

Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Bahan Kimia Berbahaya Pada Lingkungan Kerja Industri: *Literature Review*

Cynthia Winanda¹⁾, Anisah Fitri Rahmasari Harahap²⁾, Nadia Aulia Putri Nasution³⁾, Abdurrozzaq Hasibuan⁴⁾

^{1,2,3,4} Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Email: cynthiananda02@gmail.com¹, anisafitrihrp@gmail.com², nadianst754@gmail.com³, opick68@gmail.com⁴

Abstract: *Exposure to hazardous chemicals in industrial work environments remains a critical issue due to its potential to cause various health risks among workers. This study aims to analyze health risks resulting from exposure to hazardous chemicals in industrial workplaces. The method used was a descriptive literature review of 10 scientific articles published between 2021–2025 from Google Scholar, SINTA, and Portal Garuda databases. The results indicate that exposure to chemicals such as benzene, ammonia, hydrogen sulfide (H₂S), and BTX (Benzene, Toluene, Xylene) presents low to moderate risk levels but still impacts health, particularly with long-term exposure. The identified effects include respiratory disorders, nervous system disturbances, and reproductive health issues. It is concluded that even below threshold limit values, exposure still poses risks, thus comprehensive control measures are needed through OHS implementation, proper use of PPE, and improved supervision.*

Abstrak : *Paparan bahan kimia berbahaya di lingkungan kerja industri masih menjadi permasalahan karena berpotensi menimbulkan berbagai risiko kesehatan pada pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan akibat paparan bahan kimia berbahaya di lingkungan kerja industri. Metode yang digunakan adalah literature review dengan pendekatan deskriptif terhadap 10 artikel ilmiah yang diperoleh dari Google Scholar, SINTA, dan Portal Garuda pada tahun 2021–2025. Hasil menunjukkan bahwa paparan bahan kimia seperti benzena, amonia, hidrogen sulfida (H₂S), dan BTX (Benzena, Toluene, Xylene) memiliki tingkat risiko rendah hingga sedang, namun tetap berdampak terhadap kesehatan, terutama akibat paparan jangka panjang. Dampak yang ditemukan meliputi gangguan pernapasan, sistem saraf, dan kesehatan reproduksi. Disimpulkan bahwa meskipun berada di bawah nilai ambang batas, paparan tetap berisiko sehingga diperlukan pengendalian komprehensif melalui penerapan K3, penggunaan APD, dan peningkatan pengawasan.*

Keywords: *Chemical Exposure, Occupational Health Risk, Industrial Toxicology, Occupational Health And Safety (OHS), Industrial Work Environment*

PENDAHULUAN

Industrialisasi yang terus berkembang di Indonesia telah menempatkan keselamatan dan kesehatan kerja sebagai salah satu isu prioritas dalam bidang kesehatan masyarakat. Sektor industri, pertambangan, minyak dan gas, serta fasilitas kesehatan memiliki tingkat paparan bahan kimia berbahaya yang tinggi, yang dapat menyebabkan penyakit akibat kerja seperti gangguan pernapasan, sistem saraf, dan penyakit kronis lainnya yang berdampak pada produktivitas pekerja. Bahan kimia berbahaya dapat masuk ke tubuh melalui inhalasi, absorpsi dermal, dan ingesti, dengan tingkat risiko

yang dipengaruhi oleh sifat fisikokimia, konsentrasi, dan durasi paparan. Identifikasi risiko bahan kimia dan biologi berbahaya di laboratorium menunjukkan bahwa aktivitas yang melibatkan reagensia kimia berpotensi menimbulkan kontaminasi dan gangguan kesehatan apabila standar operasional prosedur tidak diterapkan secara konsisten (Atma et al., 2024).

Toksikologi industri merupakan disiplin ilmu yang berperan dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan risiko paparan zat toksik di lingkungan kerja. Agen yang sering ditemukan meliputi pelarut organik (benzena, toluena, xilena), gas beracun (amonia, hidrogen sulfida), logam berat, serta partikulat tersuspensi. Paparan jangka panjang terhadap bahan kimia tersebut dapat menimbulkan efek kronis seperti gangguan fungsi paru, stres oksidatif, gangguan sistem saraf, hingga risiko keganasan. Paparan bahan kimia dalam jangka panjang tetap berisiko terhadap kesehatan meskipun berada di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan (Amaliyah & Nasri, 2023).

Selain paparan bahan kimia, tingginya risiko kecelakaan kerja juga dipengaruhi oleh rendahnya kepatuhan terhadap prosedur keselamatan, lemahnya manajemen risiko, dan minimnya pengawasan. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mencatat puluhan kematian pekerja tambang setiap tahunnya akibat kecelakaan, di mana paparan gas beracun menjadi salah satu faktor penyebab utama. Faktor usia, pengalaman, lokasi kerja, dan bagian tubuh yang terpapar turut memengaruhi tingkat keparahan, sementara lemahnya penilaian risiko dan kepatuhan menjadi penyebab dominan (Tisna Wijaya & Ramdhan, 2022).

Meskipun banyak penelitian telah mengkaji dampak paparan bahan kimia di lingkungan kerja, sebagian besar masih berfokus pada satu jenis bahan atau sektor. Selain cairan dan gas, partikulat tersuspensi di udara (Total Suspended Particulate/TSP) juga menjadi perhatian penting dalam toksikologi industri, terutama di sektor manufaktur. Analisis risiko kesehatan lingkungan menunjukkan bahwa konsentrasi debu Total Suspended Particulate (TSP) di area produksi dapat melebihi batas aman bagi sebagian pekerja, dengan tingkat risiko yang dipengaruhi oleh berat badan sebagai indikator variabilitas biologis individu (Wijaya et al., 2024).

Meskipun upaya regulasi di Indonesia telah mengacu pada Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, implementasinya di lapangan masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk rendahnya kepatuhan penggunaan alat pelindung diri (APD), kurangnya pelatihan pekerja, serta minimnya pengawasan oleh tenaga ahli K3. Berbagai penelitian di Indonesia memperkuat gambaran ini dengan menunjukkan bahwa pekerja di berbagai sektor industri masih terpapar bahan kimia berbahaya dalam kadar yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan jangka panjang, termasuk risiko terhadap sistem pernapasan, sistem saraf, dan organ reproduksi (Rahmadani & Syafri, 2024).

METODE

Penelitian ini menggunakan desain literature review dengan pendekatan deskriptif naratif melalui penelusuran artikel ilmiah pada database Google Scholar, Portal Garuda, dan SINTA. Pencarian dilakukan menggunakan kata kunci terkait toksikologi industri, paparan bahan kimia berbahaya, analisis risiko kesehatan kerja, nilai ambang batas, serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Artikel yang dipilih merupakan publikasi tahun 2021–2025, berbahasa Indonesia atau Inggris, relevan dengan paparan bahan kimia di lingkungan kerja industri dan fasilitas kesehatan, serta tersedia dalam bentuk full text. Artikel yang tidak relevan dan tidak tersedia lengkap tidak disertakan. Sebanyak 10 artikel yang sesuai kemudian dianalisis dengan cara mengidentifikasi jenis bahan kimia, metode penilaian risiko, serta dampak kesehatan yang dilaporkan, dan disajikan secara deskriptif berdasarkan kesamaan temuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap 10 artikel yang telah direview, menunjukkan bahwa paparan bahan kimia berbahaya di lingkungan kerja industri masih menjadi masalah kesehatan kerja yang signifikan. Seperti benzena, amonia, hidrogen sulfida (H_2S), dan BTX (benzena, toluena, xilena) masih menjadi masalah kesehatan kerja yang signifikan. Meskipun sebagian besar kadar paparan berada di bawah Nilai Ambang Batas (NAB), risiko kesehatan tetap ada, terutama akibat paparan jangka panjang dan kumulatif.

Analisis data literatur review dapat dilihat pada di Tabel 1.

No	Judul Penelitian	Penulis	Hasil Penelitian
1	Hubungan Konsentrasi Benzena dengan Kadar Eritrosit Pada Pekerja Produksi AUP Surabaya	(Karisma Putri et al., 2022)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi benzena di udara berkisar antara 0,0414–0,9282 ppm dengan rata-rata 0,3365 ppm, masih di bawah Nilai Ambang Batas 0,5 ppm. Rata-rata kadar eritrosit pekerja sebesar $5,22 \times 10^6/\mu L$ juga berada dalam batas normal. Uji korelasi Pearson ($p = 0,816$) menunjukkan tidak terdapat hubungan signifikan antara konsentrasi benzena dan kadar eritrosit.
2	Analisis Risiko Paparan Zat Beracun di Lingkungan Kerja: Studi Kasus pada Industri Kimia	(Nurcantika et al., 2025)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja industri kimia memiliki risiko tinggi terpapar zat beracun seperti H_2S , benzena, dan amonia. Paparan H_2S dapat melebihi 4.000 ppm, sementara benzena mencapai sekitar 5 ppm dan melampaui nilai ambang batas. Paparan amonia, meskipun masih

			dalam batas aman, tetap berpotensi mengganggu saluran pernapasan. Pengendalian risiko dilakukan melalui metode ALOHA, FMEA, dan HAZOP serta penerapan hierarki pengendalian untuk meminimalkan dampak paparan.
3	Paparan Bahan Kimia Di Tempat Kerja Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Reproduksi	(Dealita Khairani Daulay & Dhea Amanda Putri, 2025)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan bahan kimia di tempat kerja berdampak pada kesehatan reproduksi pekerja. Pada perempuan dapat menyebabkan gangguan menstruasi, menopause dini, disfungsi ovarium, dan penurunan kesuburan, sedangkan pada laki-laki dapat menimbulkan oligozoospermia, asthenozoospermia, dan teratozoospermia. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan menganalisis 8 artikel jurnal relevan.
4	Kajian Penilaian Risiko Kesehatan terkait Paparan BTX Mengacu pada Metode SQRA di Laborode SQRA di Laboratorium Porium Pengujian Migas PT.X	(Rachmawan & Tejamaya, 2022)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat paparan benzena, toluena, dan xilena masih berada di bawah nilai ambang batas, namun analisis SQRA mengindikasikan benzena memiliki risiko sedang, sedangkan toluena dan xilena berisiko rendah. Sebanyak 25% pekerja mengalami gejala neurotoksik, sehingga meskipun paparan tergolong aman, tetap terdapat potensi risiko kesehatan terutama dari paparan jangka panjang benzena.
5	Analisis Risiko Paparan Amonia Terhadap Kesehatan Pekerja di Industri Kimia dan Pupuk	(Ujung et al., 2025)	Hasil kajian menunjukkan bahwa batas aman paparan amonia menurut Occupational Safety and Health Administration (OSHA) adalah 25 ppm untuk Time Weighted Average (TWA) dan 35 ppm untuk Short Term Exposure Limit (STEL). Paparan yang melebihi batas tersebut meningkatkan risiko efek akut seperti iritasi mata dan saluran pernapasan, serta efek kronis seperti bronkitis dan penurunan fungsi paru. Pengendalian dilakukan melalui penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), ventilasi yang baik, pelatihan pekerja, dan sistem deteksi dini.
6	Penilaian Risiko Kesehatan Kerja Akibat Paparan Bahan Kimia Pada Laboratorium PT.X	(Mulyadi & Tejamaya, 2024)	Hasil penelitian di Laboratorium PT X menunjukkan bahwa risiko paparan bahan kimia melalui inhalasi (nilai 12) dan dermal (nilai 2) sama-sama berada pada kategori sedang. Meskipun demikian, tetap diperlukan perbaikan pengendalian untuk meminimalkan potensi paparan terhadap pekerja.

7	Analisis Paparan Benzena Pada Pekerja Kilang Paraxylene Di Pt X Tahun 2022	(Simanjuntak & Tejamaya, 2022)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan benzena masih di bawah nilai ambang batas (NAB $\leq 0,5$ ppm), namun 43,75% pekerja memiliki kadar S-phenylmercapturic acid (SpMA) urin melebihi Biological Exposure Index (BEI). Tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar benzena dan SpMA ($p=0,533$), tetapi terdapat hubungan signifikan antara lama kerja dan kadar SpMA ($p=0,04$), yang menunjukkan risiko paparan jangka panjang tetap ada meskipun konsentrasi rendah.
8	Penyuluhan Risiko Bahan Kimia Laundry serta Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Industri Laundry	(Sari et al., 2023)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyuluhan pada pekerja laundry meningkatkan pengetahuan tentang risiko bahan kimia, pencegahan, dan penanganannya. Pekerja juga lebih memahami pentingnya penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk mengurangi risiko paparan.
9	Pengaruh Paparan Bahan Kimia Terhadap Kesehatan Reproduksi Pada Pekerja 2023 : Literature Review	(Hariani, 2023)	Berdasarkan literature review 10 artikel, seluruh penelitian menunjukkan adanya hubungan signifikan antara paparan bahan kimia dan gangguan kesehatan reproduksi pekerja, seperti penurunan kesuburan, kualitas sperma, gangguan hormonal, hingga infertilitas. Risiko dipengaruhi oleh lama dan frekuensi paparan, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), serta pengetahuan pekerja, sehingga diperlukan penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) untuk pencegahan.
10	Analisis Resiko Paparan Bahan Kimia Di Laboratorium Kimia Dasar Smk Farmasi Ikasari Pekanbaru Tahun 2020	(Zaini et al., 2021)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber daya manusia laboratorium belum memenuhi standar karena tidak adanya teknisi dan petugas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Identifikasi dan pengendalian risiko belum optimal, dengan risiko paparan bahan kimia (kulit, mata, inhalasi) berada pada kategori sedang. Meskipun sudah ada Standar Operasional Prosedur (SOP), masih belum sesuai standar, sehingga diperlukan peningkatan kinerja petugas dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk meminimalkan risiko.

Dampak kesehatan akibat paparan bahan kimia di lingkungan kerja sangat bervariasi tergantung pada jenis zat, dosis, frekuensi, serta durasi paparan. Efek yang ditimbulkan dapat dibedakan menjadi efek akut dan kronis. Efek akut umumnya berupa iritasi pada mata, kulit, dan saluran pernapasan, sakit

kepala, serta gangguan sistem saraf ringan (Shi et al., 2022). Sementara itu, efek kronis menjadi perhatian utama karena terjadi secara perlahan akibat paparan berulang dalam jangka panjang. Paparan kronis dapat menyebabkan stres oksidatif, peradangan, serta kerusakan organ seperti hati, ginjal, dan sistem hematopoietik (Ladeira, 2024).

Salah satu bahan kimia yang banyak diteliti dalam toksikologi industri adalah benzena, yang umum ditemukan pada industri bahan bakar, pelarut, dan proses kimia, serta memiliki risiko kesehatan paling tinggi dibandingkan bahan kimia lainnya. Paparan benzena, terutama melalui inhalasi, dapat dengan cepat masuk ke dalam aliran darah dan mempengaruhi sistem pembentukan sel darah (Rizal et al., 2025). Dalam jangka panjang, paparan ini dapat menyebabkan gangguan seperti anemia hingga potensi penyakit serius lainnya (Karisma Putri et al., 2022). Meskipun terdapat penelitian yang menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara konsentrasi benzena dengan kadar eritrosit pekerja, namun ditemukan bahwa lama paparan memiliki hubungan dengan peningkatan biomarker dalam tubuh. Hal ini mengindikasikan bahwa paparan jangka panjang tetap berisiko meskipun berada di bawah Nilai Ambang Batas (NAB) (Simanjuntak & Tejamaya, 2022).

Selain benzena, paparan amonia dan hidrogen sulfida (H_2S) juga menunjukkan potensi risiko kesehatan yang signifikan. Berdasarkan hasil beberapa studi, paparan amonia cenderung menimbulkan efek akut seperti iritasi saluran pernapasan dan gangguan fungsi paru (Ujung et al., 2025). Sementara itu, paparan H_2S dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan sistem saraf hingga kehilangan kesadaran. Perbedaan ini menunjukkan bahwa karakteristik risiko bahan kimia dipengaruhi oleh sifat toksisitasnya, apakah bersifat akut atau kronis. Salah satu bahan kimia yang banyak diteliti dalam konteks toksikologi industri adalah benzena, yang umum ditemukan pada industri bahan bakar, pelarut, dan proses kimia lainnya. Paparan benzena, terutama melalui inhalasi, dapat dengan cepat masuk ke dalam aliran darah dan mempengaruhi sistem pembentukan sel darah (Rizal et al., 2025).

Dalam analisis risiko kesehatan, hasil literature review ini menunjukkan bahwa keempat tahapan utama, yaitu identifikasi bahaya, penilaian dosis-respons, penilaian paparan, dan karakterisasi risiko, telah tergambar dalam berbagai penelitian. Pada tahap identifikasi bahaya, sebagian besar studi telah mengidentifikasi bahan kimia berbahaya seperti benzena dan BTX (benzena, toluena, xilena) sebagai agen toksik utama di lingkungan kerja. Pada tahap dosis-respons, ditemukan bahwa peningkatan durasi dan frekuensi paparan berhubungan dengan peningkatan risiko kesehatan, bahkan dalam kondisi paparan rendah (Shi et al., 2022).

Selanjutnya, pada tahap penilaian paparan, faktor lingkungan kerja seperti ventilasi, lama kerja, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) menjadi faktor penting dalam menentukan tingkat paparan. Berdasarkan hasil penelitian yang direview, pekerja dengan durasi kerja yang lebih lama memiliki risiko lebih tinggi terhadap akumulasi bahan kimia dalam tubuh. Selain itu, kurangnya penerapan sistem

keselamatan dan kesehatan kerja (K3), seperti tidak adanya petugas K3 atau lemahnya implementasi SOP, juga berkontribusi terhadap meningkatnya risiko paparan bahan kimia di tempat kerja (Zaini et al., 2021).

Pada tahap karakterisasi risiko, sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa tingkat risiko paparan bahan kimia berada pada kategori rendah hingga sedang. Namun demikian, kondisi ini tidak selalu menunjukkan bahwa lingkungan kerja tersebut aman. Hal ini karena paparan jangka panjang dan paparan kumulatif tetap dapat menimbulkan efek kesehatan meskipun berada di bawah nilai ambang batas. Temuan ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa meskipun tingkat risiko berada pada kategori sedang, tetap diperlukan upaya pengendalian untuk meminimalkan dampak kesehatan pekerja (Rachmawan & Tejamaya, 2022).

Selain faktor lingkungan kerja, faktor individu juga berperan penting dalam menentukan dampak kesehatan akibat paparan bahan kimia. Perbedaan usia, kondisi kesehatan, status gizi, serta kebiasaan kerja dapat mempengaruhi respons tubuh terhadap bahan kimia. Pekerja dengan kondisi kesehatan yang lebih rentan cenderung mengalami efek toksik lebih cepat dibandingkan pekerja yang sehat (Amaliyah & Nasri, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa analisis risiko kesehatan harus mempertimbangkan interaksi antara faktor lingkungan dan faktor individu.

Meskipun sebagian besar penelitian menunjukkan adanya hubungan antara paparan bahan kimia dengan risiko kesehatan, terdapat beberapa perbedaan hasil antar studi. Sebagai contoh, terdapat penelitian yang menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara konsentrasi benzena dengan kadar eritrosit, sementara penelitian lain menunjukkan adanya peningkatan biomarker paparan pada pekerja dengan durasi kerja yang lebih lama. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh variasi metode penelitian, durasi paparan, serta indikator kesehatan yang digunakan dalam masing-masing studi (Simanjuntak & Tejamaya, 2022).

Paparan bahan kimia pada pekerja industri melalui inhalasi dan dermal dapat menimbulkan risiko kesehatan. Inhalasi dapat menyebabkan gangguan pernapasan seperti batuk, sesak napas, dan penyakit paru, sedangkan dermal dapat menimbulkan iritasi, dermatitis, hingga luka bakar. Beberapa bahan kimia juga memiliki efek jangka panjang seperti karsinogenik, mutagenik, dan toksisitas organ (Astrada & Mulyono, 2021). Temuan tersebut didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa paparan debu sebagai bahan kimia partikulat berdampak signifikan terhadap kesehatan pernapasan. Partikel respirabel dapat mencapai alveolus, memicu inflamasi, dan menurunkan fungsi paru, serta berisiko berkembang menjadi penyakit kronis seperti Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) dan pneumokoniosis akibat paparan jangka panjang. (Susanto et al., 2024).

Kondisi lingkungan kerja dan penerapan pengendalian risiko sangat mempengaruhi tingkat bahaya. Lingkungan dengan ventilasi baik dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang optimal

memiliki risiko lebih rendah, sehingga pengendalian berperan penting dalam menekan dampak kesehatan.

Secara keseluruhan, paparan bahan kimia di lingkungan kerja industri bersifat kompleks dan multifaktorial, dipengaruhi oleh konsentrasi, durasi, efektivitas pengendalian, dan karakteristik individu. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian komprehensif yang tidak hanya berfokus pada nilai ambang batas, tetapi juga pada paparan jangka panjang, kepatuhan penggunaan APD, serta penguatan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa paparan bahan kimia di lingkungan kerja industri merupakan risiko kesehatan yang kompleks dan tidak dapat dievaluasi semata berdasarkan pemenuhan nilai ambang batas. Risiko tetap berpotensi terjadi akibat akumulasi paparan serta interaksi antara faktor lingkungan kerja dan karakteristik individu pekerja. Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa pengendalian risiko memerlukan pendekatan yang terintegrasi dan berkelanjutan melalui penguatan sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3), baik dari aspek teknis, perilaku, maupun manajerial, guna menjamin perlindungan kesehatan pekerja secara optimal dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, R. A., & Nasri, S. M. N. (2023). Penilaian Risiko Kesehatan Paparan Pelarut Organik Mek Dengan Metode Sqra Pada Pekerja Industri Alas Kaki Pt. X. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(2), 1723–1729. <https://doi.org/10.31004/jkt.v4i2.16010>
- Astrada, P. E., & Mulyono, M. T. (2021). Penilaian Risiko Kesehatan Dari Bahan Kimia Pada Pekerja Bagian Produksi Perisa Makanan Di Pt. X Jakarta Timur Tahun 2020. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 5(2), 47. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v5i2.4718>
- Atma, H. M., Sujoso, A. D. P., & Nugraha, A. S. (2024). Risk Identification of Hazardous Biological and Chemical Substances in Work Safety Efforts. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(2), 191–199. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.2.191-199>
- Dealita Khairani Daulay, & Dhea Amanda Putri. (2025). Paparan Bahan Kimia Di Tempat Kerja Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Reproduksi. *VitaMedica : Jurnal Rumpun Kesehatan Umum*, 2(4), 312–324. <https://doi.org/10.62027/vitamedica.v2i4.296>
- Hariani, Y. (2023). Pengaruh Paparan Bahan Kimia Terhadap Kesehatan Reproduksi Pada Pekerja 2023 : Literature Review. *Babul Ilmi Jurnal Ilmiah Multi Science Kesehatan*, 15(1). <https://doi.org/10.36729/bi.v15i1.1066>
- Karisma Putri, F. R., Tualeka, A. R., Jalaludin, J., & Ahsan, A. (2022). Hubungan Konsentrasi Benzena Dengan Kadar Eritosit Pada Pekerja Produksi AUP Surabaya. *Media Gizi Kesmas*, 11(1), 225–230. <https://doi.org/10.20473/mgk.v11i1.2022.225-230>

- Ladeira, C. (2024). Environmental and Occupational Exposure to Chemical Agents and Health Challenges I—What Message Can Bring to Regulatory Science? *Toxics*, 12(11), 778. <https://doi.org/10.3390/toxics12110778>
- Mulyadi, I., & Tejamaya, M. (2024). Penilaian Risiko Kesehatan Kerja Akibat Paparan Bahan Kimia Pada Laboratorium PT X. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 8(2), 72–82. <https://doi.org/10.32493/jitk.v8i2.27650>
- Nurcantika, A., Jaksa, S., & Lusida, N. (2025). Analisis Risiko Paparan Zat Beracun di Lingkungan Kerja: Studi Kasus pada Industri Kimia. *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 4(9), 2186–2194. <https://doi.org/10.56799/jim.v4i9.10945>
- Rachmawan, R., & Tejamaya, M. (2022). Kajian Penilaian Risiko Kesehatan Terkait Paparan BTX Mengacu Pada Metode SQRA di Laboratorium Pengujian Migas PT SCI. *National Journal of Occupational Health and Safety*, 2(2). <https://doi.org/10.59230/njohs.v2i2.5246>
- Rahmadani, N., & Syafri, M. (2024). Hubungan Antara Paparan Bahan Kimia Berbahaya Di Lingkungan Kerja Dan Risiko Kesehatan Pada Pekerja Industri. *Jurnal Mitrasedhat*, 14(2), 728–732. <https://doi.org/10.51171/jms.v14i2.482>
- Rizal, F., Nikma, N., Lewa, I. B. H., & Husen, A. (2025). Gambaran Kadar Sgot Pada Petugas Spbu Sebagai Indikator Dini Kerusakan Hati Akibat Paparan Benzena. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 6(4), 16352–16357. <https://doi.org/10.31004/jkt.v6i4.53295>
- Sari, I. P., Safitri, D. M., Septiani, W., & Su'udi, B. C. (2023). Penyuluhan Risiko Bahan Kimia Laundry serta Penerapan Keselamatan Kesehatan Kerja (K3) di Industri Laundry. *Abdimas Universal*, 5(2), 198–204. <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v5i2.306>
- Shi, B., Su, S., Wen, C., Wang, T., Xu, H., & Liu, M. (2022). The prediction of occupational health risks of benzene in the printing industry through multiple occupational health risk assessment models. *Frontiers in Public Health*, 10, 01–09. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1038608>
- Simanjuntak, E., & Tejamaya, M. (2022). Analisis Paparan Benzena Pada Pekerja Kilang Paraxylene Di Pt X Tahun 2022. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 1484–1491. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v6i2.5182>
- Susanto, A., Yudhiantara, M. R., Putro, E. K., Kara, P., Manuel, A. A., & Hidayah, N. (2024). Paparan Debu Dan Risiko Gangguan Fungsi Pernafasan Pada Pekerja Di Industri Pengolahan Bijih Mineral: Tinjauan Literatur Sistematis. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 9(1), 70–88. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v9i1.12557>
- Tisna Wijaya, M. Y., & Ramdhan, D. H. (2022). Studi Kasus Kecelakaan Kerja Akibat Gas Beracun Tambang Bawah Tanah: Literature Review. *PREPOTIF : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 1373–1378. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v6i2.4266>
- Ujung, C. A., Jaksa, S., & Lusida, N. (2025). Analisis Risiko Paparan Amonia Terhadap Kesehatan Pekerja di Industri Kimia dan Pupuk. *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 4(9), 2179–2185. <https://doi.org/10.56799/jim.v4i9.10941>
- Wijaya, D. S., Sunarto, S., & Rachmawati, S. (2024). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dengan Total Suspended Particulate Sebagai Risk Agent di Area Produksi Industri Manufaktur (Studi Kasus PT X Sukoharjo Jawa Tengah). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 678–686. <https://doi.org/10.14710/jil.22.3.678-686>

Zaini, K., Antonius, A. M., & Candra, L. (2021). Analisis Resiko Paparan Bahan Kimia Di Laboratorium Kimia Dasar Smk Farmasi Ikasari Pekanbaru Tahun 2020. *Media Kesmas (Public Health Media)*, 1(3), 1043–1054. <https://doi.org/10.25311/kesmas.Vol1.Iss3.197>