

## Identifikasi Bahaya dan Pengendalian Resiko Kecelakaan Kerja dengan Metode HIRARC pada Lokasi Pengolahan Emas dengan Cara Amalgamasi di Kecamatan Krueng Sabee

Taufiq Karma<sup>1\*</sup>, Pasyamei Rembune Kala<sup>2</sup>, Ali Bakri<sup>3</sup>, Siti Maulina Rukmana<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, Aceh

\*Email:taufiqkarma94@gmail.com

\*Penulis korespondensi: Jl. Blangbintang Lama No.KM, RW.5, Lampoh Keude, Kec. Kuta Baro, Kabupaten Aceh Besar, Aceh 24415

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Naskah

Dikirim (29 April 2023)  
Direvisi (22 September 2023)  
Diterima (29 September 2023)

#### Kata Kunci

**HIRARC**  
**Amalgamasi**  
**Merkuri**

### ABSTRAK

Pengolahan emas dengan metode amalgamasi merupakan suatu pekerjaan yang memiliki tingkat resiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi. Terdapat beberapa pekerjaan dalam proses pengolahan emas seperti pemecahan batu, penggilingan, dan pembuangan limbah, namun proses pembakaran amalgam dilaporkan memiliki resiko kesehatan yang paling tinggi, hal ini dapat dilihat berdasarkan beberapa penelian terdahulu yang melaporkan gejala toksisitas akut dan toksisitas kronik yang dialami oleh para pekerja pengolahan emas metode amalgamasi. Pengendalian resiko kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan mengidentifikasi potensi bahaya yang ditimbulkan, salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control* (HIRARC), metode HIRARC digunakan karena memiliki kelebihan dalam mengidentifikasi dan menganalisa potensi bahaya serta memberikan penilaian resiko pada saat melakukan proses pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya di tempat pengolahan emas sehingga resiko kecelakaan kerja dapat di kendalikan serta mengantisipasi terjadinya penyakit akibat kerja yang dapat memberikan kerugian fisik maupun materil. Tahapan penelitian ini dilakukan berdasarkan pada tahapan pengerjaan metode HIRARC. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil identifikasi bahaya pada lokasi pengolahan emas dengan metode amalgamasi diketahui bahwa potensi resiko bahaya pada proses pengolahan emas metode amalgamasi terbagi menjadi 2 tingkat resiko yaitu terdapat 10 potensi bahaya dengan tingkat Medium (M) dan 3 potensi bahaya dengan tingkat High (H). berdasarkan hasil opservasi yang dilakukan, tinggginya tingkat resiko yang muncul disebabkan karena pekerja tidak menggunakan APD yang memadai, tidak adanya APD yang memadai inilah yang menjadi sumber utama resiko kecelakaan yang paling utama.

### PENDAHULUAN

Kecelakaan serta penyakit akibat kerja dapat menimbulkan kerugian baik fisik maupun materi, upaya pencegahan kecelakaan di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, salah satu diantaranya adalah pola pikir yang masih tradisional yang menganggap kecelakaan sebagai suatu

musibah, sehingga masyarakat kurang menyadari arti penting dari penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (1–3).

Proses pengolahan emas secara tradisional merupakan suatu pekerjaan yang memiliki resiko kecelakaan yang cukup tinggi, hal ini dapat dilihat dari mekanisme kerja serta bahan kimia yang digunakan (4). Metode yang umum digunakan adalah metode amalgamasi yang pada prosesnya menggunakan merkuri (Hg) (5–7), terlepas dari sifat racun merkuri, amalgamasi adalah metode yang banyak digunakan dalam proses pengolahan emas, terutama karena proses penanganannya yang sederhana, cepat dan hemat biaya (8). Selain itu semakin diperparah dimana selama proses pengolahan berlangsung sebagian besar pekerja tidak menggunakan atau memakai alat pelindung dan pakaian (misalnya *retort*, masker atau kacamata) (9,10).

Meskipun terdapat beberapa kegiatan dalam proses pengolahan emas seperti pemecahan batu, penggilingan, dan pembuangan limbah, namun proses pembakaran amalgam dilaporkan memiliki resiko kesehatan yang paling tinggi, dampak paparan merkuri pada pekerja tambang telah dilaporkan sebelumnya dari hasil penelitian menunjukkan bahwa masalah penglihatan memiliki prevalensi tertinggi (43,3%), selanjutnya diikuti dengan gejala kehilangan ingatan (42,9%), kelemahan (35,1%), kelelahan (34,3%), perubahan suasana hati (28,7%) dan kesulitan dalam konsentrasi (27,2%) paling banyak dilaporkan. Gejala kesehatan lainnya dilaporkan oleh Suhendrayatna *et al.*, (2014) bahwa operasi penggilingan emas rakyat berdampak pada kesehatan pekerja. Hampir separuh pekerja melaporkan mengalami kelelahan (41,7%), sakit kepala (39,6%), dan mulut terasa mati rasa (39,6%) sebagai gejala toksisitas akut. Selanjutnya, pekerja melaporkan gejala toksisitas kronis, yaitu kram otot (43,8%); sakit kepala (41,7%); Iritabilitas (39,6%); dan mudah sedih (33,3%) (11).

Berdasarkan uraian diatas diperlukan suatu penilaian dan pengendalian resiko kecelakaan kerja pada proses pengolahan emas, upaya pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja dapat dilakukan dengan melakukan identifikasi resiko yang ada, metode analisis resiko yang dapat digunakan adalah metode *Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control* (HIRARC) (12,13), kelebihan metode HIRARC adalah mengidentifikasi dan menganalisa potensi bahaya serta memberikan penilaian risiko pada saat melakukan proses pekerjaan (14). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada lokasi pertambangan emas skala kecil di Desa Paya Seumantok Kabupaten Aceh Jaya

## METODE

Penelitian ini dilakukan di lokasi pengolahan emas tradisional yang menggunakan metode amalgamasi di desa paya Seumantok Kecamatan Krueng Sabee, Kabupaten Aceh Jaya. Objek Penelitian pada penelitian ini adalah identifikasi bahaya pada proses pengolahan emas metode amalgamasi

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif, metode deskriptif digunakan karena tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana proses

pengolahan emas dilakukan dan resiko apa saja yang mungkin muncul dari setiap proses yang dilakukan

OHSAS 180001 : 2007 menyebutkan bahwa terdapat 3 tahap analisis risiko menggunakan metode HIRARC yaitu tahap pertama adalah identifikasi bahaya, kemudian dilanjutkan dengan penilaian risiko, dan ketiga adalah pengendalian risiko (15). Pada tahap awal dilakukan identifikasi identifikasi bahaya, setelah ditemukan potensi bahaya pada tahap identifikasi bahaya, tahap selanjutnya adalah melakukan penilaian risiko guna menentukan tingkat risiko dari bahaya tersebut. Penilaian risiko dilakukan dengan berpedoman pada skala *Australian Standard/New Zealand Standard for Risk Management (AS/NZS 4360:2004)*. Ada 2 parameter yang digunakan dalam penilaian risiko yaitu pertama adalah tingkat kemungkinan terjadinya bahaya atau frekuensi terjadinya bahaya dan kedua adalah tingkat keparahan dari bahaya tersebut. Skala penilaian risiko yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Skala Tingkat Kemungkinan

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	Rare	Hampir Tidak Pernah Terjadi
2	Unlikely	Jarang terjadi
3	Possible	Dapat terjadi sekali-sekali
4	Likely	Sering Terjadi
5	Almost Certain	Dapat terjadi setiap saat

Tabel 2. Skala Tingkat Keparahan

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	Negligible	Tidak Terjadi Cidera, kerugian finansial sedikit
2	Minor	Cidera Ringan, , kerugian finansial Sedikit
3	Moderate	Cidera Ringan, perlu penanganan medis, kerugian finansial besar
4	Major	Cidera > 1 orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	Catastrophic	Dapat terjadi setiap saat

Tabel 3. Skala Tingkat Resiko

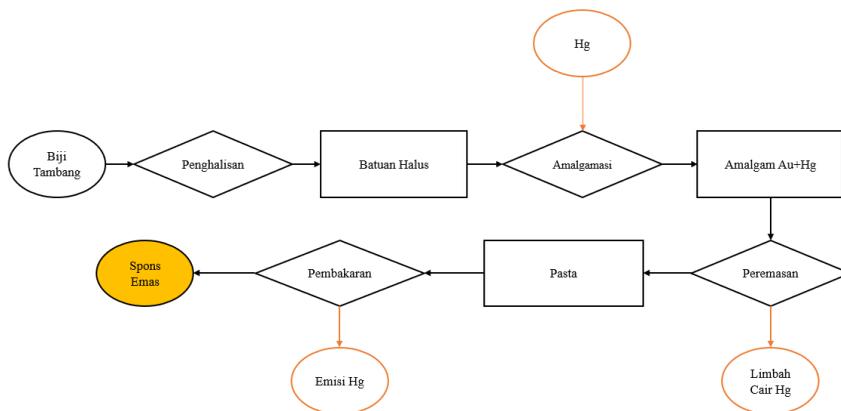
Tingkat Kemungkinan	Tingkat Keparahan				
	1	2	3	4	5
1	L	L	L	L	M
2	L	L	M	M	H
3	L	M	M	H	H
4	L	M	H	H	VH
5	M	H	H	VH	VH

Tabel 4. Kategori Tingkat Resiko

Simbol Huruf	Deskripsi	Tindakan
L	Low Risk (Tingkat Bahaya rendah)	Pemantauan untuk memastikan tindakan pengendalian telah berjalan dengan baik
M	Moderate (tingkat bahaya sedang)	Perlukan perhatian dan tambahan prosedur
H	High Risk (Tingkat Bahaya tinggi/serius)	Perlukan mendapatkan perhatian pihak manajemen dan tindakan perbaikan
VH	Very High (tingkat bahaya sangat tinggi)	Perlu segera dilakukan tindakan perbaikan

## HASIL

Proses pengolahan emas dengan metode amalgamasi ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Alur Proses Pengolahan Emas metode Amalgamasi

Gambar 1. menunjukkan proses pengolahan emas dengan cara amalgamasi, proses diawali dengan dengan proses penghancuran batuan yang menjadi bahan baku, tujuan penghancuran ini adalah untuk memudahkan proses amalgamsi dan memudahkan batuan dimasukkan kedalam amalgamator. Setelah batuan halus selanjutnya dimasukkan kedalam amalgamator dan ditambahkan Hg, proses amalgamsi dilakukan selama 2-3 jam. Selanjutnya setelah amalgamsi selesai, dilakukan proses pemerasan untuk mendapatkan emas yang terikat pada Hg, selanjutnya untuk mendapatkan emas maka dilakukan pembakaran untuk menguapkan unsur Hg sehingga yang tertinggal adalah emas atau lebih dikenal dengan spons emas.

### Proses Penghalusan Batuan

Proses pneghalusan batuan dilakukan secara manual dengan menggunakan palu sehingga memiliki resiko kecelakaan kerja yang tinggi, resiko bahaya yang ditimbulkan diantaranya adalah tangan terkena palu dan serpihan baju mengenai bagian tubuh pekerja seperti mata dan lutit, berdasarkan informasi dari pekerja beberapa kecelakaan kerja pernah terjadi walaupun belum menunjukkan dampak bahaya yang signifikan.

## Proses amalgamasi

Amalgamasi dilakukan dengan memasukkan batuan halus kedalam amalgamator selanjutnya di tambahkan Hg, pada proses ini terdapat beberapa resiko kecelakaan seperti seperti pada saat memasukkan batuan halus kedalam amalgamator yang memukinnya terjadinya kejadian tangan terjepit, kedian saat memasukkan unsur larutan Hg kedalam amalgamator yang dilakukan tanpa menggunakan APD meningkatkan resiko terpapar Hg yang dapat terabsorbsi kedalam tubuh jika terpercik dan mengenai kulit.

## Pemerasan

Untuk memisahkan amalgam yang masih bercampur dengan merkuri, maka dilakukan pemerasan dengan menggunakan kain. Hasil pemerasan menghasilkan amalgam emas dan merkuri sisa yang akan digunakan kembali untuk proses berikutnya. Amalgam masih berupa campuran logam dan terdapat juga sedikit merkur

## Pembakaran Amalgam

Untuk memisahkan logam yang mengandung emas dari merkuri yang masih menempel dilakukan pembakaran. Pembakaran biasanya dilakukan dengan cara terbuka sehingga merkuri yang masih terikat dalam amalgam tersebut akan menguap ke udara apabila tidak menggunakan alat penangkap uap merkuri (retort).

## Penilaian resiko

Hasil identifikasi potensi bahaya di lokasi pengolahan emas yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian Resiko pada proses pngolahan emas

No	Pekerjaan	Potensi Bahaya	Tingkat Kemungkinan	Tingkat Keparahan	Tingkat resiko
1	Proses Penghalusan Batu	Tangan terkena palu	3	2	M
		Mata terkena pecahan batu	2	3	M
		Kulit Terkena pecahan batu	4	2	M
		Cidera otot tangan	3	2	M
		Cidera pinggang	2	3	M
2	Proses Amalgamasi	Terjepit amalgamator	2	4	M
		Kulit terkena tumpahan merkuri	3	3	M
		Gangguan pendengaran	2	3	M
3	Pemerasan	Hg terabsorbsi kedalam tubuh melalui kulit	3	4	H

		Bagian tubuh terbakar	2	4	M
4	Pembakaran Amalgam	Uap merkuri terhirup	3	4	H
		Uap merkuri terabsorpsi melalui rambut	3	4	H
		Iritasi mata	2	3	M

Berdasarkan Tabel 5. diatas diketahui bahwa pada proses pengolahan emas metode amalgamasi terdapat 2 kategori tingkat resiko yaitu Medium (M) dan High (H), dimana terdapat 10 potensi bahaya dengan tingkat Medium (M) dan 3 potensi bahaya dengan tingkat High (H).

## PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan penilaian dan identifikasi resiko pada proses pengolahan emas tradisional, proses pengolahan emas dengan metode amalgamasi merupakan pekerjaan yang memiliki resiko kecelakaan yang tinggi. Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan, diketahui bahwa potensi resiko pada proses pengolahan emas metode amalgamasi terbagi menjadi 2 tingkat resiko yaitu terdapat 10 potensi bahaya dengan tingkat Medium (M) dan 3 potensi bahaya dengan tingkat High (H). berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, tingginya tingkat resiko yang muncul disebabkan karena pekerja tidak menggunakan APD yang memadai, tidak adanya APD yang memadai inilah yang menjadi sumber utama resiko kecelakaan yang paling utama.

Selain aktifitas fisik yang dilakukan tanpa adanya APD yang memadai resiko lainnya muncul dari kondisi yang tidak aman, hal ini karena merkuri yang digunakan pada proses amalgamasi yang dibuat ke lingkungan menjadi sumber adanya kondisi yang tidak aman. Merkuri yang terlepas ke lingkungan menjadi sumber bahaya yang serius karena dapat mengakibatkan para pekerja atau masyarakat terpajan limbah merkuri. Dari hasil observasi sumber limbah merkuri adalah pada proses pemerasan dan proses pembakaran amalgam, pada proses pemerasan banyak merkuri yang terbuang bersama air ke dalam kolam penampungan, sedangkan pada proses pembakaran amalgam menimbulkan emisi Hg.

Emisi merkuri yang terlepas ke udara dapat menjadi sumber pajanan merkuri bagi pekerja dan masyarakat sekitar karena dapat masuk ke sistem saraf, sehingga akan menyebabkan gangguan neurologis akut atau kronis (Sofia *et al.*, 2017). Pajanan emisi merkuri semakin berbahaya karena berdasarkan jalur masuknya Merkuri elemental masuk ke dalam tubuh manusia sekitar 80% dari hasil pembakaran amalgam diserap melalui inhalasi, dan kurang dari 3% melalui kulit (17), jika merkuri elemental dimasukkan secara oral, kurang dari 0,1% diabsorpsi dari saluran cerna sehingga ketika masuk melalui oral, hanya sedikit yang bersifat toksik, didalam darah merkuri elemental didistribusikan ke seluruh tubuh, hal ini disebabkan karena mudah melalui sebagian besar membran sel, blood brain barrier dan plasenta, dalam sirkulasi darah, merkuri elemental dapat berikatan dengan banyak jaringan, protein, dan eritrosit (18).

Dalam sel darah merah, unsur merkuri sebagian dioksidasi menjadi merkuri melalui peran enzim katalase, yang ketika melintasi sawar darah-otak memungkinkan pelepasan sifat neurotoksik. Penyerapan unsur merkuri oleh otak berkurang jika aktivitas enzim katalase di otak terhambat. Penyerapan unsur merkuri otak juga tergantung pada kadar glutathione (GSH) di otak, jika kadar GSH di otak berkurang 20% maka akan menyebabkan kadar merkuri di otak meningkat sebesar 66% (19). Merkuri elemental dapat bertahan untuk waktu yang sangat lama di otak, di mana kadarnya akan bertahan selama bertahun-tahun setelah terpapar. Waktu paruh unsur merkuri pada orang dewasa adalah sekitar 60 hari. Unsur merkuri juga dapat diubah menjadi  $Hg^{2+}$  dan  $CH_3Hg^{1+}$  di usus oleh aktivitas mikroba (18).

Paparan merkuri dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan para pekerja, oleh karena itu diperlukan manajemen resiko agar dapat mengurangi dampak buruk bagi pekerja. Manajemen resiko dapat dilakukan dengan menilai dan mengidentifikasi resiko dengan menggunakan metode *Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Dalam beberapa tahun terakhir, HIRARC telah menjadi dasar bagi praktik perencanaan dan manajemen sebagai dasar manajemen risiko. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko adalah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi bahaya yang ada di tempat kerja selain itu juga digunakan untuk mengendalikan atau menghilangkan bahaya yang diidentifikasi (20)..

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil identifikasi bahaya pada lokasi pengolahan emas dengan metode amalgamasi diketahui bahwa potensi resiko bahaya pada proses pengolahan emas metode amalgamasi terbagi menjadi 2 tingkat resiko yaitu terdapat 10 potensi bahaya dengan tingkat Medium (M) dan 3 potensi bahaya dengan tingkat High (H). berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, tingginya tingkat resiko yang muncul disebabkan karena pekerja tidak menggunakan APD yang memadai, tidak adanya APD yang memadai inilah yang menjadi sumber utama resiko kecelakaan yang paling utama.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2022

## DAFTAR PUSTAKA

1. Fathimahhayati LD, Wardana MR, Gumilar NA. Analisis Risiko K3 Dengan Metode Hirarc Pada Industri Tahu Dan Tempe Kelurahan Selili, Samarinda. *J Rekavasi*. 2019;7(1):62–70.
2. Saptadi JD. Penerapan Program Green Card Departmen Produksi Di Pt. Pamapersada Nusantara Distrik Bmtb, Kalimantan Selatan. In: *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*. 2017.
3. Arianto ME. Gangguan Fungsi Pendengaran Pada Pekerja Di Bagian Komponen Logam Pt. Mega Andalan Kalasan (Mak) Kabupaten Sleman. In: *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*. 2017.
4. Suhendrayatna, Simeulu P, Hafdallah, Lizam TC. Mercury Emissions from Artisanal Gold Milling Operation and Its Impact on the Health of Workers: Case study in Panton Luas, Aceh Selatan District in Indonesia. In: *The 1st Joint Seminar Between Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia and University of Natural Resources and Life Science, Vienna, Austria*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press; 2014. p. 114–20.
5. Lensoni L, Adlim M, Kamil H, Karma T, Suhendrayatna S. Identification of Mercury Emissions in Soot with the Quadrant Method on Combustion of Gold in Aceh Jaya District. *Open Access Maced J Med Sci*. 2023;11(E):29–33.
6. Kamil H, Karma T. Description of Mercury Poison Clinical Symptoms in Workers and Communities Around the Small-Scale Gold Processing Area. In: *Proceedings of Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies (MICoMS)*. 2022. p. 34.

7. Lensoni L, Kamil H, Taufiq Karma S. Identification and Correlation Test of Mercury Levels in Community Urine at Traditional Gold Processing Locations. *J Ecol Eng.* 2023;24(3):357–65.
8. Telmer KH, Veiga MM. World emissions of mercury from artisanal and small scale gold mining. In: *Mercury fate and transport in the global atmosphere.* Springer; 2009. p. 131–72.
9. Baeuml J, Bose-O'Reilly S, Gothe RM, Lettmeier B, Roeder G, Drasch G, et al. Human Biomonitoring Data from Mercury Exposed Miners in Six Artisanal Small-Scale Gold Mining Areas in Asia and Africa. *Minerals.* 2011;1(1):122–43.
10. Kristensen AKB, Thomsen JF, Mikkelsen S. A review of mercury exposure among artisanal small-scale gold miners in developing countries. *Int Arch Occup Environ Health.* 2014;87(6):579–90.
11. Da Silva-Junior FMR, Oleinski RM, Azevedo AES, Monroe KCMC, Dos Santos M, Da Silveira TB, et al. Vulnerability associated with “symptoms similar to those of mercury poisoning” in communities from Xingu River, Amazon basin. *Environ Geochem Health.* 2018 Jun;40(3):1145–54.
12. Ramesh R, Prabu M, Magibalan S, Senthilkumar P. Hazard identification and risk assessment in automotive industry. *Int J ChemTech Res.* 2017;10(4):352–8.
13. Saptadi JD, Arianto ME, Habibi AN. Manajemen Risiko K3 di Wisata Gua Pindul, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. In: *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati.* 2021. p. 154–62.
14. Suhardi B, Estianto AAV, Laksono PW. Analysis of potential work accidents using hazard identification, risk assessment and risk control (HIRARC) method. In: *2016 2nd International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE).* IEEE; 2016. p. 196–200.
15. OHSAS 18001:2007 OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES. *Occupational Health and Safety Management Systems.* 2007. 1–28 p.
16. Sofia S, Ibrahim T, Risqa M. Neurological Status Disturbances Caused by Mercury Exposures from Artisanal Gold Mining Area in West Aceh, Aceh Province. 2017;(November 2019).
17. Bernhoft RA. Mercury Toxicity and Treatment: A Review of the Literature. Sears ME, editor. *J Environ Public Health [Internet].* 2012;2012:460508. Available from: <https://doi.org/10.1155/2012/460508>
18. Broussard LA, Hammett-Stabler CA, Winecker RE, Roper-Miller JD. The toxicology of mercury. *Lab Med.* 2002;33(8):614–25.
19. Syversen T, Kaur P. The toxicology of mercury and its compounds. *J trace Elem Med Biol organ Soc Miner Trace Elem.* 2012 Oct;26(4):215–26.
20. Che Ahmad A, Zin I, Othman M, Muhamad N. Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Accidents at Power Plant. *MATEC Web Conf.* 2016 Jan 1;66:105.