

Analisis Kadar Arsenik (As) Dalam Urin Pekerja Las

Risky Nurul Fadlila RN¹, Ayusti Dirga², Ronaldy Noya Van Delzen³

Universitas Megarezky

Corresponding Author Risky Nurul Fadlila RN, E-Mail: riskynurulfadlila@gmail.com

Published: January, 2025

ABSTRACT

Welding workshop is a place where various types of metal are joined, both to make new metal products and to repair existing metal objects. Welding workers are a profession that has high risk of exposure to heavy metals such as Arsenic (As). This research aims to determine the level of Arsenic in the urine of welding workers from several welding workshops in Antang, Makassar City. The type of research used is quantitative research with a cross-sectional design to analyze Arsenic (As) levels in the urine of welding workshop workers. The sampling technique used purposive sampling. The method used in this research is Atomic Absorption Spectrophotometry (SSA). The urine samples used were 15 samples. The results obtained in this study were Arsenic (As) levels detected in all urine samples with the highest Arsenic (As) level of 0,42609 μ g/L and the lowest level of 0,21957 μ g/L. The conclusion of this research is that there are no Arsenic (As) levels that exceed the NAB (Threshold Limit Value) set ($>35 \mu$ g/L).

Keywords: Welding Workshop, Arsenic (As), Urine, Atomic Absorption Spectrophotometer (SSA)

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Penyakit Akibat Kerja (PAK) merupakan suatu gangguan kesehatan yang dialami seseorang akibat interaksi secara langsung di lingkungan tempatnya bekerja. PAK secara langsung terkait dengan pekerjaan dan dapat disebabkan oleh paparan (zat yang berpotensi membahayakan tubuh saat bersentuhan dengannya) di tempat kerja (Husaini, dkk 2017). Berdasarkan data yang dipublikasikan oleh International Labour Organization (ILO), 2,78 juta pekerja meninggal dunia setiap tahun akibat penyakit dan kecelakaan kerja. Lebih dari 380.000 pekerja (13,7 persen) meninggal di tempat kerja setiap tahun akibat kecelakaan, sementara sekitar 2,4 juta (86,3 persen) meninggal akibat PAK (ILO, 2018). PAK di Indonesia belum terdokumentasi secara lengkap. Jika dilihat data prevalensi penyakit dan kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan di berbagai negara maju, dapat dilihat peningkatan insiden ini sering terjadi sebagai akibat dari ketidaktahuan pekerja dan kualitas serta kemampuan pekerja yang tidak memadai. Banyak karyawan meremehkan risiko pekerjaan mereka, sehingga meskipun tersedia, mereka jarang menggunakan peralatan keselamatan (Husaini, dkk 2017).

Industri pengelasan merupakan pekerjaan yang memiliki risiko tinggi karena dapat mengakibatkan gangguan kesehatan kerja, kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Husaini, dkk 2017). Pengelasan adalah suatu proses yang dilakukan dengan menggunakan sumber panas untuk menyatukan dua bagian logam menjadi ikatan yang permanen (Siswanto, 2018). Gas dan partikulat atau yang dikenal dengan

sebutan fumes adalah jenis polutan pencemar yang dihasilkan selama proses pengelasan dan dapat mencemari lingkungan (Suci, 2017). Fumes yang dihasilkan dari proses pengelasan mengandung beberapa oksida logam yang salah satunya berisi Arsenik (As) karena beberapa jenis logam dan material yang digunakan dalam pengelasan, seperti solder, flux, dan logam induk, dapat mengandung Arsenik (As) (Aminian et.al., 2011).

Arsenik (As) termasuk salah satu logam berat berbahaya karena memiliki tingkat toksisitas yang tinggi, terutama dalam bentuk anorganik seperti arsenit dan arsenat. Logam berat di dalam tubuh bersifat sebagai radikal bebas yang dapat menyebabkan stress oksidatif sehingga berakibat pada gangguan fungsi organ tubuh (Harningsih & Wimpy, 2018). Keracunan Arsenik (As) dapat terjadi melalui inhalasi maupun melalui digesti makanan dan minuman yang mengandung As (Kawatu, 2009). Paparan Arsenik (As) baik akut maupun kronis dapat menyebabkan kerusakan pada sistem kardiovaskuler, kecacatan dan gangguan pertumbuhan, kerusakan saraf, gangguan pendengaran, kerusakan hematologi, memicu terjadinya diabetes dan bahkan memicu timbulnya berbagai jenis kanker (Hidayati, 2014)

Partikel Arsenik (As) dari asap pengelasan akan masuk ke tubuh melalui inhalasi. Arsenik (As) mudah diserap melalui permukaan mukosa paru serta mudah larut dalam cairan tubuh (ATSDR, 2014). Partikulat halus Arsenik (diameter $< 5 \mu\text{m}$) akan mengendap di alveolus paru-paru, kemudian menembus lapisan membran alveolus kapiler dan masuk ke dalam peredaran darah (NRC, 1999). Di dalam darah, Arsenik (As) biasanya terikat pada protein plasma (misalnya albumin) atau tetap dalam bentuk bebas yang larut (arsenit, arsenat). Setelah masuk ke dalam darah, Arsenik (As) akan terdistribusikan ke berbagai organ dan jaringan terutama hati, ginjal, paru-paru, kulit, kuku, rambut, dan sistem saraf (Curvale et.al, 2015). Di ginjal, Arsenik (As) difiltrasi dan dieliminasi secara bertahap. Paparan Arsenik (As) dalam kadar tinggi secara berkepanjangan dapat menimbulkan kerusakan pada berbagai organ, termasuk ginjal. Ginjal adalah organ yang mengeliminasi berbagai toksin termasuk Arsenik (As) anorganik yang masuk ke dalam tubuh (Susianti, 2019).

Rute utama ekskresi sebagian besar senyawa Arsenik (As) adalah melalui urin (Wu et. al., 2022). Sebagian Arsenik (As) dapat diekskresikan melalui urin dalam bentuk metil Arsenik dan sebagian lainnya terakumulasi di dalam kulit, kuku dan rambut (Rahayu dan Moch, 2018). Urin umumnya digunakan sebagai indikator paparan Arsenik (As). Kadar Arsenik (As) dalam urin mencerminkan asupan As dari berbagai sumber seperti air minum, makanan dan udara yang mengandung As.

Urin merupakan cairan tubuh hasil filtrasi glomerulus yang berperan sebagai media untuk mengeluarkan zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh. Sistem urin yaitu sistem saluran dalam tubuh manusia, meliputi ginjal dan saluran keluarnya yang berfungsi untuk membersihkan tubuh dari zat-zat yang tidak diperlukan (Nurlina, 2008)

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu melakukan penelitian untuk mengetahui kadar Arsenik (As) dalam urin pekerja las

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian, Lokasi dan Sampel

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan desain cross-sectional untuk menganalisis kadar As dalam urin pekerja bengkel las. Teknik sampling menggunakan purposive sampling dan didapatkan sampel urin sebanyak 15 berdasarkan kriteria inklusi. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Antang, Makassar dan pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Forensik POLDA Sulawesi Selatan.

Prosedur Kerja

1. Pengambilan Sampel

Pertama-tama menjelaskan pada responden tentang prosedur pengambilan sampel urin, kemudian memberikan pot sampel urin kepada responden. Urin yang ditampung diusahakan harus cukup untuk memenuhi pot sampel. Setelah itu, pot sampel diberi label

2. Pembuatan Larutan Induk As 1000 $\mu\text{g/L}$

Memipet 0,1 mL larutan induk As 1000 mg/L menggunakan pipet ukur kemudian dimasukkan kedalam labu takar 100 mL lalu ditambahkan aquademineralisasi sampai tanda tera, setelah itu dihomogenkan.

3. Pembuatan Larutan Standar 2, 4, 6, 8 dan 10 $\mu\text{g/L}$

Memipet masing-masing sebanyak 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mL larutan induk As 1000 $\mu\text{g/L}$ kedalam masing-masing labu takar 100 mL, setelah itu ditambahkan aquademineralisasi sampai tanda tera lalu dihomogenkan.

4. Preparasi Sampel

Sampel urin sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia dan tambahkan 10 mL HNO_3 p.a. Campuran tersebut dipanaskan diatas *hotplate* sampai menghasilkan uap dan larutan yang dihasilkan berwarna kuning jernih. Hasil destruksi diangkat dan didinginkan, setelah itu disaring dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL menggunakan corong. Kemudian ditambahkan aquademineralisasi sampai tanda tera. Sampel hasil destruksi dipindahkan ke botol coklat yang sudah dilabeli sesuai dengan kode sampel penelitian, dan siap dianalisa menggunakan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 15 sampel urin yang berasal dari pekerja las yang merupakan perokok aktif. Seluruh responden dalam penelitian ini adalah pria, dan dilakukan pengukuran kadar Arsenik (As) dalam urin mereka

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Umur

Umur (tahun)	Jumlah	Persentase (%)
25-36	8	54
37-47	5	33
48-58	2	13
Total	15	100

Berdasarkan informasi yang terdapat pada Tabel 1, Sebagian responden berada dalam kelompok usia 25-36 tahun, yaitu sebanyak 8 orang atau sekitar 54% dari total responden.

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Lama Kerja

Lama Kerja (Tahun)	Jumlah	Persentase (%)
4-9	10	67
10-15	4	27
16-20	1	6
Total	15	100

Berdasarkan Tabel 2 diketahui dari 15 responden dengan kategori lama kerja 4-9 tahun diperoleh 10 responden dengan presentase 67%, kategori 10-15 tahun diperoleh 4 responden dengan presentase 27%, dan kategori lama kerja 16-20 tahun diperoleh 1 responden dengan presentase 6%.

Tabel 3. Distribusi Responden Berdasarkan Jam Kerja

Jam Kerja	Jumlah	Persentase (%)
<5 Jam	0	0
>5 Jam	15	100
Total	15	100

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa semua responden memiliki jam kerja > 5 jam dengan presentase 100%

Tabel 4. Distribusi Responden Berdasarkan Kebiasaan Merokok

Kebiasaan Merokok	Jumlah	Persentase (%)
Tidak	0	0
Ya	15	100
Total	15	100

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa semua responden memiliki kebiasaan merokok dengan presentase 100%

Tabel 5. Distribusi Responden Berdasarkan Penggunaan APD

Penggunaan APD	Jumlah	Persentase (%)
Ya	0	0
Tidak	15	100
Total	15	100

Berdasarkan informasi yang terdapat pada Tabel 5, semua responden bekerja tanpa menggunakan APD dengan persentase 100 %

Tabel 6. Distribusi Responden Berdasarkan Kandungan As dalam Urin Pekerja

Bengkel Las

No.	Sampel	Kadar As ($\mu\text{g/L}$)
1	A	0,22217
2	B	0,22478
3	C	0,24783
4	D	0,23000
5	E	0,23783
6	F	0,23696
7	G	0,22565
8	H	0,21957
9	I	0,23043
10	J	0,22957
11	K	0,24913

12	L	0,42609
13	M	0,25652
14	N	0,25174
15	O	0,25957

Berdasarkan hasil analisis dalam Tabel 6, dapat diketahui bahwa konsentrasi Arsenik (As) dalam urin pekerja las mencapai nilai tertinggi pada sampel L yaitu sebesar 0,42609 $\mu\text{g/L}$ dan yang terendah pada sampel H yaitu sebesar 0,21957 $\mu\text{g/L}$. Rata-rata kadar Arsenik (As) dalam 15 sampel urin pekerja las adalah 0,249856 $\mu\text{g/L}$.

Pembahasan

Penelitian ini menggunakan sampel urin pagi karena urin pagi cenderung lebih bersih dan konsentrasinya lebih pekat serta volumenya lebih banyak dibandingkan urin sewaktu. Pemeriksaan kadar Arsenik (As) dalam urin seringkali digunakan sebagai penanda biomarker pajanan dikarenakan urin adalah rute utama dalam sistem ekskresi Arsenik (As) (Hall *et.al.*, 2006). Deteksi Arsenik (As) dalam urin lebih sensitif karena waktu paruh Arsenik (As) dalam urin lebih lama, yaitu hingga beberapa hari dibandingkan dalam darah yang hanya bertahan selama beberapa jam. Arsenik (As) sebagian besar diekskresikan melalui ginjal. Ekskresi Arsenik (As) melalui urin dianggap sebagai penanda biologis yang efektif untuk menunjukkan paparan Arsenik (As) secara akut maupun kronis. Kadar Arsenik (As) dalam urin merefleksikan paparan terkini dan memiliki korelasi kuat dengan asupan Arsenik (As) yang berasal dari air minum, makanan, serta faktor lingkungan (Pellizzari & Clayton, 2006).

Sebelum sampel dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), sampel terlebih dahulu didestruksi. Tujuan dilakukannya destruksi adalah untuk memutus ikatan antar senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis, dimana unsur-unsur organik akan dipecah menjadi unsur logam anorganik. Destruksi basah dilakukan dengan cara menambahkan asam kuat, salah satunya adalah HNO_3 p.a. Asam ini berperan sebagai pengoksidasi karena merupakan pelarut logam yang kuat dan sering digunakan untuk analisis logam (Rusnawati dkk, 2018). Setelah penambahan asam, campuran kemudian dipanaskan diatas hotplate yang bertujuan untuk mempercepat reaksi destruksi, menguraikan sisa bahan organik yang belum hancur sempurna selama tahap awal destruksi, dan menghilangkan gas atau senyawa pengganggu yang terbentuk saat proses destruksi (misalnya NO_2 , Cl_2). Proses pemanasan dilakukan sampai warna sampel berubah menjadi bening kekuningan hingga jernih, yang dimana menandakan bahan organik telah terurai. Setelah itu campuran didinginkan dan disaring, hasil saringan dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquademineralisasi sampai tanda tera dan dihomogenkan. Kemudian sampel hasil destruksi dimasukan ke dalam botol kaca berwarna gelap, yang dimana fungsi botol gelap adalah untuk menghindari paparan langsung sinar matahari ke sampel yang memungkinkan bisa terjadi

degradasi sampel akibat dari paparan sinar matahari. Sampel hasil destruksi di analisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Berdasarkan Tabel 1 distribusi responden berdasarkan umur dapat diketahui bahwa kategori umur 25-36 tahun di peroleh 8 responden (54%), responden dengan kategori umur 37-47 tahun diperoleh 5 responden (33%), dan responden dengan kategori umur 48-58 tahun diperoleh 2 responden (13%). Hal ini menunjukkan bahwa pajanan Arsenik (As) dapat terjadi pada semua kelompok usia. Menurut Ardillah (2016), usia muda cenderung lebih peka terhadap paparan logam berat hal ini berhubungan dengan perkembangan organ dan fungsinya yang belum sempurna. Sedangkan pada usia tua kepekaannya lebih tinggi dari usia muda karena aktivitas enzim biotransformasi berkurang dengan bertambahnya usia dan juga daya tahan organ tentu akan berkurang terhadap efek logam berat. Semakin tua umur seseorang, maka semakin tinggi pula konsentrasi logam berat yang terakumulasi dalam tubuh. Selain itu, menurut ATSDR (2007), usia merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kadar Arsenik (As) dalam urin, dimana anak-anak dan lansia cenderung memiliki perbedaan dalam kemampuan metabolisme dan ekskresi Arsenik (As) dibandingkan orang dewasa. Perbedaan ini berkaitan dengan perkembangan fisiologis organ ekskresi serta tingkat paparan yang berbeda pada setiap kelompok usia.

Berdasarkan Tabel 2 distribusi frekuensi berdasarkan lama kerja dengan kategori lama kerja 4-9 tahun diperoleh 10 responden (67%), kategori 10-15 tahun diperoleh 4 responden (27%), dan kategori lama kerja 16-20 tahun diperoleh 1 responden (6%). Pada tabel menunjukkan bahwa responden dengan lama kerja 4-9 tahun lebih besar dibandingkan dengan kategori lainnya. Secara umum, usia produktif di Indonesia mengacu pada rentang usia 15-64 tahun, namun dalam konteks pekerja teknis seperti bengkel las, usia produktif yang ideal biasanya adalah 18 hingga 55 tahun, dengan fokus utama pada usia 20-45 tahun sebagai masa kerja paling optimal secara fisik dan mental (Kemenakertrans RI, 2003).

Berdasarkan Tabel 3 distribusi frekuensi berdasarkan jam kerja, diketahui bahwa semua responden memiliki jam kerja >5 jam (100%). Dari hasil yang didapatkan bahwa semua responden bekerja dengan jam kerja diatas 5 jam. Hal ini sejalan dengan penelitian Qomariyah (2022), bahwa ada pengaruh jam kerja pada kadar Arsenik (As). Lama kerja dapat berpengaruh terhadap banyaknya zat toksikan yang terabsorpsi dan terakumulasi dalam tubuh sedangkan lama kerja atau masa kerja juga dapat mempengaruhi kadar toksisitas pada pekerja (Fikri *et al.*, 2012). Lama kerja memungkinkan akumulasi Arsenik (As) dalam urin juga meningkat, yang disebabkan karena telah lama terpapar udara yang terkontaminasi Arsenik (As) akibat asap pengelasan. Hal ini sejalan dengan penelitian Khoiriyah (2012) yang mengatakan bahwa ada hubungan bermakna antara lama kerja per hari ($p=0,019$) dengan kadar Arsenik (As) dalam urin petani.

Berdasarkan Tabel 4 distribusi frekuensi berdasarkan kebiasaan merokok dimana berdasarkan kategori perokok, didapatkan bahwa semua responden (100%) adalah perokok aktif. Kebiasaan merokok secara signifikan mempengaruhi tingkat Arsenik (As), terutama dalam kaitannya dengan durasi merokok

dan jumlah rokok yang dihisap setiap hari (Yuksel *et.al.*, 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Maksuk (2012) yang mengemukakan bahwa logam Arsenik (As) yang terkandung dalam bahan kimia pada rokok memberikan perbedaan hasil yang bermakna terhadap rata-rata kadar Arsenik (As) dalam urin. Meskipun kadar Arsenik (As) dalam urin masih berada dalam batas toleransi, namun dalam paparan jangka panjang dapat terakumulasi dalam tubuh perokok sehingga dapat memicu terjadinya gangguan kesehatan.

Berdasarkan Tabel 5 distribusi frekuensi berdasarkan penggunaan APD dengan kategori tidak menggunakan APD adalah 15 responden (100%). Dari hasil yang didapatkan dapat dilihat bahwa semua responden tidak menggunakan APD saat bekerja. Berdasarkan hasil penelitian Qomariyah (2022), kadar Arsenik (As) tertinggi ditemukan pada responden yang tidak menggunakan APD saat bekerja dibandingkan dengan responden yang menggunakan APD. Sedangkan menurut hasil penelitian Nurjazuli (2012), Kebiasaan menggunakan APD saat bekerja tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar Arsenik (As). APD berfungsi untuk melindungi pekerja dari bahaya kecelakaan kerja dan PAK seperti penggunaan masker yang bertujuan untuk melindungi pekerja dari kontaminan yang ada di lingkungan dengan cara mengurangi absorpsi logam berat yang terhirup (Ardillah, 2016).

Hasil analisis urin pekerja bengkel las didapatkan bahwa kadar Arsenik (As) paling tinggi yaitu pada sampel dengan kode L sebanyak 0,42609 $\mu\text{g/L}$ dengan usia 58 tahun, lama kerja 8 tahun dengan jam kerja sehari-hari adalah 10 jam. Sedangkan kadar Arsenik (As) paling rendah yaitu pada sampel dengan kode H sebanyak 0,21957 $\mu\text{g/L}$ dengan berusia 25 tahun, lama kerja selama 4 tahun dengan jam kerja sehari-hari adalah 7 jam. Hasil analisa kadar Arsenik (As) jika dikaitkan dengan NAB (Nilai Ambang Batas) yang dikeluarkan oleh *American Conference of Governmental Industrial* masih dibawah NAB yang ditetapkan yaitu $>35 \mu\text{g/L}$ dalam urin. Adapun dari hasil analisa kadar Arsenik (As) menunjukkan bahwa ada pengaruh dari lama kerja, jam kerja, umur dan kebiasaan merokok terhadap kadar Arsenik (As) dalam tubuh.

Jalur pajanan Arsenik (As) ke dalam tubuh umumnya masuk melalui sistem respirasi, pencernaan dan kulit. Dalam tubuh manusia, As diabsorpsi tersimpan 90% dalam organ hepar, renal, otot, tulang, kulit dan rambut (Rahayu & Solihat, 2018). Menurut Sibbald dan Sellence (2003), sumber paparan logam Arsenik (As) pada tubuh manusia tidak hanya dari industri peleburan logam saja, tetapi melalui pestisida yang digunakan dalam pertanian, air minum, dan juga bahan makanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan analisis kadar Arsenik (As) dalam urin 15 pekerja bengkel las mempunyai nilai rata-rata 0,249856 $\mu\text{g/L}$ dengan nilai terendah yaitu 0,21957 $\mu\text{g/L}$ dan tertinggi yaitu 0,42609 $\mu\text{g/L}$. Hasil yang didapatkan tidak ditemukan kadar Arsenik (As) yang melebihi NAB dalam urin yang ditetapkan ($>35 \mu\text{g/L}$).

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. *Toxicological Profile for Arsenic*. U.S. Department of Health and Human Service
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2014. *Arsenic (As) and Inorganic Arsenic Compounds*. U.S. Department of Health and Human Service
- Aminian, A., Hashjin, M. S., Samadikuchaksaraei, A., Bakhshi, F., Gorjipour, F., Farzdi, A., Mortarzadeh, F., Schmiicker, M., 2011. *Synthesis Of Silicon Substituted Hydroxyapatite By A Hydrothermal Method with Two Different Phosphorous Sources*. *Ceramic International* 37. 1219–1229
- Ardillah, Yustini. (2016). *Faktor Risiko Kandungan Timbal Di Dalam Darah*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya, Palembang
- Curvale, R., Debattista, N. B., Pappano, N., B., Curvale, D., A. 2015. *Spectrophotometric study of the interaction between arsenic and bovine serum albumin*. Article
- Fikri, E., Setiani, O., Kariadi Semarang dr Onny Setiani, R., 2012.. *Hubungan Paparan Pestisida Dengan Kandungan Arsen (As) Dalam Urin dan Kejadian Anemia (Studi : Pada Petani Penyemprot Pestisida di Kabupaten Brebes)* . Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang
- Hall, M., Chen, Y., Ahsan, H., Slavkovich, V., Van Geen, A., Parvez, F., & Graziano, J., 2006. Blood Arsenic as a Biomarker of Arsenic Exposure: Result from a Prospective Study. *Toxicology*, 225(2-3), 225-233
- Harningsih, T., & Wimpy, W., 2018. Uji Aktivitas Antioksidan Kombinasi Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura* Linn) dan Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn) Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrilhidrazyl). *Biomedika*, 11(2), 70-75
- Hidayati, E., N., 2014. Perbandingan Metode Destruksi Pada Analisis Pb dalam Rambut dengan AAS. *Jurnal Analisis Kesehatan*, 6(1), 25-28
- Husaini, Setyaningrum, R., Saputra, M., 2017. Faktor Penyebab Penyakit Akibat Kerja Pada Pekerja Las. *Jurnal MKMI*, 13(1)
- International Labor Organization (ILO), 2018. Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Pekerja Muda. Kantor Perburuhan Internasional , CH- 1211 Geneva 22, Switzerland
- Kawatu, P., A., T., 2009. Analisis Kadar Timbal Darah dan Penyakit Hipertensi Pada Petugas Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum di Kota Manado. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2(5), 22-29
- Kemenakertrans RI, 2003. Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan
- Khoiriyah, I., 2012. *Kadar Arsen dalam Urin sebagai Indikator Paparan Akut terhadap Pestisida Pada Petani Sayur di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang*. Thesis. Universitas Diponegoro
- Maksuk, M., 2012. Kadar Arsenik dalam Air Sungai, Sedimen, Air Sumur dan Urin Pada Komunitas di Daerah Aliran Sungai Musi Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Kesehatan Poltekes Palembang*, 1(10), 117-125
- National Research Council (1999). *Arsenic in Drinking Water*. Washington (DC): National Academies Press (US)

- Nurjazuli. 2012. *Profil Kadar Arsen Urin Sebagai Dampak Paparan Pestisida Pada Petani Sayur di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang Tahun 2011*. LPPM UNSIL.
- Nurlina, 2008. *Faktor-faktor Risiko Kejadian Batu Saluran Kemih pada Laki-laki (Studi Kasus di RS Dr. Kariadi, RS Roemani dan RSI Sultan Agung Semarang*. Artikel.
- Pellizari, E., & Clayton C., 2006. Assessing the Measurement Precision of Various Arsenic Forms and Arsenic Exposure in the National Human Exposure Assessment Survey (NHEXAS). *Environmental Health Perspectives*, 114(2), 220-227
- Qomariyah, A., 2022. *Analisis Kadar Timbal Dan Arsen Dalam Darah Dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom*. *IProsiding Sains Nasional dan Teknologi* 12 (1)
- Rahayu, M., & Solihat, M., F., 2018. *Toksikologi Klinik*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI
- Siswanto, R., 2018. *Buku Ajar Teknologi Pengelasan*. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat
- Susianti, H., 2019. *Memahami Interpretasi Pemeriksaan Laboratorium Penyakit Ginjal Kronis*. Malang: Universitas Brawijaya Press
- Wu, X., Liu, X., Li, Y., Zhong, Z., Wu, Z., Lin, K., Liu, Z., 2022. Comparative pharmacokinetics and urinary excretion of arsenic and mercury after oral administration of realgar, cinnabar and AnGongNiuHuang Pill to rats. *Journal Pharmacology* vol. 13.
- Yuksel, A., Sen, N., Turksoy, V. A., Tutkun, E., & Soylemezoglu, T., 2017. Study on the Effect of Exposure Time and Smoking Habit on Arsenic Levels in Biological Samples of Metal Workers in Comparison with Controls. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 22(22).