



Analisis Kesehatan Lingkungan Sektor Informal pada Industri Tahu Kedelai XYZ Kota Tasikmalaya

Bella Kusuma Dewi^{1*}, Andik Setiyono²

^{1, 2*}Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya, Indonesia

Email: ^{1*}bellakusumadewi@unsil.ac.id, ²andiksetiyono@unsil.ac.id

Abstract

The informal food industry sector, particularly the soybean tofu industry, is one type of business that falls under the category of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). The industry generally operates without a structured occupational health and safety (OHS) management system, making it vulnerable to various environmental risks. Objective: This study aims to identify environmental hazards, occupational environmental quality, and environmental problems at the XYZ soybean tofu industry in Tasikmalaya City. Methods: An observation descriptive study using an Environmental Health Analysis (EHA) design was conducted in February 2025. Data were collected through direct observation of work process, hazard identification, subjective measurement of environmental quality parameters, and interviews with one surrounding resident using a questionnaire. Results: Physical hazards identified included fire exposure, slippery floors, and machine noise; chemicals hazards included hot steam, smoke, and wood dust; biologicals hazards included waste contamination and microorganisms in soybeans soaking water; and radiation hazards included electromagnetic fields from the boiler, thermal radiation, and solar UV exposure. Observations revealed that machine noise disrupted worker communication, wood dust levels were very high, the work environment was hot and stuffy, and vector presence (flies and cockroaches) was significant. The highest priority problems were high temperature exposure and thermal radiation, followed by air pollution, noise, wastewater, and solid waste management. Conclusion: XYZ soybean tofu industry faces multiple environmental hazards requiring immediate intervention, particularly temperature control, air pollution from wood combustion, and machine noise, to protect long term workers health.

Keywords: *Environmental Health Analysis, Environmental Hazard, Occupational Environmental Quality, Tofu Industry, Informal Sector.*

Abstrak

Sektor informal industri pangan, khususnya industri tahu kedelai merupakan salah satu jenis usaha sebagai bagian dari Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). Industri ini umumnya beroperasi tanpa sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang terstruktur, sehingga rentan terhadap berbagai risiko lingkungan. Tujuan: Penelitian ini untuk mengidentifikasi potensi bahaya lingkungan, kualitas lingkungan

Penulis Korespondensi:

Bella Kusuma Dewi | bellakusumadewi@unsil.ac.id

kerja, dan masalah lingkungan pada Industri Tahu Kedelai XYZ di Kota Tasikmalaya
Metode: Penelitian ini menggunakan metode obeservasional deskriptif dengan desain Analisis Kesehatan Lingkungan (AKL). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung pada proses kerja, identifikasi potensi bahaya, pengukuran subjektif parameter kualitas lingkungan kerja, dan wawancara terhadap satu warga sekitar menggunakan kuesioner pada bulan Februari 2025. Hasil: Ditemukan potensi bahaya fisik (paparan api, lantai licin, kebisingan mesin), kimia (uap panas, asap dan debu pembakaran kayu), biologi (kontaminasi limbah produksi dan mikroorganisme air rendaman kedelai), serta radiasi (elektromagnetik mesin boiler, termal, dan sinar matahari). Hasil observasi menunjukkan kebisingan mesin mengganggu komunikasi pekerja, debu kayu sangat tinggi, suhu lingkungan pengap dan panas, serta kehadiran vektor (lalat dan kecoa). Prioritas masalah tertinggi adalah paparan suhu tinggi dan radiasi termal, diikuti polusi udara, kebisingan, limbah cair, dan manajemen limbah padat. Kesimpulan: Industri tahu kedelai XYZ memiliki berbagai potensi bahaya lingkungan yang memerlukan penanganan segera, terutama pengendalian suhu, polusi udara dari pembakaran kayu, dan kebisingan mesin guna melindungi kesehatan pekerja secara jangka panjang.

Kata Kunci: Analisis Kesehatan Lingkungan, Potensi Bahaya Lingkungan, Kualitas Lingkungan Kerja, Industri Tahu Kedelai, Sektor Informal.

PENDAHULUAN

Sektor informal industri pangan, khususnya industri tahu kedelai, merupakan salah satu jenis usaha yang banyak berkembang di Indonesia, termasuk Kota Tasikmalaya. Sebagai bagian dari Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), industri ini umumnya beroperasi tanpa sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang terstruktur, sehingga rentan terhadap berbagai risiko lingkungan. Analisis Kualitas Lingkungan merupakan kajian sistematis terhadap faktor-faktor lingkungan yang meliputi faktor fisik, kimia, dan biologi; bangunan dan instalasinya; serta material dan prosedur produksi yang berpotensi mempengaruhi kesehatan tenaga kerja pada suatu tempat kerja (Kementerian Ketenagakerjaan, 2018).

Tata kelola lingkungan pada sektor ini menjadi semakin krusial apabila ditinjau pada kluster wilayah padat industri, seperti yang terjadi di wilayah Kawasan Babakan Karangwitan, yang berada di Kecamatan Mangkubumi, Kota Tasikmalaya, Provinsi Jawa barat. Wilayah ini tercatat sebagai salah satu sentra industri tahu legendaris di Kota Tasikmalaya yang terkenal dengan ciri khas produksi tahu tradisional tanpa bahan kimia, yang diwarnai menggunakan kunyit murni. Kecamatan Mangkubumi tercatat sebagai wilayah dengan jumlah penduduk terbanyak di Kota Tasikmalaya yaitu 102.976 jiwa pada tahun 2025 atau setara 13,56 persen dari total penduduk kota (Badan Pusat Statistik, 2026). Kepadatan penduduk mencapai 4.087 jiwa/km² pada tahun 2021 di atas luas wilayah 24,17 km² yang terbagi ke dalam delapan kelurahan (Dinas Kesehatan Kota Tasikmalaya, 2025). Di tengah kepadatan industri tahu yang berdampingan langsung dengan pemukiman warga tersebut, terdapat kekhawatiran yang nyata terkait ancaman kesehatan akibat emisi proses produksi. Secara epidemiologis, Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) konsisten menempati peringkat kedua dalam daftar 10 penyakit terbanyak di Kota Tasikmalaya pada tahun 2023 dan tahun 2024 (Dinas Kesehatan Kota Tasikmalaya, 2025). Meskipun pencatatan formal di fasilitas kesehatan tidak memisahkan kluster sektor informal secara eksklusif, tinginya prevalensi ISPA harian ini secara spasial berdampingan dengan wilayah kerja sentra industri tahu komunal yang terus menerus melepaskan emisi gas karbon monoksida dan materi partikulat.

Paparan polutan udara dari pembakaran biomassa termasuk kayu bakar, merupakan salah satu ancaman kesehatan utama bagi pekerja sektor informal. Dalam tinjauan sistematis menurut Karanasiou et al., (2021) membuktikan bahwa pembakaran biomassa menghasilkan PM_{2.5}, PM₁₀, karbon monoksida (CO), dan senyawa organik volatil yang secara signifikan meningkatkan risiko penyakit pernapasan dan kardiovaskular. Kebisingan dari mesin produksi juga menjadi perhatian serius, (Gong et al., 2025) melaporkan bahwa beban global akibat gangguan pendengaran akibat bising di tempat kerja meningkat 104,46% dari tahun 1990 hingga 2021, yang menekankan urgensi pengendalian kebisingan di industri skala kecil. Selain itu, paparan suhu tinggi di sektor informal terbukti menyebabkan *heat stress*, dehidrasi, dan penurunan produktivitas yang signifikan (Chandra & Xu, 2024).

Di antara deretan produsen tersebut, Industri tahu kedelai XYZ merupakan salah satu UMKM dengan kapasitas produksi terbesar yang berlokasi di Kota Tasikmalaya yang berdiri sejak tahun 2008 dan berkembang pesat hingga kini memproduksi sekitar 50.000 potong tahu per hari dari 3,5-4 kwintal kedelai. Dengan luas lahan sekitar ±91 m² dan tujuh pekerja yang beroperasi secara fleksibel mulai siang hari hingga dini hari, Industri Tahu Kedelai XYZ mengolah kedelai menjadi produk tahu kedelai, tahu susu, dan tahu keju dengan menggunakan kayu mahoni sebagai bahan bakar utama dalam proses perebusan kedelai, yang mana aktivitas ini menimbulkan berbagai potensi bahaya lingkungan.

Mengingat pengelolaan kesehatan dan keselamatan kerja di industri tahu sektor informal ini umumnya masih jauh dari standar yang ditetapkan regulasi dan memungkinkan adanya potensi ancaman lainnya seperti kontaminasi mikrobiologis pada produk tahu juga menjadi perhatian tersendiri. Osasah et al., (2023) melaporkan wabah *Salmonella Typhimurium* terkait konsumsi tahu akibat sanitasi produksi yang tidak memadai. Sehingga pelaksanaan identifikasi bahaya melalui metode Analisis Kesehatan Lingkungan menjadi langkah preventif yang sangat krusial. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya lingkungan, kualitas lingkungan kerja, dan masalah lingkungan di Industri Tahu Kedelai XYZ di Babakan Karangwitan, Kelurahan Mangkubumi, Kecamatan Mangkubumi, Kota Tasikmalaya, sehingga dapat memberikan rekomendasi mitigasi bagi tata kelola lingkungan setempat.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian observasional dengan pendekatan deskriptif dan menggunakan desain studi Analisis Kesehatan Lingkungan (AKL). Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan secara sistematis, faktual, dan mendalam mengenai kondisi riil paparan risiko serta kualitas lingkungan kerja pada sektor industri informal. Penelitian dilaksanakan di Industri Tahu Kedelai XYZ yang terletak di Babakan Karangwitan, Kelurahan Mangkubumi, Kecamatan Mangkubumi, Kota Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Seluruh rangkaian tahapan pengumpulan data lapangan serta observasi lingkungan dilaksanakan pada bulan Februari 2025. Teknik pengumpulan data primer dengan melakukan observasi proses kerja produksi, identifikasi serta analisis potensi bahaya lingkungan, observasi atau pengukuran subjektif terhadap parameter kualitas lingkungan kerja, analisis masalah lingkungan kerja dan wawancara terstruktur dengan responden yaitu warga sekitar wilayah Industri Tahu XYZ sebanyak 1 orang. Instrumen penelitian terdiri dari lembar observasi kesehatan lingkungan industri tahu sektor informal dan lembar kuesioner warga sekitar. Analisis data dilakukan secara deskriptif yang diperoleh dari lembar observasi dan hasil wawancara ditelaah secara bertahap. Langkah pertama dilakukan dengan tabulasi data kualitas lingkungan kerja,

yang selanjutnya dibandingkan secara langsung dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang berlaku menurut regulasi nasional untuk menarik kesimpulan mengenai status kelayakan lingkungan kerja. Selanjutnya, untuk menghasilkan kesimpulan akhir, penentuan skala prioritas masalah lingkungan dianalisis menggunakan metode pembobotan matriks semi-kuantitatif (skala Likert 1-5) berdasarkan pendekatan kegawatan (*severity*), ancaman risiko masa depan (*urgency/growth*), dan kemungkinan penyelesaian (*feasibility*). Total skor prioritas dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Total Skor} = \text{Kegawatan (K)} \times \text{Ancaman (A)} \times \text{Kemungkinan Penyelesaian (P)}$$

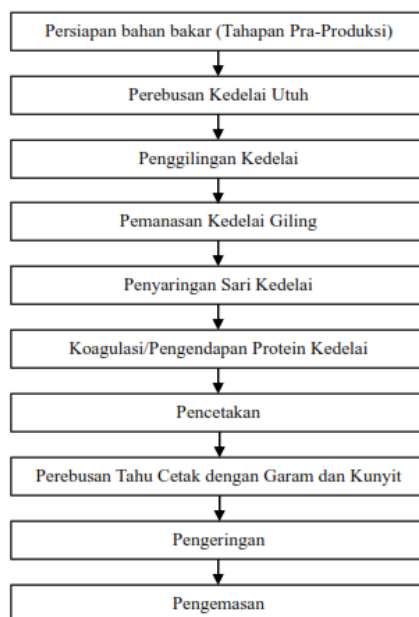
Masalah lingkungan yang memiliki hasil perkalian total skor tertinggi ditetapkan secara berurutan sebagai prioritas penanganan utama. Kesimpulan akhir ditarik dengan menggabungkan hasil matriks prioritas ini bersama studi literatur klinis untuk merumuskan rekomendasi hierarki pengendalian bahaya yang aplikatif bagi UMKM. Kriteria pemberian skor didefinisikan secara transparan sebagai berikut:

- 1) Kegawatan (K) dinilai berdasarkan tingkat keparahan gangguan kesehatan akut atau fisik yang dirasakan langsung oleh pekerja harian (Skor 1: Ringan/Tidak mengganggu hingga Skor 5: Fatal/Sangat mengganggu aktivitas harian)
- 2) Ancaman Risiko Masa Depan (A) diukur dari potensi akumulasi paparan parameter yang dapat memicu penyakit akibat kerja (PAK) bersifat kronis (Skor 1: Rendah hingga Skor 5: Sangat Tinggi/Memicu cacat permanen)
- 3) Kemungkinan Penyelesaian (P) dinilai dari aspek teknis, ketersediaan teknologi lokal, serta efisiensi biaya bagi struktur keuangan industri informal (Skor 1: Sangat Sulit/Biaya tinggi hingga Skor 5: Sangat Mudah/Ekonomis)

HASIL

Proses Produksi

Proses produksi tahu di Industri Tahu kedelai XYZ terdiri dari sepuluh tahapan utama, yaitu diawali dengan tahap persiapan, perebusan kedelai utuh, penggilingan kedelai, pemanasan kedelai giling, penyaringan sari kedelai, koagulasi atau pengendapan protein kedelai, pencetakan, perebusan tahu cetak dengan garam dan kunyit, pengeringan hingga pengemasan.



Gambar 1. Proses Kerja Industri Tahu Kedelai XYZ

Sumber Gambar: Penulis

Setiap tahapan dalam alur proses produksi Industri Tahu Kedelai XYZ yang disajikan pada Gambar 1 terbukti memiliki kontribusi linier terhadap adanya emisi dan limbah industri di lingkungan kerja. Tahapan persiapan bahan bakar (pra-produksi) yaitu kayu mahoni dipotong secara manual dari pukul 08.00-15.00 WIB menggunakan kapak dan palu godam menjadi titik awal munculnya potensi bahaya lingkungan. Karena aktivitas pemotongan kayu mahoni ini dominan dilakukan di area terbuka, pekerja terpapar radiasi ultraviolet (UV) matahari secara langsung dalam durasi panjang, sekaligus menghasilkan dispersi mekanis berupa debu atau serbuk kayu halus yang berisiko mengiritasi saluran pernapasan.

Memasuki tahap ini produksi, yaitu perebusan kedelai utuh. Kedelai direndam 15 menit terlebih dahulu lalu direbus pada suhu 120°C selama 20 menit. Aktivitas ini memanfaatkan mesin boiler berbahan kayu yang beroperasi pada suhu 133°C. Proses pembakaran kayu pada tungku boiler tersebut bertindak sebagai *point source* atau sumber titik utama polusi udara kimiawi yang melepaskan gas karbon monoksida, nitrogen oksida serta *particulate matter*. Pada tahap penggilingan kedelai dengan mesin berkecepatan 1.400 rpm ini menjadi titik timbulnya kebisingan berintensitas tinggi yang melampaui ambang batas kenyamanan pekerja. Selanjutnya tahapan pemanasan kembali kedelai yang telah digiling pada suhu 133°C selama 15 menit, sehingga suhu operasional boiler yang mencapai 133°C melepaskan radiasi termal sehingga meningkatkan panas di dalam ruang produksi.

Tahapan penyaringan dari kedelai menggunakan menggunakan mesin gedongan, dan koagulasi menggunakan biang (cuka) alami hasil fermentasi *Acetobacter* dari air bekas rebusan kedelai. Aktivitas ini berkontribusi terhadap timbulnya limbah ganda. Limbah tersebut meliputi limbah padat berupa ampas tahu, serta limbah cair kaya bahan organik dalam volume besar. Kondisi ini diperparah pada tahap pencetakan tahu menggunakan cetakan kayu 50x50 cm atau 55x55 cm serta perebusan kembali produk cetak bersama garam dan kunyit selama 20 menit. Praktik pembuangan air limbah bersuhu tinggi secara langsung ke permukaan lantai sebelum dialirkan ke saluran luar memicu penguapan instan yang meningkatkan kelembaban dan meningkatkan uap panas ruangan. Karakteristik lantai yang terus-menerus basah oleh sisa produksi ini menciptakan permukaan yang licin, serta secara nyata bertindak sebagai faktor risiko bahaya fisik utama terhadap keselamatan kerja harian, sebelum akhirnya produk memasuki tahap pengeringan dengan kipas angin selama 10 menit, dan kemudian memasuki tahapan akhir pengemasan untuk didistribusikan sesuai kebutuhan pasar lokal.

Identifikasi Potensi Bahaya Lingkungan

Berdasarkan hasil observasi di Industri Tahu Kedelai XYZ dan wawancara dengan para pekerja serta pemilik usaha untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam, ditemukan beberapa potensi bahaya yang meliputi faktor fisik, kimia, biologi, serta radiasi, yang berpotensi mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan produksi.

Tabel 1. Identifikasi Potensi Bahaya Lingkungan Pada Industri Tahu Kedelai XYZ
Kota Tasikmalaya

Kategori Bahaya	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya
Bahaya Fisik	Paparan api pada proses pembakaran kayu	Api
	Lantai licin di area produksi	Permukaan licin
	Kebisingan dari mesin produksi	Suara bising (>85 dB)

Bahaya Kimia	Uap panas dari proses pemasakan	Uap air bersuhu tinggi (>120°C)
	Asap dan debu dari proses pembakaran kayu	Asap kayu, debu, PM2.5, PM10, CO, NOx
	Debu kayu dari proses pemotongan kayu	Debu (serbuk kayu halus)
Bahaya Biologi	Kontaminasi limbah produksi tahu	Mikroorganisme patogen
	Mikroorganisme dalam air rendaman kedelai	Bakteri, Jamur
Bahaya Radiasi	Radiasi elektromagnetik dari mesin boiler	Radiasi elektromagnetik
	Radiasi termal dari mesin perebusan	Radiasi panas
	Paparan radiasi matahari saat pemotongan kayu	Radiasi matahari

Industri tahu kedelai XYZ Kota Tasikmalaya merupakan bagian dari sektor informal yang mengandalkan berbagai proses produksi, mulai dari pemotongan kayu sebagai bahan bakar hingga pengemasan. Setiap tahapan dalam proses ini menyimpan potensi bahaya yang dapat berdampak terhadap kesehatan dan keselamatan para pekerja. Jika tidak dikelola dengan baik, faktor-faktor ini dapat menyebabkan cedera fisik, penyakit akibat kerja, bahkan dampak jangka panjang yang serius terhadap lingkungan dan komunitas sekitar.

Salah satu potensi bahaya fisik yang paling nyata dalam proses produksi tahu di industri tahu kedelai XYZ ini adalah paparan api pada proses pembakaran kayu. Sebagai sumber energi utama dalam perebusan kedelai, kayu bakar, khususnya kayu mahoni, digunakan dalam jumlah besar setiap harinya. Pembakaran kayu ini menciptakan lingkungan kerja yang rentan terhadap kebakaran, terutama karena api yang digunakan dibiarkan menyala secara terus-menerus di dalam tungku pembakaran.

Di samping bahaya dari api terbuka, lingkungan kerja di area produksi juga menghadapi risiko tinggi akibat lantai yang licin. Lantai sering kali basah karena air bekas perebusan kedelai yang dibuang langsung ke lantai sebelum dialirkan ke saluran pembuangan. Praktik ini, meskipun dilakukan dengan tujuan menjaga kebersihan area kerja, justru menciptakan risiko kecelakaan.

Bahaya kimia muncul pada proses produksi, kebisingan dari mesin penggilingan kedelai juga menjadi ancaman yang tidak dapat diabaikan. Mesin penggilingan yang beroperasi dengan kecepatan 1.400 rpm menghasilkan tingkat kebisingan yang mengganggu, sehingga para pekerja sering kali harus berteriak untuk dapat berkomunikasi satu sama lain. Bahaya lain yang muncul yaitu paparan uap panas dengan suhu tinggi yang dihasilkan selama perebusan kedelai dan pemanasan sari kedelai dapat menyebabkan luka bakar serius jika pekerja tidak memiliki perlindungan yang memadai. Tidak hanya uap panas, proses pembakaran kayu dalam produksi tahu juga menghasilkan asap dan debu yang membahayakan kesehatan pekerja. Selain risiko fisik dan kimia, terdapat juga ancaman biologis dalam proses produksi tahu, yaitu kontaminasi limbah dan mikroorganisme dalam air rendaman kedelai.

Dalam aspek radiasi, mesin boiler yang digunakan dalam proses perebusan kedelai memancarkan radiasi elektromagnetik dan suhu tinggi yang dihasilkan oleh mesin perebusan juga memancarkan radiasi termal. Selain itu, pekerja yang melakukan pemotongan kayu di luar ruangan juga harus menghadapi paparan radiasi matahari non-pengion, khususnya radiasi ultraviolet (UV).

Identifikasi Kualitas Lingkungan Kerja

Parameter kualitas lingkungan kerja merujuk pada berbagai faktor yang dapat memengaruhi kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan pekerja di tempat kerja. Parameter ini mencakup aspek fisik, kimia, biologi, dan radiasi yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan jika melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). Berdasarkan hasil observasi pada Industri Tahu Kedelai XYZ Kota Tasikmalaya, tabel 2 menyajikan perbandingan temuan observasi dengan NAB yang berlaku.

Tabel 2. Identifikasi Kualitas Lingkungan Kerja Pada Industri Tahu Kedelai XYZ Kota Tasikmalaya

Aspek	Temuan Observasi	NAB	Ket
Fisik	Ventilasi udara baik, pencahayaan cukup, lantai licin, kebisingan tinggi, suhu lingkungan panas dan pengap, stabilitas tumpukan kayu rapi	Kebisingan: 85 dB (8 jam/hari); Suhu kerja: 32,5°C (beban ringan)	Kebisingan mengganggu produktivitas, suhu kerja belum terukur secara objektif namun <i>exposure time</i> tanpa jeda pemulihan berisiko memicu <i>heat stress</i> , dehidrasi kronis, dan penurunan konsentrasi pekerja
Kimia	Asap pembakaran kayu terdispersi, debu serbuk kayu sangat banyak, tidak terdeteksi karbon monoksida, pembuangan abu pembakaran sembarangan.	PM2.5: 3 mg/m ³ ; CO: 25 ppm	Debu kayu sangat banyak, perlu pengukuran objektif lebih lanjut
Biologi	Kehadiran lalat dan kecoa, kontaminasi jamur pada kayu, keluhan gatal-gatal dan kelelahan pekerja	Tidak ada NAB spesifik; sanitasi harus optimal	Pengendalian sanitasi dan vektor perlu ditingkatkan
Radiasi	Radiasi panas dari tungku, paparan sinar matahari (UV) di area pemotongan kayu, radiasi elektromagnetik (EM) mesin tidak terukur	Radiasi termal: 200 W/m ² ; EM: 0,1 µT; UV: 0,3 MED/hari	Paparan matahari dan radiasi panas perlu mitigasi, pengukuran EM diperlukan

Observasi dilakukan terhadap kondisi lingkungan kerja pada Industri Tahu Kedelai XYZ di Kota Tasikmalaya dilakukan secara komprehensif dengan meninjau empat aspek utama, yaitu fisik, kimia, biologi, dan radiasi. Berdasarkan hasil pengamatan pada aspek fisik, ruang produksi memiliki unggulan berupa sirkulasi udara atau ventilasi yang baik dan pencahayaan yang cukup, khususnya di area pemotongan kayu yang mengandalkan sinar matahari, serta stabilitas tumpukan kayu penyimpanan yang rapi sehingga meminimalkan risiko material runtuh. Namun, ditemukan beberapa potensi bahaya fisik yang signifikan, seperti lantai kerja yang licin dan berisiko menyebabkan kecelakaan akibat terpeleset atau tergelincir.

Selain itu, tingkat kebisingan dari mesin produksi tergolong tinggi dan berpotensi mengganggu produktivitas serta memicu stres kerja bagi pekerja, meskipun belum terukur secara objektif, namun Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan yang dipersyaratkan adalah 85 dB untuk durasi kerja 8 jam per hari. Suhu lingkungan kerja juga menjadi keluhan utama karena ruang produksi terasa panas dan pengap akibat proses pembakaran kayu dan perebusan kedelai. Kondisi suhu ini belum terukur secara objektif, namun berisiko tinggi meningkatkan kelelahan pekerja mengingat Nilai Ambang Batas suhu kerja untuk beban kerja ringan adalah 32,5°C.

Pada aspek kimia, hasil identifikasi menunjukkan adanya sebaran asap pembakaran kayu yang terdispersi di udara serta volume debu serbuk kayu yang sangat banyak, khususnya di area pemotongan kayu. Fenomena ini memerlukan pengukuran tindak lanjut yang lebih objektif untuk memastikan kepatuhannya terhadap NAB PM_{2.5} yaitu 3 mg/m³ dan gas karbon monoksida (CO) yaitu 25 ppm. Pengelolaan limbah kimia padat masih tergolong buruk yang ditandai dengan pembuangan abu pembakaran kayu secara sembarangan di sekitar area industri.

Selanjutnya, tinjauan pada aspek biologi mengindikasikan adanya masalah sanitasi lingkungan yang kurang optimal. Hal ini dibuktikan dengan kehadiran vektor penyakit seperti lalat dan kecoa, serta adanya kontaminasi jamur pada material kayu. Kondisi biologis yang kurang higienis ini linier dengan adanya keluhan subjektif dari pekerja yang mengalami gatal-gatal dan kelelahan fisik. Namun, belum adanya NAB spesifik untuk parameter biologi ini, maka peningkatan manajemen sanitasi dan pengendalian vektor secara terpadu mutlak diperlukan di area industri.

Pada aspek radiasi, pekerja terpapar potensi bahaya berupa radiasi panas termal yang bersumber langsung dari tungku pembakaran dengan batas NAB sebesar 200 W/m², serta paparan radiasi sinar ultraviolet (UV) matahari di area pemotongan kayu dengan acuan NAB sebesar 0,3 MED/hari. Sementara potensi paparan radiasi elektromagnetik (EM) bersumber dari mesin produksi dengan NAB EM yaitu 0,1 µT. Ketiga jenis paparan radiasi ini belum dapat terukur secara objektif dan memerlukan pengujian lebih lanjut menggunakan instrumen pengukuran yang representatif di lokasi penelitian.

Berdasarkan hasil kuesioner Industri Tahu Kedelai XYZ Kota Tasikmalaya, dilakukan wawancara dengan satu warga sekitar yaitu Ibu HN (69 tahun), yang menyatakan tidak pernah merasakan dampak negatif dari aktivitas produksi, baik berupa gangguan pernapasan, pencemaran udara, maupun bau tidak sedap. Seorang ibu rumah tangga yang telah bermukim di lingkungan industri selama ±40 tahun tersebut juga tidak pernah menerima keluhan dari warga lain terkait keberadaan pabrik meskipun rumahnya berjarak kurang dari 50 meter.

Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh posisi hunian responden yang tidak berada di jalur utama asap pembakaran, ventilasi rumah yang baik, serta kenyataan bahwa rumah responden merupakan satu-satunya hunian yang berdekatan dengan pabrik, sementara pemukiman lain berada pada jarak yang lebih jauh. Keterbatasan jumlah responden (n=1) menjadi catatan penting bahwa temuan ini tidak dapat digeneralisasi untuk mencerminkan seluruh persepsi warga sekitar.

Identifikasi Masalah Lingkungan

Berdasarkan analisis seluruh tahapan produksi, ditemukan lima masalah lingkungan utama. Penentuan skala prioritas dilakukan berdasarkan tiga dimensi yaitu kegawatan dampak terhadap kesehatan, ancaman risiko masa depan, dan kemungkinan penyelesaian. Tabel 3 menyajikan hasil penentuan prioritas masalah lingkungan.

Tabel 3. Penentuan Skala Prioritas Masalah Lingkungan

Prioritas	Masalah Lingkungan	Dampak Kesehatan dan Lingkungan	Alasan Prioritas
1 (Sangat Tinggi)	Paparan suhu tinggi dan radiasi termal	<i>Heat stress</i> , dehidrasi, kelelahan kerja, penurunan produktivitas	Berdampak langsung pada kenyamanan dan keselamatan pekerja setiap hari
2 (Tinggi)	Polusi udara (asap dan debu)	Peningkatan risiko penyakit pernapasan bagi pekerja dan pencemaran udara lingkungan	belum ada kasus, namun pekerja mengalami ketidaknyamanan yang dapat meningkatkan gangguan kesehatan jangka panjang
3 (Tinggi)	Kebisingan mesin produksi	Gangguan pendengaran, stres kerja, penurunan produktivitas	Pekerja mengalami kesulitan komunikasi dan berpotensi menyebabkan gangguan pendengaran dalam jangka panjang
4 (Sedang)	Limbah cair dan pencemaran air	Pencemaran ekosistem perairan, potensi bau tidak sedap, dan gangguan kesehatan masyarakat	Risiko pencemaran tetap ada, tetapi sejauh ini belum ada keluhan dari pekerja maupun warga
5 (Sedang)	Manajemen limbah padat	Akumulasi sampah, kondisi tidak higienis, vektor penyakit (lalat, kecoa)	Dampaknya lebih terlokalisasi dan sebagian limbah telah dimanfaatkan kembali

Penentuan skala prioritas masalah lingkungan di Industri Tahu Kedelai XYZ dianalisis berdasarkan dampak kesehatan dan tingkat urgensinya di lapangan. Prioritas pertama (sangat tinggi) yaitu paparan suhu tinggi dan radiasi termal karena berdampak langsung terhadap kenyamanan dan keselamatan pekerja setiap hari, dengan risiko klinis berupa *heat stress*, dehidrasi, kelelahan kerja serta penurunan produktivitas. Selanjutnya polusi udara akibat asap dan debu menempati prioritas kedua (tinggi), meskipun belum ditemukan kasus penyakit pernafasan, paparan partikulat ini telah menimbulkan ketidaknyamanan dan berpotensi memicu gangguan kesehatan jangka panjang serta pencemaran udara. Prioritas ketiga (tinggi) adalah kebisingan mesin produksi yang mengakibatkan pekerja kesulitan berkomunikasi, memicu stres kerja, dan berpotensi menyebabkan gangguan pendengaran permanen dalam jangka panjang.

Sementara itu, dua masalah lainnya dikategorikan ke dalam tingkat urgensi menengah. Prioritas keempat (sedang) adalah limbah cair dan pencemaran air yang berisiko mencemari ekosistem perairan dan menimbulkan bau tidak sedap, namun belum memicu keluhan dari pekerja maupun warga sekitar. Terakhir, manajemen limbah padat berada pada prioritas kelima (sedang) karena berisiko memicu akumulasi sampah, kondisi tidak higienis, dan perkembangbiakan vektor penyakit seperti lalat dan kecoa. Aspek limbah padar ini ditempatkan pada prioritas terendah karena dampaknya lebih terlokalisasi dan sebagian material limbah telah berhasil dimanfaatkan kembali.

PEMBAHASAN

Identifikasi Potensi Bahaya Lingkungan

Bahaya fisik utama berupa paparan api pembakaran kayu mahoni secara manual, di mana percikan api dan bara sisa pembakaran dapat muncul sewaktu-waktu. Pembakaran biomassa seperti kayu mahoni menghasilkan karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), partikel halus PM_{2.5} dan PM₁₀, serta senyawa organik volatil yang berbahaya bagi sistem pernapasan (Karanasiou et al., 2021). Hal ini sejalan dengan World Health Organization yang menjelaskan bahwa pembakaran biomassa ini melepaskan gas Karbon Monoksida (CO) yang dapat memicu hipoksia jaringan, serta Nitrogen Oksida (NO_x) yang mengiritasi saluran pernapasan dan memperburuk kondisi pekerja dengan riwayat paru kronis (WHO, 2023).

Air panas yang dibuang sembarangan dapat menyebabkan luka bakar jika mengenai kulit pekerja, sementara permukaan lantai yang terus-menerus basah meningkatkan kemungkinan pekerja terpeleset dan jatuh. Penelitian pencegahan slip di tempat kerja menurut Kim, (2022) menegaskan bahwa permukaan lantai basah dan licin merupakan salah satu penyebab utama cedera jatuh di area industri, dan rekayasa teknis pada permukaan lantai merupakan strategi pencegahan yang paling efektif.

Mesin penggilingan kedelai yang beroperasi pada kecepatan 1.400 rpm menghasilkan tingkat kebisingan yang signifikan, sehingga pekerja harus berteriak untuk berkomunikasi satu sama lain. Paparan bising yang melebihi Nilai Ambang Batas di atas 85 dB dalam jangka panjang berisiko menyebabkan gangguan pendengaran permanen atau *Noise Included Hearing Loss* (NIHL) (OSHA and Health Administration), 2024). Selain itu, uap panas yang dihasilkan selama perebusan kedelai dan pemanasan sari kedelai dapat menyebabkan luka bakar serius jika pekerja tidak memiliki perlindungan yang memadai. (Zaydon, 2024) menemukan bahwa kontak dengan uap panas bersuhu di atas 90°C dapat menyebabkan luka bakar tingkat dua hanya dalam waktu kurang dari lima detik serta memicu inflamasi bronkial jika terhirup dalam jangka panjang (Taylor dkk., 2024)

Di area pemotongan kayu, debu kayu yang dihasilkan selama proses pemotongan menjadi masalah bagi kesehatan pernapasan pekerja. Paparan debu kayu secara berkala di area kerja terbukti memicu inflamasi saluran pernapasan, reaksi alergi, serta meningkatkan risiko gangguan paru kronis seperti asma dan bronkitis (Abateneh et al., 2024). Dalam proses perendaman kedelai di industri tahu, air yang digunakan sangat rentan menjadi sarana berkembang biaknya bakteri asam laktat dan kapang penghasil toksin berbahaya apabila higienitasnya buruk (Simanjuntak et al., 2022). Selain itu, buruknya tata kelola limbah cair tahu memicu cemaran mikroba patogen dan meningkatkan risiko kontaminasi silang terhadap produk tahu yang dihasilkan, sehingga berisiko menyebabkan gangguan pencernaan akut pada masyarakat yang mengkonsumsinya (Tahyadi & Rahayu, 2023). Berdasarkan (Badan Pusat Statistik, 2026), standar baku untuk *E. coli* dan Total *Coliform* dalam air yang digunakan untuk higiene sanitasi (air bersih), yaitu 0 CFU/100 ml. Dengan demikian, air bersih yang digunakan dalam proses produksi harus sepenuhnya bebas dari kedua bakteri yang menjadi indikator pencemaran dari kotoran ini agar dapat digunakan dengan aman tanpa menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan.

Radiasi elektromagnetik yang dipancarkan dari mesin boiler yang digunakan dalam proses perebusan kedelai berpotensi memicu disfungsi fisiologis, termasuk kelelahan ekstrem, gangguan ritme tidur, hingga risiko keganasan saraf pusat (Sari & Rahmawati, 2022). Selain itu, sirkulasi udara buruk di area perebusan dapat menghasilkan suhu tinggi yang dapat memicu tekanan panas (*heat stress*) pada pekerja, yang berisiko menyebabkan dehidrasi dan penurunan konsentrasi kerja (Prasetyo et al., 2023). Paparan UV dari sinar

matahari di area pemotongan kayu di luar ruangan dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan kulit, katarak, hingga peningkatan risiko kanker kulit (World Health Organization (WHO), 2020).

Identifikasi Kualitas Lingkungan Kerja

Setiap parameter memiliki karakteristik tersendiri yang dapat menimbulkan risiko spesifik terhadap pekerja. Tergantung pada tingkat dan durasi paparannya. Berdasarkan (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018, 2018), parameter kualitas lingkungan kerja mencakup aspek fisik, kimia, biologi, dan radiasi yang harus dipantau agar tidak melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). NAB merupakan batas maksimum paparan yang masih dianggap aman bagi pekerja dalam paparan 8 jam per hari atau 40 jam per minggu.

Faktor fisik dalam lingkungan kerja meliputi kondisi yang dapat mempengaruhi kesejahteraan dan produktivitas pekerja. Salah satu faktor utama adalah iklim kerja, yang meliputi suhu, kelembapan, dan ventilasi. Suhu tinggi akibat proses pembakaran kayu tanpa ventilasi yang memadai dapat meningkatkan risiko dehidrasi, kelelahan ekstrem, hingga heat stroke bagi pekerja (ILO, 2024). Kebisingan dengan intensitas tinggi dari mesin penggilingan dan perebusan kedelai memaksa pekerja berteriak saat berkoordinasi serta memicu gangguan pendengaran permanen dan stres kerja (World Health Organization, 2021). Paparan getaran dari alat pemotongan kayu secara kontinu berisiko menimbulkan gangguan muskuloskeletal dan *hand-arm vibration syndrome* (EU-OSHA, 2021). Selain itu, keterbatasan visibilitas akibat pencahayaan yang tidak memadai di area produksi terbukti meningkatkan kecelakaan kerja (ILO, 2024).

Faktor kimia dalam industri tahu terutama berkaitan dengan paparan bahan kimia dari asap dan debu hasil pembakaran kayu. Industri tahu kedelai XYZ ini menggunakan kayu mahoni sebagai bahan bakar utama, yang mana pembakaran kayu mahoni melepaskan emisi gas CO, NO_x, dan partikel halus (PM) yang memicu iritasi mata serta penyakit paru obstruktif kronis dalam jangka panjang (Thurston et al., 2022). Selain itu akumulasi debu dari proses pemotongan kayu di udara juga mengganggu sistem pernapasan dan memiliki efek karsinogenik yang berbahaya (International Agency for Research on Cancer (IARC), 2023). Lebih spesifik, kandungan senyawa tanin dan zat ekstraktif pada debu kayu mahoni dapat menyebabkan reaksi alergi akut pada saluran pernapasan pekerja (Svedahl et al., 2022).

Faktor biologi dalam lingkungan kerja berkaitan dengan paparan pekerja terhadap mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan infeksi. Salah satu sumber utama risiko biologis di industri tahu adalah air rendaman kedelai yang dibiarkan tergenang berpotensi menjadi tempat berkembang biaknya bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* (Mendonca et al., 2024). Kelalaian dalam mengelola area pembuangan limbah cair ini juga menciptakan habitat yang ideal bagi vektor pembawa penyakit seperti nyamuk dan lalat (Mendonca et al., 2024). Selain itu, proses fermentasi limbah organik tahu menghasilkan gas hidrogen sulfida (H₂S) yang dapat menyebabkan iritasi pernapasan hingga gangguan sistem saraf (OSHA, 2023).

Faktor radiasi dalam lingkungan kerja sering kali tidak disadari, tetapi memiliki potensi risiko kesehatan yang signifikan. Di Industri tahu kedelai XYZ, terdapat tiga bentuk radiasi yang dapat mempengaruhi pekerja, yaitu radiasi elektromagnetik, radiasi termal dan radiasi UV. Paparan radiasi elektromagnetik dari mesin boiler industri berisiko menimbulkan efek termal negatif pada jaringan tubuh dan mengganggu sistem saraf pekerja (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020). Sementara itu, radiasi termal dari tungku perebusan dapat mengakibatkan luka bakar fisik serta memperburuk kondisi stres panas di lingkungan kerja (Adan et al., 2023).

Pada area luar ruangan, aktivitas pemotongan kayu menyebabkan pekerja terpapar radiasi ultraviolet (UV) matahari yang berpotensi memicu penuaan dini, katarak, hingga kanker kulit (WHO, 2023).

Identifikasi Masalah Lingkungan

Paparan suhu tinggi dan radiasi termal menjadi prioritas utama karena dampaknya dirasakan langsung oleh pekerja setiap hari. De Sario et al., (2023) menyimpulkan bahwa *heat stress* di tempat kerja menyebabkan efek kesehatan akut (kram panas, kelelahan panas, *heat stroke*), maupun kronis (gangguan ginjal, kardiovaskular, dan penurunan fungsi kognitif). Tindak lanjut dari industri tahu kedelai XYZ yaitu pekerja menggunakan baju terbuka, tetapi tidak ada pendingin atau pengatur suhu ruangan.

Polusi udara dari pembakaran kayu mahoni menjadi prioritas kedua. Tindak lanjut dari industri tahu kedelai XYZ yaitu telah memasang cerobong asap, namun tidak adanya alat pelindung diri (*masker*) bagi pekerja meningkatkan risiko inhalasi polutan secara langsung. Orru et al., (2022) membuktikan bahwa paparan PM2.5 dari pembakaran kayu secara konsisten berasosiasi dengan peningkatan mortalitas dini dan penurunan harapan hidup.

Belum adanya tindak lanjut dari industri tahu kedelai XYZ terkait kebisingan, sementara menurut National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), (2019) tingkat kebisingan di tempat kerja tidak boleh melebihi 85 dB selama 8 jam kerja. Dalam jangka panjang, paparan kebisingan ini dapat menyebabkan gangguan pendengaran serta meningkatkan stres kerja yang berdampak pada produktivitas tenaga kerja.

Pengelolaan limbah cair dan padat di Industri Tahu Kedelai XYZ masih bersifat konvensional. Limbah cair (air bekas rebusan) dialirkan langsung ke kolam ikan tanpa filtrasi yang terstandarisasi dan limbah organik padat (ampas tahu dan biang tahu) diberikan kepada peternak untuk pakan hewan ternak. Osasah et al., (2023) mengingatkan bahwa sanitasi yang tidak memadai dalam proses produksi tahu dapat menyebabkan kontaminasi *Salmonella* yang membahayakan konsumen. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, limbah industri harus melalui pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Rekomendasi Langkah Mitigasi

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis masalah lingkungan, beberapa langkah mitigasi perlu diterapkan untuk mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan pekerja dan keberlanjutan lingkungan. Langkah-langkah mitigasi yang direkomendasikan yaitu (1) Pengelolaan suhu lingkungan, dengan menambah sistem ventilasi mekanis dan memasang kipas atau pendingin udara di area perebusan, serta memberikan edukasi kepada pekerja terkait bahaya *heat stress*; (2) Pengendalian polusi udara, dengan mewajibkan penggunaan masker respirator N95 bagi seluruh pekerja, mengoptimalkan sistem filtrasi pada cerobong asap, dan menerapkan sistem penghisap debu di area pemotongan kayu; (3) Pengurangan kebisingan, dengan menyediakan alat pelindung diri seperti *earplug* atau *eramuff*, memasang peredam suara atau bahan isolasi akustik pada mesin produksi, dan rotasi kerja; (4) Pengelolaan limbah cair, dengan menerapkan sistem sedimentasi atau kolam penampungan bertahap sebelum pembuangan serta melakukan uji kualitas air secara berkala; dan (5) Manajemen limbah padat, dengan mengembangkan sistem pemilahan limbah, mengoptimalkan pengomposan limbah organik, dan mengelola abu pembakaran secara terpusat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Industri tahu kedelai XYZ Kota Tasikmalaya memiliki berbagai potensi bahaya lingkungan yang mencakup faktor fisik (paparan api, lantai licin, kebisingan), faktor kimia (uap panas, asap dan debu kayu), faktor biologi (kontaminasi limbah mikroorganisme), serta faktor radiasi (elektromagnetik, termal, dan UV). Hasil penelitian menunjukkan paparan suhu tinggi dan radiasi termal merupakan prioritas penanganan utama, diikuti polusi udara dari pembakaran kayu mahoni, kebisingan mesin, limbah cair dan manajemen limbah padat. Sebagian besar kondisi lingkungan kerja belum dikelola dengan alat pelindung diri yang memadai dan masih memerlukan pengukuran objektif lebih lanjut. Langkah mitigasi yang komprehensif mencakup penyediaan APD, perbaikan ventilasi, pengendalian kebisingan, pengolahan limbah, dan peningkatan sistem sanitasi diperlukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat di industri sektor informal ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pemilik dan pengelola industri tahu kedelai XYZ Kota Tasikmalaya atas perizinan dan dukungan penuh yang diberikan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini selesai. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh pekerja serta semua pihak yang telah memberikan kontribusi, berbagi pengalaman, keterbukaan informasi, dan bantuan kepada penulis selama penelitian ini dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abateneh, G., Gizaw, Z., Gebrehiwot, M., & Worede, E. A. (2024). Prevalence of chronic respiratory symptoms and associated factors among woodwork workers in Bahir Dar City, Ethiopia; a comparative cross-sectional study. *BMC Pulmonary Medicine*, 24(1), 1–10.
- Adan, M., Rowley, J., & Clarke, L. (2023). Thermal radiation and burn hazards from high-temperature industrial processing equipment. . *Journal of Occupational Health and Engineering*.
- Badan Pusat Statistik. (2026). *Jumlah Penduduk Kota Tasikmalaya 2025*.
- Chandra, S. V. S., & Xu, Z. (2024). Heat and health of occupational workers: a short summary of literature. *Journal of Occupational Health*, 66(1). <https://doi.org/10.1093/joccuh/uiae018>
- De Sario, M., de'Donato, F. K., Bonafede, M., Marinaccio, A., Levi, M., Ariani, F., Morabito, M., & Michelozzi, P. (2023). Occupational heat stress, heat-related effects and the related social and economic loss: a scoping literature review. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1173553>
- Dinas Kesehatan Kota Tasikmalaya. (2025). *Profil Kesehatan Kota Tasikmalaya Tahun 2024*.
- EU-OSHA. (2021). Introduction to work-related musculoskeletal disorders and hand-arm vibration syndrome in small-scale industries. *Occupational Safety and Health Report Series*.
- Gong, X., Yi, M., Jiang, C., Xiong, Q., Xu, B., Weng, F., Zeng, L., Lu, R., Chen, Z., Yan, C., Li, Q., & Zhang, Q. (2025). Global burden and trends of occupational noise-

- induced hearing loss (1990–2021) and projection to 2040. *Frontiers in Public Health*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1682413>
- ILO. (2024). *Heat at work: Implications for safety and health. A global review of the science, policy and practice.* .
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2023). *IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans: Wood Dust and Formaldehyde.*
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). (2020). Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Physics*, 118 (5), 483–524.
- Karanasiou, A., Alastuey, A., Amato, F., Renzi, M., Stafoggia, M., Tobias, A., Reche, C., Forastiere, F., Gumy, S., Mudu, P., & Querol, X. (2021). Short-term health effects from outdoor exposure to biomass burning emissions: A review. *Science of The Total Environment*, 781, 146739. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146739>
- Kim, I.-J. (2022). Editorial: Research challenge on slip prevention measures in the workplace. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1105047>
- Mendonca, A., Gomez, R., & Pushparaj, A. (2024). Foodborne pathogens and microbial hazards in plant-based food processing byproducts. . *Food Control Trends*, 42(1), 145–158.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2019). *Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure.*
- Orru, H., Olstrup, H., Kukkonen, J., López-Aparicio, S., Segersson, D., Geels, C., Tamm, T., Riihonen, K., Maragkidou, A., Sigsgaard, T., Brandt, J., Grythe, H., & Forsberg, B. (2022). Health impacts of PM_{2.5} originating from residential wood combustion in four nordic cities. *BMC Public Health*, 22(1), 1286. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13622-x>
- Osasah, V., Whitfield, Y., Adams, J., Danish, A., Mather, R., & Aloosh, M. (2023). An Outbreak of Salmonella Typhimurium Infections Linked to Ready-To-Eat Tofu in Multiple Health Districts — Ontario, Canada, May–July 2021. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 72(32), 855–858. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7232a1>
- OSHA. (2023). *Hydrogen sulfide hazards in industrial wastewater and organic waste management.* . U.S. Department of Labor.
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration). (2024). *Occupational noise exposure standards and hearing conservation programs.*
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018, Pub. L. No. 5 (2018).
- Prasetyo, A. B., Wardani, K. S., & Utomo, T. (2023). Pengaruh radiasi termal dan beban kerja terhadap risiko heat stress serta penurunan konsentrasi pada pekerja industri pengolahan makanan. *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 12(1), 78–87.

- Sari, D. P., & Rahmawati, E. (2022). Analisis paparan medan elektromagnetik dari mesin boiler industri terhadap kelelahan kerja dan gangguan tidur pada operator. *Jurnal Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Indonesia*, 11(2), 145–153.
- Simanjuntak, D. R., Safitri, R., & Handayani, S. (2022). Uji bakteriologis air rendaman tahu putih pada industri rumah tangga. . *Jurnal Ilmiah Farmasi Dan Kesehatan (JIPHAR)*, 10(2), 114–122.
- Svedahl, K., Taylor, S., & Mikkelsen, R. (2022). Respiratory effects, occupational asthma, and allergies from exposure to tropical wood dusts. . *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 95(4), 789–801.
- Tahyadi, M. A., & Rahayu, S. (2023). Identifikasi bakteri Coliform dan mikroba kontaminan pada proses pengolahan kedelai menjadi produk tahu. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pangan*, 5(1), 45–53.
- Taylor, J. , M. R. , & C. L. (2024). Thermal injuries and inhalation hazards from high-temperature industrial steam. *Journal of Occupational Health and Dermatology*, 10 (2), 114–122. <https://doi.org/doi:10.1136/thorax-2023-221329>
- Thurston, G. D., Balmes, J. R., & Garcia, E. (2022). Outdoor and household air pollution: Combustion emissions, particulate matter, and chronic obstructive pulmonary disease. *The Lancet Respiratory Medicine*, 10(6), 599–612.
- WHO (World Health Organization). (2023). *Ambient and household air pollution: Guidelines on wood combustion emissions and respiratory health*.
- World Health Organization. (2021). *World report on hearing: Chronic noise exposure and hearing conservation at workplaces*.
- World Health Organization (WHO). (2020). *Ultraviolet radiation and human health*.
- Zaydon, Dr. T. J. (2024). *Scald Burns: How Temperature and Exposure Time Impact Burn Severity*. <https://doi.org/https://drzaydon.com/scald-burns-how-temperature-and-exposure-time-impact-burn-severity/>