

ANALISIS RISIKO PAPARAN BENZENA TERHADAP KESEHATAN PEKERJA DI INDUSTRI KIMIA : LITERATURE REVIEW

Kana Larasati¹, Suherman Jaksa², Andriyani³

¹²³Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Cireundeu, Kec. Ciputat Tim., Kota Tangerang Selatan, Banten 15419

E-mail: larasatiikanaa19@gmail.com, suherman@umj.ic.id

Abstract

Benzene is often used in industrial sectors such as the rubber industry, chemical factories, oil to shoe factories and printing places. The chemicals used often do not pay attention to the health impacts on workers which can increase the incidence of Occupational Diseases in the future. Populations that are vulnerable to benzene exposure in the workplace are workers who work in an environment where there is benzene exposure. This study aims to analyze the Risk of Benzene Exposure to Worker Health in the Chemical Industry. This research method is a literature review to collect and evaluate research related to a particular topic focus, the database used in searching for this article is Google Scholar, using the keyword "Benzene". Results: The results of the literature review indicate that benzene exposure in the workplace is still a serious threat to worker health, especially in the chemical, oil and gas, shoe manufacturing, and laboratory industries. Benzene, as part of the aromatic compound BTX (benzene, toluene, xylene), has high toxic potential both in the short term (acute) and long term (chronic). Conclusion: Based on the results of a literature review of 10 relevant studies, it can be concluded that benzene exposure in the chemical industry and similar work environments is still a serious issue that has a direct impact on workers' health.

Keywords : Benzene, Workers, Industry

Abstrak

Benzena sering digunakan di sektor industri seperti industri karet, pabrik kimia, minyak hingga pabrik sepatu dan tempat percetakan. Bahan-bahan kimia yang digunakan seringkali tidak memperhatikan dampak kesehatan pada pekerja yang dapat meningkatkan kejadian Penyakit Akibat Kerja di masa depan. Populasi yang rentan akan paparan benzena di tempat kerja adalah pekerja yang bekerja di lingkungan yang ada paparan benzena. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Risiko Paparan Benzena terhadap Kesehatan Pekerja di Industri Kimia. Metode penelitian ini adalah *literature review* untuk

Article history

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagiarism checker no 234

Prefix doi :

[10.8734/Nutricia.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Nutricia.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

mengumpulkan serta mengevaluasi penelitian yang terkait pada fokus topik tertentu database yang digunakan dalam pencarian artikel ini adalah Google Scholar, dengan menggunakan kata kunci “Benzena”. Hasil : Hasil dari tinjauan literatur menunjukkan bahwa paparan benzena di tempat kerja masih menjadi ancaman serius terhadap kesehatan pekerja, terutama di industri kimia, migas, manufaktur sepatu, dan laboratorium. Benzena, sebagai bagian dari senyawa aromatik BTX (benzene, toluene, xylene), memiliki potensi toksik yang tinggi baik dalam jangka pendek (akut) maupun jangka panjang (kronis). Kesimpulan : Berdasarkan hasil tinjauan literatur terhadap 10 penelitian yang relevan, dapat disimpulkan bahwa paparan benzena di lingkungan kerja industri kimia dan sejenisnya masih merupakan isu serius yang berdampak langsung terhadap kesehatan pekerja.

Kata Kunci : Benzena, Pekerja, Industri

PENDAHULUAN

Benzena adalah senyawa paling stabil dengan ukuran yang terkecil dan senyawa aromatik. Sumber-sumber *benzena* di percetakan bisa berasal dari tabung tinta, silinder pada alat pencetak yang tidak tertutup, jaringan kertas, tempat keluarnya kertas, tumpahan tinta, serta corong tempat mengisikan tinta. Selain dari uap benzena yang keluar dari mesin percetakan, pekerja juga dapat terpapar benzena dari kegiatan yang mereka lakukan seperti saat menuangkan cairan pelarut untuk membersihkan silinder atau tempat tinta (Wadden, 2001).

Pajanan benzena dalam jumlah besar dapat menyebabkan kematian, sedangkan pajanan tingkat rendah dapat menyebabkan mual, debar jantung cepat, sakit kepala, tremor, kebingungan, dan tidak fokus. Mengonsumsi makanan yang mengandung benzena dengan kadar tinggi dapat menyebabkan muntah, iritasi terhadap lambung, pusing, kejang, hingga kematian. Efek pajanan kronis benzena terhadap kesehatan terutama adalah terhadap darah. Benzena merusak sumsum tulang sehingga menyebabkan penurunan jumlah sel darah merah sehingga berakibat anemia. Benzena juga dapat menyebabkan pendarahan, dan penurunan sistem kekebalan tubuh, sehingga meningkatkan kemungkinan terkena penyakit infeksi. Benzena juga dapat menyebabkan leukimia, dan penyakit lain yang berkaitan dengan kanker darah (Siregar, 2019).

Benzena sering digunakan di sektor industri seperti industri karet, pabrik kimia, minyak hingga pabrik sepatu dan tempat percetakan. Bahan-bahan kimia yang digunakan seringkali tidak memperhatikan dampak kesehatan pada pekerja yang dapat meningkatkan kejadian Penyakit Akibat Kerja di masa depan. Populasi yang rentan akan paparan benzena di tempat

kerja adalah pekerja yang bekerja di lingkungan yang ada paparan benzena.

METODE

Penelitian ini merupakan *literature review*. Pengertian *Systematic Literature Review* merupakan istilah yang digunakan untuk merujuk pada metodologi penelitian atau riset tertentu dan pengembangan yang dilakukan untuk mengumpulkan serta mengevaluasi penelitian yang terkait pada fokus topik tertentu database yang digunakan dalam pencarian artikel ini adalah Google Scholar, dengan menggunakan kata kunci “Benzena“. Tulisan yang dicari dan digunakan dalam penulisan ini adalah tulisan yang diterbitkan mulai dari Tahun 2014 sampai Tahun 2024 dari berbagai sumber jurnal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Table 1. Variable dan Hasil Pembahasan

No	Penulis	Judul	Hasil
1.	Muhammad Reyhan Ahadin Pratama, Mila Tejamaya (2024)	Kajian Risiko Kesehatan Pajanan Kimia <i>Benzene, Toluene, dan Xylene</i> pada Pekerja Laboratorium <i>Lubricant</i> PT X	<ul style="list-style-type: none">• Pekerja laboratorium <i>lubricant</i> PT X teridentifikasi berisiko terpajan oleh bahaya kimia BTX.• Hasil kajian risiko kesehatan pajanan benzena pada rute inhalasi menunjukkan bahwa pekerja laboratorium <i>lubricant</i> PT X memiliki risiko tinggi.• Berdasarkan hasil penelitian, dibutuhkan langkah pengendalian yang tepat, seperti penyediaan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai kebutuhan, pemeliharaan sistem ventilasi, serta pemantauan pajanan benzena, toluena, dan xilena (BTX) pada pekerjaan rutin dan non-rutin.
2.	Putri Noer Haliza, Mila Tejamaya (2024)	Kajian Risiko Kesehatan Terkait Benzene, Toluene dan Xylene pada Pekerja Kilang Minyak PT. X	Benzene memiliki nilai HR = 5, yang menunjukkan benzene sangat berbahaya untuk kesehatan. Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 50 Tahun 2018, NAB dari pajanan benzene adalah 0,5 ppm (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI, 2018). Tingkat risiko dari benzene dapat menjadi tinggi karena tingkat HR benzene sudah mencapai tingkat tertinggi yaitu 5 (Wang, Song, Sun, Lin, SUN, et al.,

2021).

3.	Nanang Rahmadani, Muhammad Syafri (2024)	Hubungan antara Paparan Kimia Berbahaya di Lingkungan Kerja dan Risiko Kesehatan Pada Pekerja Industri	<ul style="list-style-type: none">• Paparan Bahan Kimia, Jenis Bahan Kimia: Pekerja di industri yang diteliti terpapar berbagai bahan kimia berbahaya, termasuk pelarut organik (seperti toluen dan benzena), logam berat (seperti timbal dan merkuri), dan bahan kimia industri lainnya (seperti formaldehida).• Dampak Kesehatan, Gangguan Kesehatan Akut: Pekerja melaporkan gejala akut seperti iritasi kulit (40%), gangguan pernapasan (30%), dan sakit kepala (25%).• Faktor Risiko, Durasi dan Intensitas Paparan: Pekerja yang terpapar bahan kimia berbahaya selama lebih dari 8 jam per hari dan dalam jangka waktu lebih dari 5 tahun menunjukkan risiko kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja yang terpapar dalam jangka waktu lebih singkat.• Kepatuhan dan Praktik Keselamatan, Kepatuhan Terhadap Regulasi: Hasil audit menunjukkan bahwa hanya sekitar 60% dari perusahaan yang mematuhi regulasi keselamatan kerja terkait bahan kimia berbahaya.
4.	Annisa Siregar, Isnani Mutiara (2024)	Febriana Anggi Parinduri, Nauli Literature Review : Hubungan Paparan Benzena, Masa Kerja dengan Kadar <i>Trans Trans Muconic Acid</i> pada Pekerja	Terdapat hubungan antara kadar benzena di udara dengan kadar ttMA dalam urin, di mana semakin tinggi paparan benzena, semakin tinggi kadar ttMA yang terdeteksi dan tidak ditemukan hubungan signifikan antara masa kerja dan kadar ttMA dalam urin, karena faktor lain seperti durasi kerja harian yang memengaruhi tingkat paparan benzena. Pekerja dengan jam kerja lebih panjang cenderung memiliki kadar ttMA lebih tinggi.
5.	ALVIANTO WITJAKSONO (2022)	ARDHI Faktor Risiko Gangguan Kesehatan Akibat Paparan Benzena Pada Pekerja Home	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 27 pekerja (90%) memiliki nilai RQ > 1 untuk efek paparan realtime dan sebanyak 28 pekerja (93,33%) memiliki RQ > 1 untuk efek

		Industry Sepatu di Kota Semarang	paparan lifetime. Selain itu didapatkan hasil bahwa semua pekerja disana memiliki risiko kanker untuk paparan lifetime sebanyak 21 pekerja (70%) dan realtime sebanyak 13 pekerja (43,33%) karena nilai ECR<10-4. Berdasarkan perhitungan dari RQ dan ECR dinyatakan bahwa pekerja Home Industry Sepatu di Kota Semarang tidak aman karena terbukti berisiko kanker dan non kanker meskipun berdasarkan hasil uji chi-square menunjukkan bahwa tidak ada hubungan lama masa kerja, frekuensi paparan, dan durasi paparan dengan gangguan kesehatan
6.	Ayu Prima Kartika, Vivi Budiarti, Achmat Kuncoro, Charles Kimura, Abdul Rohim Tualeka (2020)	Konsentrasi Aman Paparan Benzena Berdasarkan Dosis Manusia Aman bagi Pekerja di Industri Pembuatan Cat Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia	<ul style="list-style-type: none">• Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, konsentrasi benzena di lingkungan kerja Industri Cat Sidoarjo pada bagian pencampuran pelarut sebesar 2 ppm dan pada bagian pengemasan sebesar 0,4 ppm, konsentrasi aman sebesar 0,028 ppm. Kesimpulan: Konsentrasi aman paparan benzena yang dianjurkan adalah 0,028 ppm. Nilai konsentrasi aman tersebut melebihi nilai yang ditetapkan yaitu 0,009 ppm per hari untuk efek akut dan 0,003 ppm per hari untuk efek kronis, sehingga diperlukan tindakan pengendalian untuk melindungi terhadap dampak buruk benzena terhadap kesehatan pekerja.• Rekomendasi pengendalian adalah menyediakan sistem ventilasi pembuangan yang baik di pabrik cat.
7.	Ryan Rachmawan, Mila Tejamaya (2021)	Implementasi Penilaian Risiko Kesehatan Akibat Paparan Bahan Kimia Btx di Laboratorium Pengujian Migas Pt.Sci	<ul style="list-style-type: none">• Berdasarkan metode kualitatif, nilai tingkat risiko paparan melalui inhalasi untuk <i>benzene</i> memiliki risiko tinggi sedangkan <i>toluene</i> dan <i>xylene</i> memiliki risiko moderat terhadap pekerja di laboratorium pengujian migas PT SCI.• Berdasarkan metode kuantitatif, nilai tingkat risiko paparan melalui inhalasi untuk <i>benzene</i> memiliki risiko moderat sedangkan <i>toluene</i> dan <i>xylene</i>

			memiliki risiko rendah terhadap pekerja di laboratorium pengujian migas PT SCI.
8.	Dwito Indrawan , dan Katharina Oginawati (2014)	Analisis Paparan Btx Terhadap Pekerja di Pt. Pertamina Ru Iv Cilacap	Konsentrasi BTX di lingkungan kerja bervariasi. Senyawa dengan konsentrasi tertinggi diantara BTX adalah <i>benzene</i> . Pada Unit KPC, <i>intake benzene</i> yang tertinggi adalah 0,1515 ppm, pada Laboratorium 0,2850 ppm, dan pada bagian Administrasi adalah 0,0230 ppm. Nilai CDI tertinggi ditemukan pada pekerja di bagian Laboratorium dengan nilai sebesar 0,0187 mg/kg.hari. Terdapat korelasi antara CDI dengan konsenrasi fenol pada pekerja. Sebanyak 15 pekerja memiliki HI > 1, yang berarti bahwa paparan dosis <i>benzene</i> terhadap pekerja memiliki potensi untuk membahayakan kesehatan pekerja.
9.	Adji Swandito (2018)	Analisis Risiko Pajanan Benzena Terhadap Kesehatan Pekerja Bahan Kimia Di Perusahaan Minyak Dan Gas Bumi PT. A	<ul style="list-style-type: none">• Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa besarnya asupan/intake Benzena non karsinogenik melalui inhalasi pada populasi pekerja bahan kimia di PT. A pada durasi pajanan realtime, 3 tahun, dan lifetime berturut-turut sebesar $9,35 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari; $1,5 \times 10^{-3}$; dan $1,5 \times 10^{-2}$ mg/kg/hari.• Sedangkan asupan Benzena karsinogenik berturut-turut sebesar $4,01 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari; $6,46 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari; dan 6.46×10^{-3} mg/kg/hari. Hasil estimasi resiko lebih lanjut berdasarkan nilai asupan Benzena diatas mendapatkan kesimpulan bahwa pajanan Benzena lifetime sangat berisiko pada populasi pekerja bahan kimia di PT. A
10.	Welldelin Yufuria Christiansi, Soedjajadi Keman (2022)	<i>Literature Review:</i> Hubungan Pajanan Benzena, Usia, dan Masa Kerjadengan Kadar Trans, Trans - Muconic Acid(ttMA) Urin pada Pekerja Terpapar Benzena	<ul style="list-style-type: none">• Hasil dari literature review menunjukkan bahwa hampir seluruh penelitian (75%) yang dirangkum menyatakan adanya hubungan antara pajananbenzena dengan kadar ttMA urin. Sedangkan variabel seperti usiadan masa kerja mayoritas (>50%) tidak berhubungan dengan kadarttMA urin.• pajanan benzena berhubungan dengan kadar ttMA urin seseorang atau

pekerja yang bekerja dekat atau sering terpapar dengan benzena di lingkungan kerjanya. Sedangkan variabel lain seperti usiadan masa kerja tidak memiliki hubungan yang signifikan.

Hasil dari tinjauan literatur menunjukkan bahwa paparan benzena di tempat kerja masih menjadi ancaman serius terhadap kesehatan pekerja, terutama di industri kimia, migas, manufaktur sepatu, dan laboratorium. Benzena, sebagai bagian dari senyawa aromatik BTX (benzene, toluene, xylene), memiliki potensi toksik yang tinggi baik dalam jangka pendek (akut) maupun jangka panjang (kronis).

Beberapa penelitian (Pratama & Tejamaya, 2024; Haliza & Tejamaya, 2024) menunjukkan bahwa nilai Health Risk (HR) untuk benzena mencapai level tertinggi, yaitu 5, yang menandakan risiko kesehatan yang sangat berbahaya. Dalam kasus laboratorium lubricant dan kilang minyak, pekerja menunjukkan potensi tinggi terhadap risiko paparan inhalasi benzena. Hal ini menegaskan pentingnya tindakan pengendalian seperti penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), pemantauan berkala, serta sistem ventilasi yang memadai.

Penelitian oleh Rahmadani & Syafri (2024) menggarisbawahi bahwa risiko tidak hanya berasal dari bahan kimia itu sendiri, tetapi juga dipengaruhi oleh durasi dan intensitas paparan. Pekerja dengan jam kerja lebih dari 8 jam per hari selama lebih dari 5 tahun menunjukkan peningkatan risiko gangguan kesehatan. Meski begitu, kepatuhan terhadap regulasi keselamatan kerja masih belum maksimal, dengan hanya 60% perusahaan yang patuh.

Selain itu, studi oleh Siregar et al. (2024) dan Christiansi & Keman (2022) menunjukkan bahwa kadar biomarker trans-trans muconic acid (ttMA) dalam urin pekerja meningkat seiring dengan kadar benzena di udara. Namun, usia dan masa kerja tidak selalu berkorelasi dengan peningkatan kadar ttMA, yang mengindikasikan bahwa faktor operasional seperti jam kerja harian lebih mempengaruhi paparan.

Sementara itu, penelitian oleh Witjaksono (2022) di industri rumahan sepatu menunjukkan bahwa 90% pekerja memiliki nilai Risk Quotient (RQ) > 1, menandakan risiko kesehatan yang signifikan, termasuk risiko kanker ($ECR < 10^{-4}$). Kondisi ini diperparah dengan minimnya tindakan pengendalian di lingkungan kerja informal.

Studi oleh Kartika et al. (2020) berhasil menentukan bahwa konsentrasi aman paparan benzena di industri cat seharusnya tidak melebihi 0,028 ppm, sementara pengukuran aktual menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi. Ini menunjukkan bahwa batas paparan yang selama ini dianggap aman perlu dievaluasi ulang berdasarkan data lokal dan jenis aktivitas industri.

Penelitian oleh Rachmawan & Tejamaya (2021) serta Indrawan & Oginawati (2014)

menunjukkan perbedaan antara hasil penilaian risiko secara kualitatif dan kuantitatif, namun secara umum mengindikasikan bahwa paparan benzena pada pekerja laboratorium migas dan fasilitas industri lainnya tetap tinggi. Tingkat risiko berdasarkan Chronic Daily Intake (CDI) dan Hazard Index (HI) mengindikasikan ancaman nyata terhadap kesehatan pekerja.

Terakhir, Swandito (2018) mencatat bahwa asupan benzena baik dalam jangka pendek maupun panjang berada pada level yang berpotensi membahayakan, memperkuat temuan bahwa pekerja bahan kimia di industri minyak dan gas bumi berisiko tinggi terkena gangguan darah seperti anemia, leukimia, dan gangguan imunologis lainnya.

Secara keseluruhan, semua penelitian menyepakati bahwa paparan benzena di tempat kerja perlu mendapatkan perhatian serius dari sisi regulasi, manajemen risiko, dan perlindungan tenaga kerja. Diperlukan pemantauan rutin, kebijakan keselamatan kerja yang lebih ketat, serta intervensi teknis dan administratif untuk mengurangi paparan dan dampaknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan literatur terhadap 10 penelitian yang relevan, dapat disimpulkan bahwa paparan benzena di lingkungan kerja industri kimia dan sejenisnya masih merupakan isu serius yang berdampak langsung terhadap kesehatan pekerja. Benzena terbukti memiliki potensi toksik baik secara non-karsinogenik (seperti gangguan hematologis dan pernapasan) maupun karsinogenik (seperti leukemia dan kanker lainnya). Tingkat risiko paparan dipengaruhi oleh konsentrasi, durasi, dan frekuensi paparan, serta ketersediaan dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Selain itu, banyak tempat kerja yang belum sepenuhnya mematuhi standar keselamatan dan batas ambang paparan yang ditetapkan. Hal ini menempatkan pekerja pada risiko kesehatan jangka panjang, bahkan pada tingkat paparan yang berada di bawah ambang batas formal.

SARAN

- 1. Peningkatan Pengawasan dan Kepatuhan Regulasi**
Pemerintah dan pihak terkait perlu meningkatkan pengawasan terhadap implementasi regulasi keselamatan kerja, khususnya dalam pengendalian paparan bahan kimia berbahaya seperti benzena.
- 2. Evaluasi Batas Ambang Paparan Lokal**
Perlu dilakukan evaluasi ulang terhadap batas aman paparan benzena berdasarkan data lokal dan jenis industri, karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa nilai ambang saat ini mungkin belum cukup melindungi pekerja dari efek kronis.

3. **Peningkatan Kesadaran dan Pendidikan Pekerja**
Pekerja perlu diberikan pelatihan rutin mengenai bahaya bahan kimia, cara kerja yang aman, dan pentingnya penggunaan APD untuk meminimalkan risiko paparan.
4. **Pemantauan Berkala dan Pemeriksaan Kesehatan**
Pemeriksaan kesehatan rutin dan pemantauan kadar biomarker seperti ttMA dalam urin sangat penting untuk mendeteksi paparan dini dan mencegah kerusakan kesehatan jangka panjang.
5. **Penguatan Sistem Ventilasi dan Engineering Control**
Tempat kerja yang berisiko tinggi terhadap paparan benzena harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang efektif serta kontrol teknis lain seperti enclosure dan substitusi bahan kimia berbahaya.
6. **Studi Lanjutan dan Pengembangan Data Nasional**
Diperlukan studi lebih lanjut dan sistem data nasional tentang pajanan bahan kimia di tempat kerja guna merumuskan kebijakan berbasis bukti yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adolph, R. (2016). *IMPLEMENTASI PENILAIAN RISIKO KESEHATAN AKIBAT PAJANAN BAHAN KIMIA BTX DI LABORATORIUM PENGUJIAN MIGAS PT.SCI 1-23.*
- Christiansi, W. Y., & Keman, S. (2022). Benzene Literature Review: Relationship between Benzene Exposure, Age, and Working Period with Urine Trans, Trans-Muconic Acid (ttMA) Levels in Workers Exposed to Benzene. *Media Gizi Kesmas*, 11(02), 633-642. <https://orcid.org/0000-0001-5209-6049>
- Halizah, P. N., Kilang, P., Pt, M., Depok, K. U. I., & Depok, K. (2024). *Kajian Risiko Kesehatan Terkait Paparan Benzene , Toluene dan Xylene pada Pekerja Kilang Minyak PT . X Kajian Risiko Kesehatan Terkait Paparan Benzene , Toluene dan Xylene pada Health Risk Assessment related to Benzene , Toluene , and Xylene Exposure in Oil Refinery at Company X. 5.* <https://doi.org/10.59230/njohs.v5i1.1048>
- Indrawan, D., & Oginawati, K. (2014). Analisis Paparan Btx Terhadap Pekerja Di Pt. Pertamina Ru Iv Cilacap. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 20(2), 132-141. <https://doi.org/10.5614/jtl.2014.20.2.4>
- Journal, M., Kadar, D., Trans, T., Acid, M., & Pekerja, P. (2024). *Miracle journal. LITERATURE REVIEW : HUBUNGAN PAJANAN BENZENA, MASA KERJA DENGAN KADAR TRANS TRANS MUCONIC ACID PADA PEKERJA4(2)*, 154-162.
- Kartika, A. P., Budiarti, V., Kuncoro, A., Kimura, C., & Tualeka, A. R. (2020). Safe concentration of benzene exposure based on safe human dose of workers in the paint manufacturing industry sidoarjo, East Java, Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 14(2), 1202-1206. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v14i2.3069>
- Migas, P., & Sci, P. T. (2021). *Pajanan Bahan Kimia Btx Di Laboratorium. 5*, 604-610.
- Penerapan, D., & Fifo, M. (2023). HUBUNGAN ANTARA PAPARAN BAHAN KIMIA BERBAHAYA DI LINGKUNGAN KERJA DAN RISIKO KESEHATAN PADA PEKERJA INDUSTRI , 2 1,2. 14(November), 17-23.
- Reyhan, M., Pratama, A., Reyhan, M., Pratama, A., Tejamaya, M., Studi, P., Kerja, K., & Masyarakat, F. K. (2025). *Kajian Risiko Kesehatan Paparan Bahaya Kimia Benzene , Toluene , dan Xylene pada Pekerja Laboratorium Lubricant PT X Kajian Risiko Kesehatan Paparan Bahaya Kimia Benzene , Toluene , dan Xylene pada Pekerja Laboratorium Lubricant PT X Health Risk Assessment of Chemical Exposure to Benzene , Toluene , and Xylene Among Lubricant Laboratory Workers at PT X. 5.* <https://doi.org/10.59230/njohs.v5i2.1070>
- Swandito, A. (2018). Analisis Risiko Paparan Benzene Terhadap Kesehatan Pekerja Bahan Kimia Di Risk Assessment of Benzene Exposure to the Health of Chemical Workers at Oil and Gas Company PT . A . Pada penelitian yang dilakukan terhadap pekerja salah satu perusahaan minyak da. *Universitas Balikpapan*, 28-37.