

## **Pemeriksaan Kadar Merkuri (Hg) pada Darah dan Gambaran Eritrosit pada Penambang Emas di Nagari Abai Siat Kecamatan Sangir Solok Selatan**

Betti Rosita<sup>1</sup>, Dyna Putri Mayaserli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> D-III Teknologi Laboratorium Medik, Universitas Perintis Indonesia

<sup>1</sup> Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medik, Universitas Perintis Indonesia

\*Email: bettirosita80@gmail.com

### **Abstrak**

Merkuri (Hg) merupakan salah satu unsur logam yang sangat penting dalam teknologi di zaman modern sekarang ini. Merkuri adalah unsur yang memiliki unsur atom (NA = 80) dan memiliki massa molekul relatif (Mr = 200,59). Merkuri dilambangkan dengan simbol kimia Hg, yang merupakan singkatan dari kata Yunani Hydrargyricum, yang berarti perak cair. Merkuri dapat menyebabkan masalah serius bagi kesehatan manusia, seperti bioakumulasi merkuri di otak dan ginjal, yang pada akhirnya berujung pada penyakit saraf. Eritrosit adalah sel darah merah yang merupakan komponen darah dan utuh serta tidak memiliki organel seperti sel lainnya. yang berfungsi mengangkut oksigen. Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif eksperimental dengan menggunakan metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ternyata tidak terdapat hubungan logam berat merkuri (Hg) dalam darah dengan gambaran eritrosit. Dari 20 sampel yang diteliti, kadar merkuri (Hg) pada penambang emas melebihi ambang batas normal yaitu 20 orang (100%) dan eritrosit normal sebanyak 15 sampel (75%) sedangkan yang abnormal sebanyak lima sampel (25%).

**Kata Kunci :** *Merkuri (Hg), Eritrosit, Penambang emas*

### **Abstract**

Mercury (Hg) is a metal element that is very important in technology in today's modern age. Mercury is an element that has an atomic element (NA = 80) and has a relative molecular mass (Mr = 200,59). Mercury is symbolized by the chemical symbol Hg, which stands for the Greek word Hydrargyricum, which means liquid silver. Mercury can cause serious problems for human health, such as the bioaccumulation of mercury in the brain and kidneys, which ultimately leads to neurological diseases. Erythrocytes are red blood cells that are components of blood and are intact and do not have organelles like other cells. which functions in transporting oxygen. This type of research is descriptive experimental using the AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) method. From the results of research that has been done that there is no relationship between heavy metal mercury (Hg) in the blood and erythrocyte picture. Of the 20 samples studied, mercury (Hg) levels in gold miners exceeded the normal threshold of 20 people (100%) and normal erythrocytes were 15 samples (75%) while the abnormal ones were five samples (25%).

**Keywords:** *Mercury (Hg), Erythrocytes, Gold Miners*

### **PENDAHULUAN**

Penambang emas secara tradisional menggunakan metode amalgamasi yaitu proses pengikatan logam emas dari bijih bongkahan dengan mempergunakan logam berat yaitu merkuri (Hg) (Hadi, 2013). Merkuri (Hg) merupakan logam yang biomagnifikasi melalui rantai makanan dan dapat mentransformasi menjadi bentuk organik yang lebih toksik (metal-merkuri, dimetil-merkuri, etil-merkuri dan lain-lain) (Sugeng Rianto, 2012). Logam merkuri (Hg) mempunyai nama kimia hydragyrum yang berarti cair. logam merkuri dilambangkan dengan Hg. Pada sistim periodik unsur kimia Hg menempati urutan (Na) 80 dan mempunyai bobot atom (BA, 200,59). (Palar, 2008)

Logam merkuri (Hg) pada umumnya dihasilkan oleh bijih Sinabar, Hgs yang mengandung Hg + SO<sub>2</sub>. Unsur 0,1%-4%. HgS+O<sub>2</sub> Merkuri yang telah dilepaskan dikondensasi sehingga didapat logam cair murni. Logam cair inilah yang dikemudian digunakan oleh manusia untuk bermacam macam termasuk bagi penambang emas tradisional (Palar, 2008)

Merkuri (Hg) dapat terpapar pada penambang emas secara tradisional pada saat proses penyaringan dan pemijaran. Pada proses penyaringan merkuri (Hg) masuk ke dalam tubuh melalui kulit disebabkan karena proses penyaringan dilakukan pencampuran merkuri. uap merkuri (Hg) dapat terpapar pada penambang emas tradisional karena proses pemijaran dimana bijih emas yang telah diikat dengan merkuri akan dipanaskan pada suhu yang sangat tinggi dan merkuri akan menguap dan penguapan merkuri (Hg) masuk ke dalam tubuh manusia melalui inhalasi. Pemakaian berulang uap merkuri (Hg) terlalu sering dapat terakumulasi dalam tubuh manusia. Pada konsentrasi yang sangat tinggi maka dapat mengakibatkan salah satu penyakit yaitu disfungsi ginjal (Halida, 2002)

Keracunan merkuri (Hg) sangat berisiko tinggi dapat terjadi pada penambang emas tradisional. Keracunan merkuri (Hg) tergantung pada bentuk metoda masuknya / bentuk paparan merkuri (Hg), ke dalam tubuh manusia dan lamanya terpapar logam berat tersebut. Kadar merkuri (Hg) dalam merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menilai sejauh mana kontaminasi merkuri (Hg) yang terjadi pada penambang emas karena urin dapat mengakumulasi merkuri dalam jangka waktu yang lama (Aryani, L., 2013)

Para penambang pada umumnya tercemar merkuri melalui kontak langsung dengan kulit, menghirup uap merkuri pada saat proses amalgamasi dan memakan makanan yang telah tercemar merkuri. Selain itu para penambang emas yang tidak memakai alat pelindung diri (APD) dengan baik dan benar, sesuai dengan standar kesehatan yang telah ditetapkan. Masalah kesehatan utama akibat uap merkuri terjadi pada otak, paru-paru, sistem syaraf. (Sugeng Rianto, 2012)

Ginjal merupakan organ ekskresi utama cairan yang tidak digunakan lagi oleh tubuh. Pemaparan suatu zat terhadap ginjal sangat dipengaruhi oleh faal ginjal sebagai organ ekskresi, semua buangan yang berbentuk cairan atau larutan dikeluarkan melalui ginjal.

Ginjal sangat peka terhadap logam karena membentuk kompleks atau khelat dengan ligand organik, misalnya merkuri membentuk kompleks dengan grup sulfhidril (Hadi, 2013). Kerusakan sering terjadi pada sel epitel tubulus proksimal karena merupakan tempat absorpsi dan mengkonsentrasikan racun (Rubin, 2009), serta sangat peka terhadap zat toksik (Palar, 2008)

Gangguan pada fungsi ginjal dapat diketahui melalui pengukuran beberapa bahan - bahan hasil metabolisme diantaranya adalah ureum, kreatinin dan bila ditemukan adanya protein dalam urin (Guyton, 2007) . Ambang batas kadar merkuri dalam urin maksimal 4 ug/l (WHO, 1990). Penelitian sebelumnya oleh Sugeng Rianto menunjukkan adanya keracunan merkuri pada pekerja tambang emas di Desa Jenda Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri tahun 2009 sebanyak 40 orang (Sugeng Rianto, 2012)

Dan penelitian yang dilakukan oleh Passos tahun 2008 adanya keracunan merkuri (Hg) dalam urin pada penambang emas disekitar Amazon (Fitriyani, 2017)

. Keracunan merkuri juga terjadi di Irak Tahun 1971 yang mengakibatkan 450 oarng meninggal dunia (Andri DH, 2011)

Penelitian kadar merkuri pada penambang emas telah dilakukan juga oleh Hartini Tahun 2007 di Desa Renggas Tujuh Kecamatan Titi Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat yang menemukan hasil bahwa sebanyak 44,4% pekerja tambang emas terdapat keracunan merkuri (Hg) dalam urinnnya dengan rata-rata kandungan 7,6 µg/l (Lestarisa, 2010).

Kegiatan penambangan emas secara ilegal di Kabupaten Solok Selatan Kecamatan Sangir masih menggunakan cara tradisional untuk mendapat emas. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan Pemeriksaan terhadap para penambang. Hal ini peneliti lakukan untuk mengetahui Kadar Logam Berat Hg Pada Darah Dan Gambaran Eritrosit Darah Merah pada Penambangan Emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Kabupaten Solok Selatan.

## METODE PENELITIAN

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *non probability* sampel dengan pendekatan *accidentalsampling*. yaitu gambaran kadar merkuri (Hg) dan kadar eritrosit untuk melihat fungsi hati pada penambang emas tradisional di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penambang emas sedangkan sampel yang digunakan adalah 20 orang dengan teknik sampel adalah total sampling. Jumlah sampel dengan menggunakan rumus besarsampel untuk kolerasi (Sarjono, 2009) yaitu:

$$n = \left[ \frac{z\alpha + z\beta}{0,5 \ln \left\{ \frac{1+r}{1-r} \right\}} \right]^2 + 3$$

$$n = \left[ \frac{2,575 + 1,282}{0,5 \ln \left\{ \frac{1+0,150}{1-0,150} \right\}} \right]^2 + 3$$

$$n = 20$$

## Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tabung vacutainer yang mengandung antikoagulasi EDTA, spuit darah 10 ml, handskun, plester, tourniquet, cool box, AAS, pipet Tetes, beaker glass, objek glass, deck glass, mikroskop, yellow tip. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Sampel darah vena 10 ml, Alkohol 70%, dan HNO<sub>3</sub> 1%.

## Persiapan Sampel Darah

Sampel darah diambil dari darah vena lengan menggunakan jarum suntik steril sebanyak 10 ml. Sampel darah dimasukkan kedalam tabung yang berisi EDTA sebagai anti koagulan, jika pemeriksaan ditunda, maka sampel disimpan dalam suhu 4° C dan bisa bertahan dalam waktu sampai 1 minggu.

## Pengambilan Sampel Darah Vena

Prosedur pengambilan darah vena : tempat yang akan ditusuk dibersihkan dengan alkohol 70% dan biarkan sampai kering. Tourniquet dipasang pada lengan atas untuk mengambil darah vena dalam fossa cubiti, orang yang akan diambil darahnya diminta untuk mengempal dan membuka tangannya berkali-kali agar vena dapat teraba jelas. Kulit ditusuk dengan jarum dan semprit dengan tangan kanan sampai ujung jarum masuk kedalam lumen vena, lepaskan tourniquet saat darah masuk kedalam spuit. Kemudian minta pasien melepaskan kepalan tangan. Perlahan-lahan tarik penghisap semprit jumlah darah yang dikehendaki, letakan kapas alkohol diatas jarum dan cabutlah jarum dan semprit, Bekas tusukan ditekan selama beberapa menit dengan kapas kering,

jarum spuit dilepaskan dan darah dimasukkan dalam tabung yang berisi antikoagulan EDTA dan dicampurkan sampai homogen (Soebrata, 2007)

### Prosedur Pemeriksaan Kadar Merkuri Dalam Darah

Dipipet sampel darah sebanyak 200-300  $\mu$ l, masukan sampel darah kedalam tempat sampel. Kemudian ditambahkan 100  $\mu$ l HNO<sub>3</sub> 1% di add dalam tempat sampel. Dekomposisi sampel dalam alat selama 200 detik. Tunggu selama 60 detik. Hasil akan keluar berupa print out berisi angka yang menunjukkan hasil kadar merkuri dalam sampel yang diperiksa.

### Prosedur Pemeriksaan Eritrosit dengan Pewarnaan Giemsa

Slide apusan darah dibiarkan mengering. Fiksasi sediaan apus dengan metanol absolut 2-3 menit. Slide digenangi dengan larutan giemsa, larutan Giemsa yang dipakai adalah 5%. Biarkan selama 20-30 menit. Alirkan air secara tidak langsung mengenai slide, kurang lebih 30 detik. Letakkan slide miring di rak pengering. Setelah kering baca dibawah mikroskop

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian eksperimental dengan desain penelitian deskriptif pada penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan. Adapun penelitian ini menggunakan rumus Uji Korelasi dalam penarikan sampel yang hasilnya disesuaikan oleh peneliti menjadi 20 responden. Pemeriksaan yang dilakukan yaitu untuk menganalisa hubungan kadar merkuri (Hg) pada darah dan gambaran eritrosit pada penambang emas

Konsentrasi merkuri terletak pada jaringan seperti darah, rambut, bulu, hati, ginjal, otak dan lain-lain. Merkuri dalam darah berfungsi sebagai biomarker adanya paparan logam berat yang merupakan sebagai faktor risiko penyakit. Sedangkan pengukuran standar untuk merkuri dalam darah adalah untuk seluruh darah dalam tubuh manusia

Merkuri masuk ke dalam tubuh manusia dalam bentuk uap, sekitar 97% dari penyerapan terjadi melalui paru-paru, dan kurang dari 3% dari jumlah total yang diserap adalah melalui kulit. Merkuri langsung merusak sel-sel jaringan manusia dengan adanya penyebaran ke udara, air dan kontaminasi makanan. Merkuri menghambat sintesis heme dan memperpendek umur eritrosit. Hal ini terjadi karena aktivitas berbagai enzim yang diperlukan untuk sintesa heme dihambat. Salah satu contoh enzim glutathione peroksidase, enzim ini memiliki gugus sulfidril yang mana dengan keberadaan merkuri dalam tubuh maka gugus sulfidril akan diikat oleh merkuri sehingga enzim menjadi tidak aktif dan konsentrasi enzim menurun.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Penambang Emas Berdasarkan Jenis Kelamin

No	Jenis Kelamin	Frekuensi(f)	Persentase (%)
1	Laki-Laki	14 orang	70 %
2	Perempuan	6 orang	30 %
	<b>Total</b>	20 orang	100 %

Berdasarkan tabel 1 didapatkan bahwa dari 20 sampel, sebagian berjenis kelamin laki-laki dengan jumlah 14 orang (70%) dan perempuan berjumlah 6 orang (30%).

Penurunan aktivitas glutathione peroksidase juga akan mengganggu proses glikolisis yang berakibat energi reduksi dari eritrosit berkurang sehingga dapat menyebabkan umur eritrosit pendek. Menurut NIOSH (2005) efek toksik yang paling berarti pada paparan merkuri (Hg) adalah kerusakan sumsum tulang yang terjadi secara laten dan sering irreversible. Kerentanan individual akan temuan hematologis sangat bervariasi. Perubahan-perubahan yang bisa terjadi adalah trombositopenia, leukopenia, anemia, atau gabungan dari ketiganya (pansitopenia). Fase awal yang bersifat iritatif dengan peningkatan jumlah elemen darah kadangkala dapat mendahului gejala-gejala lain. Menurut Saroch, dkk (2012) menunjukkan

adanya hubungan yang signifikan antara merkuri (Hg) dengan leukosit yaitu dengan nilai p-value

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Karakteristik Penambang Emas Berdasarkan Umur

No	Umur	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	30 – 35	8 orang	40 %
2	36 – 41	5 orang	25 %
3	42 – 47	7 orang	35 %
	<b>Total</b>	20 orang	100 %

Berdasarkan tabel 2 dari 20 sampel yang diteliti diketahui bahwa kategori umur 30 – 35 tahun paling banyak bekerja di tambang emas tersebut. Menurut Palar (1994) akumulasi kadar merkuri (Hg) dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Merkuri (Hg) mempunyai afinitas yang tinggi terhadap eritrosit, sekitar 95% terikat dalam eritrosit darah. Merkuri (Hg) mempunyai waktu paruh dalam darah yang sangat lambat sekitar 25 hari, pada jaringan lunak 40 hari dan pada tulang 25 tahun. Mengingat sifat ekskresi yang sangat lambat ini merkuri (Hg) mudah terakumulasi dalam tubuh.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Karakteristik Penambang Emas Berdasarkan Masa Kerja (Tahun)

No	Masa Kerja	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	7 - 10 Tahun	14 orang	70 %
2	11 - 14 Tahun	6 orang	30 %
	<b>Total</b>	20 orang	100 %

Berdasarkan tabel 3 didapatkan bahwa dari 20 sampel, 14 orang bekerja selama 7 – 10 tahun dengan persentase 70% sedangkan 6 orang bekerja selama 11 – 14 tahun dengan persentase 30%

Merkuri (Hg) terendap dalam sel darah merah dan menimbulkan kerusakan pada sel darah merah Hg darah masuk kedalam darah, 95% menempel pada sel darah merah, 5% berada pada plasma darah. Kerusakan sel darah merah yang mengandung Hg yaitu pecahnya sel darah merah sebelum sel darah merah matang, sehingga terjadi penurunan jumlah sel darah merah dalam darah. Eritrosit mengalami regenerasi sel, sehingga Hg yang terakumulasi sesaat pada eritrosit, akan ikut berkurang mengikuti luruhnya sel darah merah, tetapi jika paparan Hg terus menerus dengan kadar di atas ambang batas normal akan bersama-sama sel darah merah menuju jantung dan organ lainnya yaitu sumsum tulang dan terakumulasi mengendap

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Karakteristik Penambang Emas Berdasarkan Jam Kerja/Hari

No	Jam Kerja/ Hari	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	5 - 7 jam/ hari	10 orang	50 %
2	8 - 10 jam/ hari	10 orang	50 %
	<b>Total</b>	20 orang	100 %

Berdasarkan tabel 4 yang diteliti diketahui dengan jam kerja/hari dari 20 sampel sama banyak dengan persentase 50% .

Tabel 5. Distribusi Kadar Merkuri(Hg) Dalam Darah Pada Penambang Emas

No	Kadar merkuri (ug/l)	Frekuensi (f)	Persentase
----	----------------------	---------------	------------

			(%)
<b>1</b>	Normal (<10ug/l)	0 orang	0 %
<b>2</b>	Tidak normal (>10ug/l)	20 orang	100 %
	<b>Total</b>	20 orang	100 %

Berdasarkan tabel 5. Didapatkan dari 20 sampel yang diteliti bahwa kadar merkuri (Hg) pada penambang emas melewati ambang batas normal sebanyak 20 orang(100%).

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Morfologi Eritrosit

Karakteristik	Kategori	Jumlah	Persentase (%)
Ukuran	Mikrositik	0	0%
	Normositik	15	75%
	Makrositik	0	0%
	Anisositosis	5	25%
Warna	Hipokrom	0	0%
	Normokromik	20	100%
Kelainan bentuk	Ada	5	25%
	Tidak	15	75%
<i>Basophilic stippling</i>	Ada	0	0%
	Tidak	20	100%

Berdasarkan tabel 6 hasil Pemeriksaan Morfologi Eritrosit dari 20 sampel didapatkan ukuran normositik sebanyak 15 orang (75%), anisitosis 5 (25%) dan warna eritrosit normokrom 20 (100%), kelainan bentuk 5 orang (25%) dan basophilic stippling tidak ditemukan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan didapatkan kadar logam berat merkuri (Hg) tidak normal sebanyak 20 orang atau sebesar 100%. Sedangkan gambaran eritrosit didapatkan kelainan ukuran sebanyak 5 orang atau sebesar 25% dan kelainan bentuk sebanyak 5 orang atau sebesar 25%.

Pemeriksaan kadar merkuri darah menggunakan metode destruksi basah dengan instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Metode destruksi basah adalah perombakan sampel dengan asam – asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator (Halida, 2002)

Larutan pendestruksi yang digunakan adalah HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Proses destruksinya yaitu dengan cara sampel dan campuran larutan HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimasukkan kedalam wadah tertutup. Kemudian dipanaskan pada suhu rendah atau sekitar 80°C sampai uap coklatnya menghilang. Setelah itu ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tetes per tetes sampai larutan bening atau tidak berwarna. Kemudian diuji kadarnya dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) (Madania, M., & Martani, 2014)

Tinggi nya kadar merkuri dalam darah pada penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan dikarenakan penambang emas terpapar langsung oleh pembuatan Emas dan perak. (Widowati, 2008) Emas dan perak adalah logam yang dapat terlarut dengan merkuri, sehingga merkuri dipakai untuk mengikat emas dalam proses pengolahan bijih sulfida yang mengandung emas (proses amalgamasi). Amalgam merkuri-emas dipanaskan sehingga merkuri menguap meninggalkan logam emas dan campurannya Amalgam (Lestaris, 2010)

Gambaran eritrosit pada penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan, terdapat kelainan bentuk dan ukuran sebanyak 5 orang atau sebesar 25%, sedangkan basophilic stippling tidak ditemukan.

Keberadaan logam berat didalam eritrosit menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin dalam eritrosit, pada sediaan hapus keracunan merkuri dapat dilihat pada sediaan hapus dengan ditemukan benda inklusi eritrosit (basophilic stippling). Basophilic stippling adalah sisa agregat dari gagalnya pembentukan hemoglobin (Handoy S.Y., 2008)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan terhadap analisa logam berat merkuri (Hg) pada kuku dan kadar hemoglobin (Hb) pada penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kadar merkuri dalam darah penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan semuanya sebanyak 20 sampel diatas normal.
2. Gambaran eritrosit pada penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan 15 orang normal dan tidak normal 5 orang.
3. Tidak ada hubungan logam berat merkuri (Hg) dalam darah dan gambaran eritrosit pada penambang emas di Nagari Abai Kecamatan Sangir Solok Selatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andri DH, dkk. (2011). Kadar Merkuri Pada Rambut Masyarakat Disekitar Penambang Emas Tanpa Ijin. *Media Medika Indonesia*, 45, 181–187.
- Aryani, L., dkk. (2013). Hubungan Kadar Merkuri (Hg) dengan Profil Darah Pekerja Pertambangan Emas Tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12 (2)(12), 144–148.
- Fitriyani, R. (2017). *Hubungan kadar timbal dalam darah dengan kadar hemoglobin pada perokok aktif*.
- Guyton, O. (2007). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. EGC.
- Hadi, M. O. (2013). Bahaya merkuri dilingkungan kita. *Skala Husada*, 10(2), 175–183.
- Halida, L. S. (2002). *Toksisitas Merkuri dan Penanganannya* (digitalize). Universitas Sumatera Utara.
- Handoy S.Y. (2008). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis* (2nd ed.). Gramedia Pustaka Utama.
- Lestaris, T. (2010). *faktor-faktor yang berhubungan dengan keracunan merkuri (Hg) pada penambang emas tanpa ijin (peti) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah*. Universitas Diponegoro.
- Madania, M., & Martani, M. M. (2014). Analisis Logam Merkuri (Hg) Pada Krim Pemutih Wajah Merek X Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Al-Kimia*, 2(2), 80–90.
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta.
- Sarjono, A. (2009). *Analisis kandungan logam berat Cd, Pb, dan Hg pada air dan sedimen di Perairan*. Kamal Muara.
- Soebrata, G. (2007). *Penuntun Laboratorium Klinik*. Dian Rakyat.
- Sugeng Rianto, dkk. (2012). Analisis Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Merkuri Pada Penambang Emas Tradisional di Desa Jenda Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 11, 54–60.
- Widowati, W. (2008). *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran* (Andi (ed.)).