sumur terbaik dengan temperatur >275°C dan



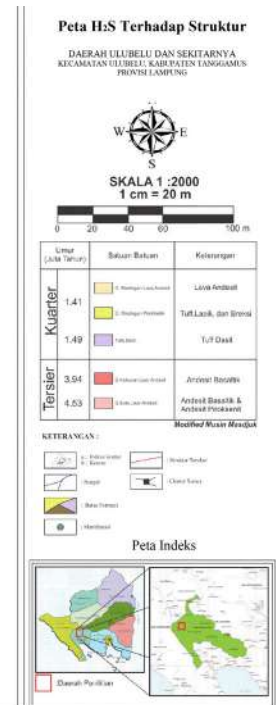
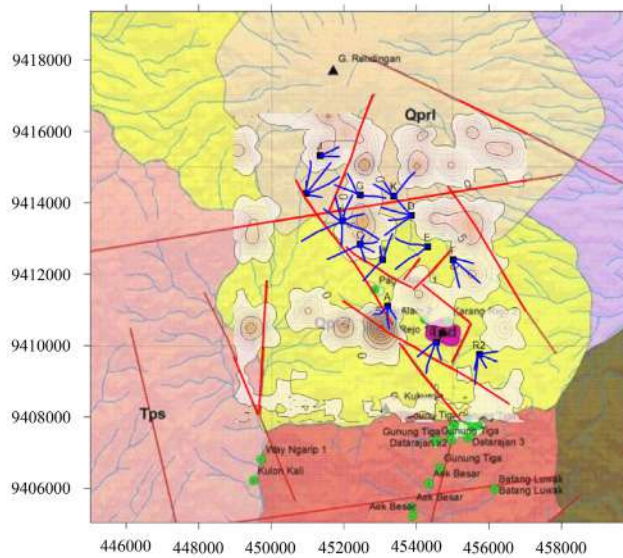
Pengembangan Metoda Eksplorasi Geokimia Merkuri, Arsenik Dan H<sub>2</sub>S Di Daerah Prospek Geothermal Dan Uji Validasinya (Yayun Andriani, dkk)

beberapa sumur seperti sumur A, F, dan K memiliki temperatur yang rendah, hal ini ternyata sesuai dengan pola sebaran Arsenik di daerah penyelidikan

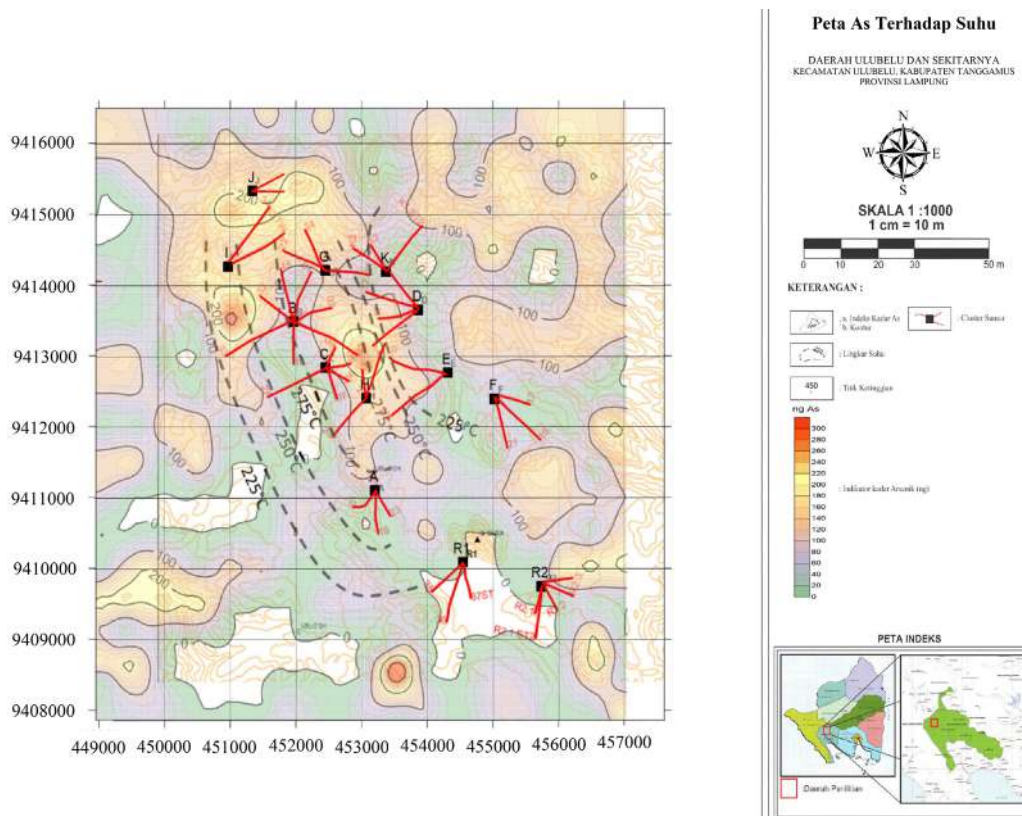
yang menunjukkan bahwa sebaran Arsenik pada daerah/sumur tersebut memiliki nilai yang rendah.( Pertamina RTC,2018).



Gambar 7 Validasi peta sebaran unsur Hg terhadap pada peta struktur geologi regional



Gambar 8. Validasi peta sebaran unsur H<sub>2</sub>S terhadap peta sumur dan struktur



Gambar 9  
Validasi peta sebaran unsur As terhadap pada peta struktur geologi regional

Meskipun sebagian sampel yang dianalisa berada di bawah limit deteksi, namun secara keseluruhan berdasarkan hasil validasi peta sebaran Hg, diperoleh hasil bahwa pola sebaran Hg tinggi membentuk zona yang mengindikasikan keberadaan struktur (patahan) di bawah permukaan dan telah sesuai (80%) dengan peta struktur yang telah valid. Sedangkan berdasarkan hasil validasi peta sebaran H<sub>2</sub>S, diperoleh hasil bahwa pola sebaran H<sub>2</sub>S dapat membentuk zonasi yang menunjukkan trend struktur, sehingga data ini dapat di kombinasikan dengan metode lain sebagai data tambahan dalam interpretasi struktur permukaan dan bawah permukaan. Demikian juga dari hasil validasi peta sebaran As, diperoleh hasil bahwa pola sebaran As yang tinggi mengindikasikan zona dengan tingkat temperatur yang tinggi, hal ini dibuktikan dengan kondisi sumur produksi dengan tingkat temperatur yang tinggi dan pola sebaran As yang rendah mengindikasikan zona dengan tingkat temperatur yang relatif rendah (Pertamina RTC 2018).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan Validasi Uji Rancang Bangun Adsorben Hg, As, dan H<sub>2</sub>S untuk Eksplorasi Geothermal ini adalah:

1. Berdasarkan hasil penanaman dan pengambilan 300 paket adsorben di lapangan panas bumi Ulubelu Lampung, terdapat 98.7% (296 paket adsorben) data analisa valid dan 1.3 % (4 paket adsorben) data analisa tidak valid.
2. Berdasarkan hasil validasi peta sebaran Hg, diperoleh hasil bahwa pola sebaran Hg yang tinggi mengindikasikan keberadaan struktur (patahan) di bawah permukaan dan telah sesuai (80%) dengan peta struktur yang telah valid.
3. Berdasarkan hasil validasi peta sebaran H<sub>2</sub>S, diperoleh hasil bahwa pola sebaran H<sub>2</sub>S dapat menggambarkan struktur melingkar dan memanjang (trim) di tengah daerah penelitian yang tidak dapat digambarkan dari peta struktur yang telah valid.
4. Berdasarkan hasil validasi peta sebaran As, diperoleh hasil bahwa pola sebaran As yang

tinggi mengindikasikan zona dengan tingkat temperatur yang tinggi sedangkan pola sebaran As yang rendah mengindikasikan zona dengan tingkat temperatur yang relative rendah.

5. Pengembangan metoda survei eksplorasi geokimia menggunakan paket adsorben ini telah mampu menggantikan adsorben emas yang selama ini digunakan hanya untuk survei merkuri (Hg) saja menjadi alat survei geokimia untuk 3 senyawa sekaligus yaitu Hg, As dan H<sub>2</sub>S

Sebagai saran untuk pengembangan selanjutnya, penyelidikan ini perlu dilanjutkan dengan uji validasi di lapangan *geothermal* yang lain sehingga kehandalan paket adsorben ini untuk survei geokimia di lapangan *geothermal* dapat terus diperbaiki dan ditingkatkan sensitivitas dan keakurasiannya

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS atas kesempatan dan dukungan yang telah diberikan sehingga kajian ini bisa diselesaikan.

#### DAFTAR ISTILAH / SINGKATAN

Simbol	Definisi	Satuan
As	Arsenik	
H <sub>2</sub> S	Hidrogen Sulfida	
Hg	Merkuri	
KI	Kalium Iodida	
KOH	Kalium Hidroksida	
KRH	Ulubelu	
PTFE	Polytetrafluoroethylena	
TLG	Talaga	

#### KEPUSTAKAAN

**Akito Koga , Sachihito Taguchi , and William A. J. Mahon** (1982); *The Use of Volatile Constituents in Geothermal Fluids For Assessing The Type, Potensial and Near Surface Permeability Of Geothermal System*; *Proceedings of New Zealand Geo-*

*thermal Workshop 1982*

**Engle, M. A., Sexauer, M., & Zhang, H.** (2008). *Quantifying natural source mercury emissions from the Ivanhoe Mining District , north-central Nevada , USA, 35*(2001), 3987–3997.

**EPA Method 375.4: Sulfate by Turbidity.** (1978).

**Gerald K. Van Kooten** *Geothermal exploration Using Surface Mercury Geochemistry; Journal of Volcanology and Geothermal Research Vol 31, April 1987*

**Giroud, N., Abbruzzini, T. F., Silva, C. A., Andrade, D. A. de, Carneiro, W. J. de O., ASTM, ... Sandstrom, M. W.** (2014). *Speciation of volatile arsenik at geothermal features in Yellowstone National Park. City, 9*(December), 57. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2006.02.019>

**Gmbh, C.** (2009). *Activated Carbon from Carbon Link : Impregnated activated carbon for environmental protection Activated Carbon from Carbon Link : Impregnated activated carbon for environmental protection Page 2 of 14, 1–14.*

**J.C.Varekamp P. R. Buseck. H. g** *Anomalies in soils: A geochemical exploration method for geothermal areas; Geothermic; Vol 12, 1983*

**Method and apparatus for the collection of reduced gases.** (1990). Retrieved from <http://www.google.ca/patents/CA2020744C>

**Millipore.com** (2018, 1 September). *Microfiltration Membranes for Laboratory*. Diakses pada 2 September 2018, <https://Millipore.com/Product Selection Guide>

**Noda, T.,** 1981, *Volatile mercury capture with a gold needle and its application to geothermal prospecting; Proceedings of New Zealand Geothermal Workshop 1981, - 230*

**Peña-Icart, M., Villanueva Tagle, M. E.,**

**Alonso-Hernández, C., Rodríguez Hernández, J., Behar, M., & Pomares Alfonso, M. S.** (2011). Comparative study of digestion methods EPA 3050B (HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O 2-HCl) and ISO 11466.3 (aqua regia) for Cu, Ni and Pb contamination assessment in marine sediments. *Marine Environmental Research*, 72(1–2), 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2011.05.005>

Review, 6(4). <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000379>

**Work, S. V.** (2002). AOAC Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals, 1–38.

**Planer-friedrich, B., & Merkel, B. J.** (2006). Volatile Metals and Metalloids in Hydrothermal Gases, 40(10), 3181–3187.

**PT.Pertamina Geothermal Energy (PGE)** (2018)

**PT. Pertamina Research and Technology Center (RTC)**, 2018, Laporan Rancang Bangun Adsorben

**Science, S.** (2014). Effect of KI and KOH Impregnations over Activated Carbon on H<sub>2</sub>S Adsorption Performance at Low and High .. Effect of KI and KOH Impregnations over Activated, (July). <https://doi.org/10.1080/01496395.2013.841240>

**Services, B. E., & Air, B. (n.d.)**. Passive, non-intrusive soil-gas sampling method to target elemental mercury.

**Tang, J.** (2013). Ambient and Soil-Gas Assessment of Geothermal Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S) and Methane (CH<sub>4</sub>) in Clearlake, CA Jenny Tang, (Ch 4), 1–26.

**Tassi, F., Cabassi, J., Calabrese, S., Nisi, B., Venturi, S., & Capecchiacci, F.** (2016). Applied Geochemistry Diffuse soil gas emissions of gaseous elemental mercury (GEM) from hydrothermal-volcanic systems: An innovative approach by using the static closed-chamber method. *Applied Geochemistry*, 66, 234–241.

**Toxicol, J. E. A., Shewchuk, S. R., Azargohar, R., & Dalai, A. K.** (2016). Environmental & Analytical Toxicology Elemental Mercury Capture Using Activated Carbon: A