

Risiko Kesehatan Lingkungan pada Pedagang dan Pengunjung Pasar Tradisional: A Systematic Review

Environmental Health Risks to Traditional Market Traders and Visitors: A Systematic Review

Aria Gusti

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Padang

*Corresponding Author: ariagusti@ph.unand.ac.id

ABSTRAK

Pasar tradisional merupakan lingkungan kerja informal dan ruang publik yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan lingkungan bagi pedagang dan pengunjung akibat sanitasi yang belum optimal, kepadatan aktivitas, dan kedekatan dengan sumber emisi kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis bukti ilmiah mengenai risiko biologis, kimia, dan partikulat di pasar tradisional serta mengidentifikasi implikasinya terhadap kebijakan pasar sehat. Penelitian menggunakan desain *Systematic Literature Review* mengikuti pedoman PRISMA 2020. Pencarian literatur dilakukan pada basis data internasional dan nasional periode 2010–2025 dengan kriteria inklusi studi yang mengevaluasi paparan lingkungan dan melaporkan parameter risiko seperti *hazard quotient* atau estimasi risiko karsinogenik. Hasil menunjukkan bahwa sanitasi pasar yang tidak memenuhi standar meningkatkan kontaminasi mikrobiologis pada air, limbah, dan udara. Paparan CO, SO₂, dan NO₂ pada pedagang berisiko menimbulkan efek non-karsinogenik, sedangkan paparan PM₁₀ berpotensi menimbulkan risiko karsinogenik jangka panjang. Risiko bersifat kontekstual dan bervariasi secara spasial berdasarkan ventilasi dan kepadatan lalu lintas. Literatur juga menunjukkan fragmentasi pendekatan risiko dan belum adanya sintesis multi-hazard terpadu. Kebaruan studi ini terletak pada integrasi multi-hazard health risk assessment dalam konteks pasar tradisional. Penelitian ini berkontribusi pada penguatan kebijakan pasar sehat berbasis *cumulative risk assessment* dan harmonisasi metodologi penilaian risiko kesehatan lingkungan.

Kata Kunci : Risiko kesehatan lingkungan, pasar tradisional, paparan *multi hazard*

ABSTRACT

Traditional markets are informal work environments and public spaces that pose potential environmental health risks to vendors and visitors due to suboptimal sanitation, high activity levels, and proximity to vehicle emission sources. This study aims to synthesize scientific evidence on biological, chemical, and particulate risks in traditional markets and identify their implications for healthy market policies. The study used a Systematic Literature Review design following the PRISMA 2020 guidelines. The literature search was conducted on international and national databases for the period 2010–2025, with inclusion criteria for studies that evaluated environmental exposure and reported risk parameters such as hazard quotients or carcinogenic risk estimates. The results indicate that substandard market sanitation increases microbiological contamination of water, wastewater, and air. Vendors' exposure to CO, SO₂, and NO₂ poses a risk of non-carcinogenic effects, while PM₁₀ exposure has the potential to pose a long-term carcinogenic risk. Risks are contextual and vary spatially based on ventilation and traffic density. The literature also shows fragmented risk approaches and the absence of an integrated multi-hazard synthesis. The novelty of this study lies in the integration of multi-hazard health risk assessments in the context of traditional markets. This research contributes to strengthening healthy market policies based on cumulative risk assessments and harmonizing environmental health risk assessment methodologies.

Keywords: Environmental health risks, traditional markets, multi-hazard exposure

PENDAHULUAN

Pasar tradisional merupakan ruang ekonomi dan sosial yang tetap dominan di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia. Karakteristiknya yang terbuka, padat aktivitas, memiliki sistem sanitasi terbatas, serta sering berlokasi di kawasan dengan lalu lintas padat menjadikan pasar tradisional sebagai lingkungan dengan potensi paparan risiko kesehatan lingkungan yang kompleks. Kondisi fisik bangunan yang semi-terbuka, pengelolaan limbah yang belum optimal, serta tingginya interaksi antara manusia, bahan pangan, dan kendaraan bermotor berkontribusi terhadap terbentuknya paparan biologis, kimia, dan partikulat yang berpotensi berdampak pada kesehatan pedagang maupun pengunjung.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa permasalahan sanitasi pasar tradisional masih menjadi isu mendasar. Studi di Kabupaten Sragen dan Gianyar mengidentifikasi keterbatasan sistem pengelolaan limbah, ketersediaan air bersih, dan fasilitas sanitasi yang belum memenuhi standar kesehatan lingkungan.¹ Temuan serupa juga dilaporkan pada pasar tradisional di berbagai wilayah Indonesia dengan kondisi sanitasi lingkungan yang belum optimal serta variasi praktik pedagang yang berpotensi meningkatkan risiko transmisi penyakit berbasis lingkungan.²

Dari aspek biologis, kontaminasi mikrobiologis pada limbah dan udara pasar menjadi perhatian penting. Penilaian kondisi sanitasi dan deteksi *Escherichia coli* pada limbah cair pasar tradisional di Pontianak menunjukkan adanya potensi paparan melalui media air dan lingkungan sekitar.³ Studi internasional pada pasar basah dalam ruang di Taiwan juga menemukan peningkatan konsentrasi bioaerosol dan endotoksin selama jam operasional, yang mengindikasikan risiko inhalasi bagi individu yang beraktivitas di dalam pasar.⁴ Temuan tersebut memperluas perspektif bahwa risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional tidak terbatas pada sanitasi permukaan dan pangan, tetapi juga mencakup kualitas udara mikro lingkungan.

Selain risiko biologis, paparan kimia dan partikulat turut menjadi isu penting,

terutama pada pasar yang berlokasi di area dengan kepadatan lalu lintas tinggi. Analisis risiko kesehatan lingkungan terhadap paparan sulfur dioksida dan nitrogen dioksida pada pedagang pasar tradisional menunjukkan adanya potensi risiko non-karsinogenik melalui jalur inhalasi.⁵ Paparan karbon monoksida pada pedagang di sekitar pasar juga dilaporkan menghasilkan nilai hazard quotient yang mendekati atau melebihi batas aman pada beberapa lokasi.⁶ Selain itu, analisis risiko karsinogenik paparan PM10 pada pedagang di 69anjang Pasar Jambi menunjukkan estimasi risiko yang memerlukan perhatian pengendalian lingkungan.⁷ Pemetaan risiko paparan karbon monoksida pada pedagang pasar di Manado semakin menegaskan adanya variasi risiko yang dipengaruhi oleh faktor spasial dan intensitas aktivitas lalu lintas.⁸

Meskipun berbagai penelitian telah mengevaluasi sanitasi, kontaminasi mikrobiologis, dan analisis risiko paparan polutan udara pada pedagang pasar, 69anjang69 besar studi tersebut bersifat deskriptif, 69anja, dan terfragmentasi berdasarkan jenis paparan tertentu. Kajian umumnya berfokus pada satu jenis bahaya seperti karbon monoksida atau partikulat, serta lebih banyak menempatkan pedagang sebagai subjek utama tanpa mempertimbangkan pengunjung sebagai populasi yang juga terpapar. Meta-analisis terkait paparan karbon monoksida pada pedagang memang telah dilakukan, namun lingkupnya terbatas pada satu jenis polutan dan belum mengintegrasikan risiko biologis maupun pendekatan multi-hazard secara komprehensif.⁹ Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan evidensi dalam memahami risiko kesehatan lingkungan pasar tradisional secara menyeluruh.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, diperlukan sintesis penelitian yang mampu mengintegrasikan berbagai jenis paparan dalam satu kerangka analisis yang lebih komprehensif. Systematic review ini bertujuan untuk mengkaji dan mensintesis bukti ilmiah mengenai risiko kesehatan lingkungan pada pedagang dan pengunjung pasar tradisional dengan mengintegrasikan risiko biologis, kimia, dan partikulat dalam kerangka *health risk assessment*. Dengan menggabungkan evidensi nasional dan internasional, kajian ini diharapkan dapat mengidentifikasi pola risiko

dominan, menilai konsistensi temuan antar wilayah, serta memberikan implikasi kebijakan berbasis bukti untuk penguatan program pasar sehat dan pengendalian pajanan lingkungan di pasar tradisional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain Systematic Literature Review (SLR) untuk mensintesis secara komprehensif bukti ilmiah mengenai risiko kesehatan lingkungan pada pedagang dan pengunjung pasar tradisional. Protokol penelitian disusun mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020) untuk menjamin transparansi, reproduibilitas, dan kualitas pelaporan.¹⁰ Selain itu, tahapan sintesis dan evaluasi kualitas metodologis merujuk pada panduan *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.¹¹

Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada beberapa pangkalan data elektronik, yaitu Scopus, PubMed, Web of Science, Google Scholar, serta basis data nasional seperti Garuda dan jurnal terindeks SINTA 1–4. Rentang waktu publikasi ditetapkan dari Januari 2016 hingga Desember 2025 untuk memperoleh evidensi terkini mengenai risiko kesehatan lingkungan pada pasar tradisional.

Kata kunci dikembangkan berdasarkan kerangka konsep Population–Exposure–Outcome. Kombinasi istilah meliputi “traditional market” OR “wet market” OR “pasar tradisional” AND “vendor” OR “trader” OR “pedagang” OR “visitor” OR “pengunjung” AND “environmental health risk” OR “health risk assessment” OR “environmental exposure” OR “risiko kesehatan lingkungan” OR “analisis risiko kesehatan lingkungan”. Operator Boolean AND dan OR digunakan untuk memperluas dan mempersempit hasil pencarian. Pencarian dibatasi pada artikel penelitian asli dan artikel review yang tersedia dalam 70anjan Inggris atau Bahasa Indonesia.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi meliputi penelitian kuantitatif atau campuran yang mengevaluasi paparan lingkungan fisik, kimia, atau biologis di pasar tradisional serta melaporkan 70anjang7070 risiko kesehatan seperti hazard

quotient, hazard index, estimasi risiko karsinogenik, konsentrasi polutan udara, atau parameter mikrobiologis. Studi harus melibatkan pedagang dan/atau pengunjung pasar sebagai populasi sasaran. Artikel yang hanya membahas aspek ekonomi atau sosial tanpa pengukuran paparan lingkungan tidak disertakan.

Kriteria eksklusi meliputi artikel tanpa teks lengkap, laporan opini, editorial, serta studi yang tidak secara spesifik dilakukan di lingkungan pasar tradisional.

Proses Seleksi Studi

Proses seleksi dilakukan dalam empat tahap sesuai alur PRISMA, yaitu identifikasi, penyaringan judul dan abstrak, penilaian kelayakan teks lengkap, serta inklusi akhir. Duplikasi dihapus menggunakan perangkat lunak manajemen referensi. Dua peneliti secara 70anjang7070y70 melakukan penyaringan dan apabila terjadi perbedaan pendapat, dilakukan diskusi hingga tercapai 70anjang7070.

Ekstraksi Data

Data yang diekstraksi meliputi nama penulis, tahun publikasi, lokasi penelitian, desain studi, jenis paparan lingkungan, metode pengukuran, populasi sasaran, parameter risiko, serta hasil utama. Variabel risiko seperti hazard quotient, hazard index, estimasi excess lifetime cancer risk, dan konsentrasi polutan udara dicatat untuk memungkinkan analisis komparatif antar studi.

Penilaian Kualitas Metodologis

Kualitas metodologis studi observasional dinilai menggunakan *Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Checklist* untuk studi cross-sectional dan studi observasional lainnya (Moola et al., 2020). Untuk penelitian berbasis analisis risiko kesehatan lingkungan, konsistensi parameter paparan, asumsi dosis-respons, serta transparansi perhitungan risiko turut dievaluasi. Studi dengan kualitas rendah tetap dilaporkan namun diberikan interpretasi hati-hati dalam sintesis.

Sintesis Data

Sintesis dilakukan secara naratif dan tematik dengan mengelompokkan hasil berdasarkan jenis paparan, yaitu biologis, kimia, dan partikulat. Apabila data kuantitatif homogen tersedia, dilakukan perbandingan deskriptif terhadap nilai hazard quotient dan

estimasi risiko karsinogenik. Pendekatan ini memungkinkan integrasi lintas jenis bahaya dalam satu kerangka *health risk assessment* sebagaimana direkomendasikan dalam literatur evaluasi risiko lingkungan.¹¹

Pendekatan sistematis ini bertujuan menghasilkan gambaran menyeluruh mengenai pola risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional serta memberikan dasar ilmiah bagi penguatan kebijakan sanitasi dan pengendalian pajanan di lingkungan pasar.

HASIL

Pencarian awal menghasilkan 326 artikel. Setelah penghapusan duplikasi sebanyak 74 artikel, tersisa 252 artikel yang disaring berdasarkan judul dan abstrak. Sebanyak 37 artikel kemudian dinilai teks lengkapnya dan 12 artikel memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis.

Tabel 1. Karakteristik Studi yang Disertakan

Penulis (Tahun)	Judul	Lokasi	Desain	Jurnal
Hutabarat et al. (2023)	Penilaian Kondisi Sanitasi dan Cemaran <i>E. coli</i> pada Limbah Cair di Pasar Tradisional Kota Pontianak	Pontianak, Indonesia	Observasional dengan uji laboratorium	Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah
Wei et al. (2021)	Investigation of Airborne Bioaerosols and Endotoxins in Indoor Traditional Wet Markets	Taiwan	Pengukuran eksperimental kualitas udara	International Journal of Environmental Research and Public Health
Widyastuti & Riyanto (2023)	Keberadaan <i>Candida albicans</i> dengan Sanitasi Toilet Umum di Pasar Tradisional Kota Bekasi	Bekasi, Indonesia	Studi observasional	BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu
Amyati & Wijayanti (2022)	Kualitas Air Sumur Berdasarkan Pemeriksaan Mikrobiologis di Pasar Tradisional	Indonesia	Uji laboratorium mikrobiologi	Faletehan Health Journal
Gusti (2019)	Health Risk Assessment of Inhalation Exposure to SO ₂ and NO ₂ Among Traders in a Traditional Market	Indonesia	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Public Health of Indonesia
Pamungkas et al. (2017)	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan CO Melalui Inhalasi pada Pedagang	Semarang, Indonesia	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Jurnal Kesehatan Masyarakat
Juhanda et al. (2024)	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Pajanan CO pada Pedagang	Kendari, Indonesia	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Medika Alkhairaat
Mandjurungi et al. (2025)	Mapping of Environmental Health Risks Due to CO Exposure Among Traders	Manado, Indonesia	ARKL dengan analisis spasial	International Journal of Natural and Health Sciences
Wibisono et al. (2025)	Meta Analisis Risiko Kesling Akibat Pajanan CO pada Pedagang	Indonesia	Meta-analisis	An-Nadaa

Penulis (Tahun)	Judul	Lokasi	Desain	Jurnal
Lestari et al. (2019)	Analisis Risiko Karsinogenik Paparan PM10 terhadap Pedagang di Kelurahan Pasar Jambi	Jambi, Indonesia	ARKL dan estimasi <i>excess lifetime cancer risk</i>	Dampak
Handika et al. (2019)	Analisis Risiko Non Karsinogenik Paparan PM10 di Kawasan Komersial Kota Jambi	Jambi, Indonesia	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Jurnal Serambi Engineering
Izwara et al. (2023)	Sanitasi Lingkungan di Pasar Tradisional	Indonesia	Survei dan observasi sanitasi	HIGEIA

Tabel 1 menyajikan karakteristik studi yang diikutsertakan dalam systematic literature review mengenai risiko kesehatan lingkungan pada pedagang dan pengunjung pasar tradisional. Berdasarkan hasil seleksi literatur, terdapat 12 studi yang memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam kajian ini. Studi-studi tersebut berasal dari berbagai wilayah, dengan mayoritas penelitian dilakukan di Indonesia, seperti di Pontianak, Bekasi, Semarang, Kendari, Manado, dan Jambi, sementara satu penelitian internasional dilakukan di Taiwan. Sebaran lokasi penelitian ini menunjukkan bahwa isu risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional menjadi perhatian baik pada konteks nasional maupun internasional, terutama di wilayah dengan karakteristik pasar yang padat aktivitas dan memiliki keterbatasan infrastruktur sanitasi.

Dari sisi desain penelitian, 72anjang72 besar studi menggunakan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), yang diterapkan untuk menilai potensi risiko paparan polutan udara seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), serta partikulat PM10. Selain itu, beberapa penelitian menggunakan metode observasional dengan dukungan uji laboratorium untuk mengevaluasi kontaminasi mikrobiologis pada limbah, air, dan fasilitas sanitasi pasar. Penelitian lainnya menggunakan pengukuran eksperimental kualitas udara untuk mengidentifikasi keberadaan bioaerosol di lingkungan pasar. Satu studi juga menggunakan pendekatan meta-analisis untuk mensintesis hasil penelitian terkait paparan karbon monoksida pada pedagang pasar.

Jika dilihat dari fokus bahaya lingkungan yang diteliti, literatur yang teridentifikasi dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama. Pertama, penelitian yang

mengevaluasi risiko biologis, seperti kontaminasi *Escherichia coli*, keberadaan *Candida albicans*, serta bioaerosol di udara pasar. Kedua, penelitian yang menilai risiko kimia akibat paparan gas pencemar udara, khususnya karbon monoksida, sulfur dioksida, dan nitrogen dioksida yang umumnya berkaitan dengan aktivitas lalu lintas di sekitar pasar. Ketiga, penelitian yang mengkaji paparan partikulat seperti PM10 yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan respiratori maupun karsinogenik.

Karakteristik studi juga menunjukkan bahwa 72anjang72 besar penelitian berfokus pada pedagang pasar sebagai populasi utama yang terpapar, terutama karena durasi aktivitas kerja yang 72anjang dan paparan lingkungan yang bersifat kronis. Sebaliknya, pengunjung pasar 72anjang72 jarang dianalisis secara kuantitatif dalam kerangka analisis risiko kesehatan lingkungan, meskipun kelompok ini mencakup populasi rentan seperti anak-anak dan lansia. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian dalam memahami secara komprehensif beban risiko kesehatan lingkungan pada seluruh populasi yang beraktivitas di pasar tradisional.

Secara keseluruhan, variasi desain penelitian dan fokus bahaya lingkungan yang teridentifikasi dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa studi mengenai risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional masih bersifat 72anjang72y dan cenderung terfragmentasi berdasarkan jenis paparan tertentu. Oleh karena itu, sintesis sistematis terhadap berbagai temuan tersebut menjadi penting untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola risiko kesehatan lingkungan pada pedagang dan pengunjung pasar tradisional serta implikasinya terhadap kebijakan pengelolaan sanitasi dan

pengendalian paparan lingkungan di pasar tradisional.

Untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional, studi-studi yang telah diseleksi kemudian dianalisis dan disintesis berdasarkan tujuan penelitian, pendekatan metodologi, serta temuan utama yang dilaporkan. Sintesis ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bahaya lingkungan yang dominan, jalur paparan yang

relevan, serta implikasi kesehatan yang ditemukan pada populasi yang beraktivitas di pasar tradisional, khususnya pedagang dan pengunjung. Melalui proses ini, berbagai temuan dari penelitian yang berbeda dapat dibandingkan dan diintegrasikan sehingga memberikan pemahaman yang lebih sistematis mengenai karakteristik risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional. Hasil sintesis tersebut disajikan secara ringkas pada Tabel 2.

Tabel 2. Sintesis Studi Risiko Kesehatan Lingkungan pada Pedagang dan Pengunjung Pasar Tradisional

Penulis (Tahun)	Tujuan	Desain	Temuan Utama
Hutabarat et al. (2023)	Menilai kondisi sanitasi dan cemaran mikrobiologis limbah cair di pasar tradisional	Studi observasional dengan uji laboratorium mikrobiologi	Ditemukan kontaminasi <i>Escherichia coli</i> pada limbah cair pasar yang menunjukkan adanya kontaminasi fekal dan sanitasi lingkungan yang kurang memadai
Wei et al. (2021)	Mengukur konsentrasi bioaerosol dan endotoksin di pasar basah sebelum dan selama operasional	Pengukuran eksperimental kualitas udara	Konsentrasi bioaerosol dan endotoksin meningkat signifikan selama operasional pasar, menunjukkan potensi paparan biologis melalui inhalasi
Widyastuti & Riyanto (2023)	Menganalisis hubungan sanitasi toilet umum dengan keberadaan mikroorganisme	Studi observasional	<i>Candida albicans</i> ditemukan pada fasilitas toilet dengan sanitasi rendah, menunjukkan risiko biologis pada fasilitas sanitasi pasar
Amyati & Wijayanti (2022)	Menilai kualitas mikrobiologis air sumur yang digunakan di pasar tradisional	Uji laboratorium mikrobiologi air	Sebagian sampel air sumur tidak memenuhi standar mikrobiologis sehingga berpotensi menimbulkan risiko kesehatan
Gusti (2019)	Menilai risiko kesehatan akibat inhalasi SO ₂ dan NO ₂ pada pedagang pasar	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Nilai hazard quotient mendekati atau melebihi batas aman pada 73 anjang 73 paparan kronis
Pamungkas et al. (2017)	Menghitung risiko inhalasi karbon monoksida pada pedagang pasar	ARKL	Paparan CO jangka 73 anjang meningkatkan nilai hazard quotient dan berpotensi menimbulkan risiko non-karsinogenik
Juhanda et al. (2024)	Menganalisis risiko kesehatan akibat paparan CO pada pedagang pasar	ARKL	Hasil menunjukkan potensi risiko non-karsinogenik akibat paparan karbon monoksida
Mandjurungi et al. (2025)	Memetakan distribusi risiko paparan CO pada pedagang pasar	ARKL dan analisis spasial	Risiko paparan CO bervariasi antar lokasi kios dan meningkat pada area dengan lalu lintas padat
Wibisono et al. (2025)	Mensintesis hasil penelitian terkait risiko CO pada pedagang	Meta-analisis	Sebagian besar studi menunjukkan nilai hazard quotient mendekati atau melebihi ambang aman

Penulis (Tahun)	Tujuan	Desain	Temuan Utama
Lestari et al. (2019)	Menghitung risiko karsinogenik akibat paparan PM10 pada pedagang pasar	ARKL dengan estimasi <i>excess lifetime cancer risk</i>	Paparan PM10 menunjukkan potensi risiko karsinogenik yang memerlukan perhatian pengendalian
Handika et al. (2019)	Menilai risiko non-karsinogenik akibat paparan PM10 di kawasan komersial	ARKL	Nilai hazard quotient menunjukkan potensi risiko gangguan respirasi
Nainggolan & Suprptini (2012)	Mengevaluasi kondisi sanitasi pasar tradisional	Studi observasional deskriptif	Sebagian besar pasar belum memenuhi standar sanitasi lingkungan yang ditetapkan
Izwara et al. (2023)	Menganalisis kondisi sanitasi lingkungan di pasar tradisional	Survei dan observasi sanitasi	Fasilitas sanitasi pasar masih belum sesuai dengan prinsip higiene lingkungan

Risiko Sanitasi Lingkungan Pasar Tradisional

Sanitasi lingkungan pasar tradisional merupakan determinan struktural utama dalam pembentukan risiko kesehatan lingkungan bagi pedagang dan pengunjung. Sintesis literatur menunjukkan bahwa sebagian besar pasar tradisional di Indonesia masih menghadapi permasalahan mendasar pada aspek pengelolaan limbah cair, drainase, penyediaan air bersih, pengelolaan sampah padat, serta ketersediaan dan kebersihan fasilitas sanitasi seperti toilet umum dan tempat cuci tangan. Kondisi ini berdampak langsung pada meningkatnya potensi paparan biologis dan kimia melalui media air, permukaan, maupun udara mikro lingkungan.

Studi di Kabupaten Sragen dan Gianyar menunjukkan bahwa banyak komponen sanitasi pasar belum memenuhi indikator pasar sehat, terutama pada aspek drainase dan pengelolaan limbah cair.¹ Temuan serupa dilaporkan oleh Izwara et al. (2023) yang mengidentifikasi rendahnya kepatuhan terhadap prinsip higiene lingkungan dan pengelolaan sampah yang belum sistematis di pasar tradisional. Penelitian di Pontianak juga menemukan bahwa kondisi sanitasi yang kurang memadai berkorelasi dengan adanya cemaran *Escherichia coli* pada limbah cair pasar, yang menunjukkan potensi kontaminasi fekal.³

Temuan internasional mendukung pola yang sama. Investigasi bioaerosol di pasar basah dalam ruang di Taiwan menunjukkan bahwa aktivitas pasar meningkatkan konsentrasi bioaerosol dan endotoksin, yang

berkaitan erat dengan kebersihan lingkungan dan sistem ventilasi.⁴ Hal ini menegaskan bahwa sanitasi tidak hanya terkait aspek air dan limbah, tetapi juga kualitas udara mikro dalam bangunan pasar. Kontaminasi Mikrobiologis pada Air, Limbah, dan Udara

Kontaminasi mikrobiologis merupakan salah satu risiko biologis utama di lingkungan pasar tradisional. Sintesis literatur menunjukkan bahwa media air, limbah cair, permukaan fasilitas, serta udara mikro lingkungan pasar berpotensi menjadi reservoir dan jalur transmisi mikroorganisme patogen. Risiko ini tidak hanya berdampak pada pedagang sebagai kelompok dengan durasi paparan panjang, tetapi juga pada pengunjung yang terpapar secara intermiten melalui inhalasi, kontak tangan-mulut, maupun konsumsi pangan.

Penelitian di Kota Pontianak menemukan adanya cemaran *Escherichia coli* pada limbah cair pasar tradisional, yang mengindikasikan kontaminasi fekal dan potensi risiko penyakit berbasis air (Hutabarat et al., 2023). Temuan ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan limbah yang kurang optimal dapat meningkatkan peluang paparan mikroorganisme patogen melalui kontak langsung maupun aerosol sekunder dari genangan limbah.

Selain media air, udara mikro lingkungan pasar juga berperan sebagai jalur pajanan biologis. Studi eksperimental di pasar basah dalam ruang di Taiwan menunjukkan peningkatan signifikan konsentrasi bioaerosol dan endotoksin selama jam operasional dibandingkan sebelum pasar dibuka.⁴

Peningkatan ini dikaitkan dengan aktivitas manusia, kepadatan pengunjung, serta ventilasi yang tidak memadai. Paparan bioaerosol melalui inhalasi berpotensi menimbulkan gangguan saluran pernapasan, iritasi, maupun respons inflamasi.

Studi lain menunjukkan bahwa sanitasi fasilitas umum seperti toilet pasar juga berkorelasi dengan keberadaan mikroorganisme oportunistik seperti *Candida albicans*, yang mencerminkan risiko kontaminasi permukaan dan transmisi kontak tidak langsung.¹² Selain itu, kualitas air sumur di lingkungan pasar tradisional yang tidak memenuhi standar mikrobiologis semakin memperkuat bukti bahwa risiko biologis dapat berasal dari berbagai media lingkungan.¹³

Secara metodologis, sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan uji laboratorium mikrobiologi dan observasional tanpa integrasi dengan analisis risiko kuantitatif seperti microbial risk assessment. Hal ini menunjukkan adanya peluang pengembangan penelitian untuk menghubungkan konsentrasi mikroorganisme dengan estimasi probabilitas infeksi atau beban penyakit.

Paparan Gas Pencemar Udara dan Risiko Non-Karsinogenik

Paparan gas pencemar udara merupakan salah satu risiko kimia dominan di lingkungan pasar tradisional, terutama pada pasar yang berlokasi di kawasan dengan kepadatan lalu lintas tinggi atau berada di tepi jalan raya. Sintesis literatur menunjukkan bahwa karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO₂) menjadi polutan utama yang diukur dalam berbagai studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Paparan tersebut terutama terjadi melalui jalur inhalasi dan berdampak pada risiko non-karsinogenik, khususnya gangguan sistem respirasi dan kardiovaskular.

Penelitian oleh Gusti (2019) menunjukkan bahwa paparan SO₂ dan NO₂ pada pedagang pasar tradisional menghasilkan nilai hazard quotient yang mendekati atau melebihi batas aman, terutama pada kelompok dengan durasi kerja harian yang panjang. Studi ARKL pada pedagang di sekitar pasar di Jawa Tengah juga menemukan bahwa paparan CO melalui inhalasi dapat menghasilkan nilai hazard quotient yang signifikan, terutama pada skenario paparan jangka panjang.⁶

Penelitian yang lebih mutakhir menunjukkan pola serupa di berbagai kota. Juhanda et al. (2024) melaporkan bahwa pedagang di sekitar pasar dengan lalu lintas padat memiliki nilai hazard quotient CO yang berisiko terhadap efek non-karsinogenik. Mandjurungi et al. (2025) melalui pendekatan pemetaan spasial menunjukkan adanya variasi risiko CO berdasarkan lokasi kios dan jarak terhadap sumber emisi kendaraan. Selain itu, meta-analisis oleh Wibisono et al. (2025) mengonfirmasi bahwa sebagian besar studi ARKL pada pedagang pasar menunjukkan kecenderungan nilai hazard quotient mendekati atau melebihi satu pada skenario paparan kronis.

Secara metodologis, sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan ARKL berbasis asumsi parameter standar seperti laju inhalasi, durasi paparan, dan berat badan rata-rata dewasa. Namun, variasi asumsi tersebut menyebabkan heterogenitas nilai hazard quotient antar studi. Selain itu, sebagian besar penelitian hanya mengevaluasi satu jenis gas, sehingga belum mempertimbangkan efek kombinasi multipolutan yang mungkin bersifat sinergis.

Paparan Partikulat dan Risiko Karsinogenik

Paparan partikulat, khususnya particulate matter berukuran ≤ 10 mikrometer (PM₁₀), merupakan salah satu risiko fisik-kimia penting di lingkungan pasar tradisional yang berlokasi di kawasan komersial terbuka dan padat lalu lintas. Partikulat dapat berasal dari emisi kendaraan bermotor, aktivitas bongkar muat, debu jalan, serta pembakaran tidak sempurna di sekitar area pasar. Sintesis literatur menunjukkan bahwa pedagang sebagai kelompok dengan paparan kronis memiliki potensi risiko kesehatan jangka panjang, termasuk risiko karsinogenik dan gangguan sistem respirasi.

Penelitian di Kelurahan Pasar Jambi menunjukkan bahwa paparan PM₁₀ pada pedagang menghasilkan estimasi excess lifetime cancer risk yang berada pada kategori perlu perhatian pengendalian lingkungan (Lestari et al., 2019). Selain estimasi risiko karsinogenik, studi tersebut juga menghitung parameter non-karsinogenik melalui hazard quotient yang menunjukkan potensi dampak

terhadap kesehatan respirasi dalam skenario paparan jangka panjang.

Penelitian lain di kawasan komersial Kota Jambi melaporkan risiko non-karsinogenik akibat paparan PM10 yang dipengaruhi oleh konsentrasi partikulat dan durasi paparan harian.¹⁴ Meskipun tidak seluruh nilai melebihi ambang batas aman, hasil tersebut menunjukkan bahwa paparan kronis dalam jangka waktu bertahun-tahun berpotensi meningkatkan risiko kesehatan.

Secara metodologis, sebagian besar studi menggunakan pendekatan ARKL dengan parameter standar seperti laju inhalasi dewasa dan durasi paparan tahunan. Namun, variasi konsentrasi PM10 antar waktu dan musim belum banyak dievaluasi. Selain itu, belum banyak studi yang mengintegrasikan paparan partikulat dengan polutan gas dalam satu model multipolutan, sehingga estimasi risiko kemungkinan masih bersifat parsial.

Variasi Spasial dan Kontekstual Risiko

Variasi spasial dan kontekstual risiko merupakan temuan penting dalam kajian risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional. Sintesis literatur menunjukkan bahwa tingkat paparan polutan dan besaran risiko kesehatan tidak terdistribusi secara merata di dalam maupun di sekitar pasar, melainkan dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan seperti kepadatan lalu lintas, posisi kios terhadap sumber emisi, sistem ventilasi, serta tata letak bangunan.

Studi pemetaan risiko paparan karbon monoksida pada pedagang di Pasar Bersehati, Manado, menunjukkan adanya perbedaan nilai hazard quotient antar lokasi kios, dengan risiko lebih tinggi pada area yang berdekatan dengan jalan utama dan pintu masuk pasar.⁸ Variasi ini berkaitan dengan intensitas kendaraan bermotor dan sirkulasi udara yang kurang optimal di beberapa titik pasar.

Temuan serupa dilaporkan pada analisis risiko paparan CO di kawasan sekitar pasar di Semarang, di mana pedagang yang beraktivitas di sepanjang jalan utama menunjukkan estimasi risiko lebih tinggi dibandingkan area yang lebih terlindung.⁶ Penelitian lain juga menunjukkan bahwa paparan SO₂ dan NO₂ pada pedagang pasar tradisional dipengaruhi oleh kedekatan dengan sumber emisi kendaraan dan kondisi ventilasi lingkungan pasar.¹⁵

Secara metodologis, penggunaan pendekatan pemetaan spasial dalam beberapa studi merupakan perkembangan penting dalam analisis risiko kesehatan lingkungan. Namun, integrasi data spasial dengan parameter mikroklimat seperti kecepatan angin, suhu, dan kelembapan masih terbatas. Pengembangan model spasial yang lebih komprehensif dapat meningkatkan akurasi estimasi risiko dan membantu perencanaan intervensi berbasis lokasi.

Dominasi Studi pada Pedagang dan Minimnya Kajian pada Pengunjung

Sintesis literatur menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional berfokus pada pedagang sebagai populasi dengan paparan kronis. Pendekatan ini umumnya menggunakan kerangka Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) berbasis inhalasi untuk menghitung *hazard quotient* dan estimasi risiko jangka panjang. Sebaliknya, pengunjung pasar yang terpapar secara intermiten jarang dianalisis secara kuantitatif, meskipun kelompok ini mencakup populasi rentan seperti anak-anak, lansia, dan individu dengan komorbiditas.

Penelitian ARKL paparan karbon monoksida pada pedagang di Semarang menunjukkan estimasi risiko non-karsinogenik pada skenario paparan jangka panjang (Pamungkas et al., 2017). Studi serupa terkait paparan SO₂ dan NO₂ juga menitikberatkan pada pedagang sebagai subjek utama (Gusti, 2019). Penelitian pemetaan risiko CO di Manado memperkuat pola ini dengan fokus eksklusif pada pedagang (Mandjurungi et al., 2025). Bahkan meta-analisis terbaru mengenai risiko paparan CO di pasar tradisional hanya mensintesis hasil pada pedagang tanpa memasukkan kelompok pengunjung (Wibisono et al., 2025).

Di sisi lain, studi mengenai bioaerosol di pasar basah dalam ruang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi partikel biologis terjadi selama operasional pasar (Wei et al., 2021), namun analisis risiko kuantitatif terhadap

pengunjung tidak dilakukan. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan evidensi terkait beban risiko pada populasi non-pekerja yang tetap terpapar. Tabel 6 menunjukkan konsistensi bahwa populasi pedagang menjadi fokus utama dalam penelitian risiko kesehatan lingkungan pasar tradisional. Hal ini dapat dipahami karena pedagang mengalami paparan kronis dengan durasi kerja harian yang panjang. Namun, pendekatan ini berpotensi menciptakan bias evidensi dengan mengabaikan kelompok pengunjung yang meskipun terpapar dalam durasi lebih singkat, dapat memiliki kerentanan biologis lebih tinggi.

Dalam kerangka *risk assessment*, risiko ditentukan oleh kombinasi dosis dan kerentanan individu. Anak-anak dan lansia memiliki kapasitas fisiologis berbeda dalam merespons polutan udara dan agen biologis. Literatur global menunjukkan bahwa paparan jangka pendek terhadap polutan udara dapat meningkatkan risiko eksaserbasi asma dan gangguan kardiovaskular pada kelompok rentan.¹⁶ Dengan demikian, durasi pajanan yang lebih singkat tidak selalu berarti risiko lebih rendah, terutama bila dikombinasikan dengan kerentanan biologis.

Ketiadaan estimasi risiko kuantitatif pada pengunjung menunjukkan keterbatasan desain penelitian yang dominan berorientasi pada kesehatan kerja informal, bukan kesehatan masyarakat secara luas. Padahal, pasar tradisional adalah ruang publik dengan interaksi lintas kelompok usia. Tanpa integrasi data pengunjung, estimasi beban risiko populasi secara keseluruhan menjadi tidak lengkap.

Fragmentasi Pendekatan Risiko dan Ketiadaan Sintesis Multi-Hazard

Sintesis literatur menunjukkan bahwa penelitian mengenai risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional masih didominasi oleh pendekatan parsial yang mengevaluasi satu jenis bahaya secara terpisah. Studi berbasis mikrobiologi umumnya berfokus pada kontaminasi *Escherichia coli* pada limbah cair atau kualitas air (Hutabarat et al., 2023; Amyati & Wijayanti, 2022), sementara penelitian kualitas udara lebih banyak menilai paparan gas pencemar seperti karbon monoksida, sulfur dioksida, dan nitrogen dioksida menggunakan pendekatan Analisis

Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).^{5,6} Di sisi lain, kajian partikulat seperti PM10 dievaluasi secara terpisah dalam kerangka risiko karsinogenik dan non-karsinogenik.^{7,14}

Meskipun masing-masing studi memberikan kontribusi penting, pendekatan tersebut belum terintegrasi dalam kerangka multi-hazard health risk assessment yang mempertimbangkan interaksi antar bahaya biologis, kimia, dan fisik dalam satu sistem lingkungan pasar. Bahkan meta-analisis yang tersedia masih terbatas pada satu jenis polutan, seperti karbon monoksida (Wibisono et al., 2025), tanpa menggabungkan risiko dari media lain seperti air, limbah, dan bioaerosol.

Pendekatan single-hazard berpotensi meremehkan estimasi risiko total. Misalnya, paparan PM10 yang mengandung komponen biologis atau logam berat dapat berinteraksi dengan paparan gas seperti NO₂ dalam memperburuk efek inflamasi saluran napas. Begitu pula sanitasi yang buruk dapat meningkatkan pembentukan gas berbahaya melalui dekomposisi limbah organik. Tanpa integrasi analisis, hubungan antar faktor risiko ini tidak teridentifikasi secara komprehensif.

Secara metodologis, perbedaan asumsi parameter ARKL, variasi desain penelitian, dan keterbatasan data longitudinal semakin memperkuat fragmentasi evidensi. Meta-analisis yang ada masih bersifat spesifik polutan dan belum menggunakan model multipolutan atau cumulative risk assessment. Hal ini menunjukkan perlunya pendekatan integratif yang menggabungkan data paparan lintas media dalam satu model estimasi risiko terpadu.

Keterbatasan Standarisasi Metodologi ARKL

Sintesis literatur menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional menggunakan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) berbasis jalur inhalasi. Namun, terdapat variasi signifikan dalam asumsi metodologis yang digunakan, terutama terkait durasi pajanan, frekuensi pajanan tahunan, laju inhalasi, berat badan referensi, serta nilai referensi dosis atau reference concentration. Variasi ini menyebabkan heterogenitas nilai hazard quotient dan estimasi risiko karsinogenik antar studi, sehingga

menyulitkan komparabilitas dan generalisasi hasil lintas wilayah.

Penelitian paparan karbon monoksida pada pedagang di Semarang menggunakan asumsi durasi kerja harian dan lama paparan tahunan yang berbeda dibandingkan studi serupa di lokasi lain (Pamungkas et al., 2017). Studi Gusti (2019) dalam evaluasi paparan SO₂ dan NO₂ juga menggunakan parameter inhalasi dan nilai referensi dosis yang disesuaikan dengan literatur tertentu, yang belum tentu identik dengan asumsi yang digunakan dalam penelitian lain. Pada kajian paparan PM₁₀, Lestari et al. (2019) menghitung excess lifetime cancer risk dengan asumsi paparan jangka panjang, sementara Handika et al. (2019) lebih menitikberatkan pada risiko non-karsinogenik tanpa integrasi skenario paparan kumulatif.

Meta-analisis risiko paparan CO oleh Wibisono et al. (2025) menunjukkan adanya variasi signifikan antar studi dalam parameter input ARKL, yang berkontribusi terhadap perbedaan estimasi hazard quotient. Heterogenitas ini tidak hanya disebabkan oleh perbedaan konsentrasi polutan, tetapi juga oleh variasi asumsi metodologis dan sumber nilai referensi toksikologis. Variasi metodologi ARKL menunjukkan bahwa belum terdapat standar nasional yang seragam dalam perhitungan risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional. Perbedaan asumsi durasi paparan, misalnya 8 jam per hari versus 10 jam per hari, atau 250 hari kerja per tahun versus 300 hari, dapat menghasilkan perbedaan signifikan dalam estimasi intake dan nilai hazard quotient.

Selain itu, penggunaan nilai reference concentration dari sumber berbeda seperti US EPA atau literatur lain dapat menyebabkan inkonsistensi interpretasi risiko. Dalam beberapa studi, parameter berat badan dan laju inhalasi menggunakan nilai rata-rata dewasa umum, tanpa mempertimbangkan variasi karakteristik populasi lokal. Hal ini berpotensi menghasilkan estimasi risiko yang kurang representatif terhadap kondisi nyata pedagang atau pengunjung pasar.

Keterbatasan lain adalah minimnya pendekatan cumulative risk assessment yang mengintegrasikan beberapa polutan dalam satu model perhitungan. Sebagian besar studi menghitung hazard quotient secara terpisah untuk setiap polutan tanpa menghitung hazard index kumulatif secara sistematis. Kondisi ini

menghambat kemampuan untuk menilai risiko total secara komprehensif.

PEMBAHASAN

Temuan systematic review ini menunjukkan bahwa risiko kesehatan lingkungan di pasar tradisional bersifat multipaparan dan dipengaruhi oleh determinan struktural seperti sanitasi, kualitas udara, tata ruang, serta karakteristik aktivitas pasar. Hasil ini sejalan dengan kerangka teori kesehatan lingkungan yang menempatkan lingkungan fisik sebagai determinan utama dalam model *environmental health risk assessment*, di mana interaksi antara sumber bahaya, jalur paparan, dan populasi rentan membentuk spektrum risiko kesehatan (Higgins et al., 2022). Dalam konteks pasar tradisional, sanitasi yang tidak memenuhi standar terbukti menjadi faktor hulu yang memediasi risiko biologis dan kimia, sebagaimana ditegaskan dalam pendekatan *source-pathway-receptor framework* yang banyak digunakan dalam penilaian risiko lingkungan modern.

Temuan mengenai sanitasi yang belum optimal dan keberadaan cemaran mikrobiologis pada limbah cair pasar konsisten dengan penelitian terkini yang menekankan bahwa sistem pengelolaan limbah dan air bersih di fasilitas publik merupakan determinan utama penyakit berbasis lingkungan.¹⁷ Studi internasional terbaru juga menunjukkan bahwa fasilitas publik dengan ventilasi dan sanitasi yang buruk memiliki risiko lebih tinggi terhadap paparan bioaerosol dan agen infeksius.¹⁸ Dialog antara temuan review ini dan literatur global memperkuat argumen bahwa pasar tradisional sebagai ruang semi-terbuka dengan kepadatan aktivitas tinggi merupakan mikro-lingkungan dengan risiko transmisi biologis yang signifikan.

Paparan gas pencemar udara seperti CO, SO₂, dan NO₂ yang ditemukan dalam berbagai studi ARKL pada pedagang pasar selaras dengan bukti epidemiologis terbaru yang menunjukkan bahwa paparan kronis polutan udara ambien berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan kardiovaskular dan respirasi.¹⁹ Laporan *Global Air Quality Guidelines* menegaskan bahwa bahkan konsentrasi polutan di bawah ambang batas nasional dapat memberikan dampak kesehatan pada populasi rentan.²⁰ Dalam konteks pasar tradisional, pedagang sebagai kelompok

dengan paparan kronis menghadapi risiko kumulatif yang sering kali tidak terdeteksi dalam sistem surveilans kesehatan kerja informal. Dengan demikian, temuan ini memperluas diskursus kesehatan kerja informal dalam literatur kesehatan lingkungan nasional.

Temuan terkait paparan partikulat dan estimasi risiko karsinogenik memperkuat bukti bahwa lingkungan komersial terbuka di kawasan padat lalu lintas berkontribusi terhadap peningkatan risiko jangka panjang. Penelitian lima tahun terakhir menunjukkan bahwa paparan PM10 dan PM2.5 memiliki hubungan kausal dengan kanker paru dan penyakit paru obstruktif kronik melalui mekanisme inflamasi sistemik.¹⁶ Meskipun sebagian besar studi pada pasar tradisional menggunakan pendekatan ARKL berbasis asumsi standar, dialog dengan literatur global menunjukkan perlunya integrasi pendekatan multipolutan untuk menghindari underestimation risiko kumulatif.

Variasi spasial risiko yang teridentifikasi dalam review ini juga konsisten dengan pendekatan *environmental exposure science* terbaru yang menekankan pentingnya analisis berbasis lokasi dan konteks mikro lingkungan.²¹ Bukti dari jurnal terindeks Scopus menunjukkan bahwa distribusi polutan di ruang publik dipengaruhi oleh ventilasi, morfologi bangunan, dan konfigurasi jalan.²² Oleh karena itu, hasil review ini menegaskan bahwa desain tata ruang pasar tradisional harus dipandang sebagai intervensi kesehatan lingkungan, bukan sekadar aspek arsitektural.

Keterbatasan standarisasi metodologi ARKL yang ditemukan dalam review ini juga menjadi isu metodologis penting. Literatur terbaru mendorong harmonisasi parameter paparan dan penggunaan pendekatan cumulative risk assessment untuk meningkatkan komparabilitas hasil lintas studi.²³ Tanpa standarisasi, interpretasi hazard quotient antar wilayah menjadi kurang reliabel dan dapat menghambat penyusunan kebijakan berbasis bukti. Dalam konteks Indonesia, kebutuhan pedoman nasional ARKL untuk lingkungan pasar tradisional menjadi urgensi strategis.

Implikasi penelitian ini bersifat multidimensional. Pada level kebijakan, temuan ini mendukung penguatan regulasi pasar sehat yang tidak hanya berbasis inspeksi sanitasi, tetapi juga berbasis analisis risiko

multipaparan. Pada level tata ruang, hasil review ini menekankan perlunya integrasi kebijakan transportasi dan desain pasar untuk mengurangi paparan gas dan partikulat. Pada level metodologis, penelitian ini mendorong pengembangan model multi-hazard health risk assessment yang mengintegrasikan risiko biologis, kimia, dan fisik dalam satu kerangka evaluasi terpadu.

Kontribusi utama systematic review ini adalah penyediaan sintesis komprehensif pertama yang menggabungkan risiko sanitasi, kontaminasi mikrobiologis, paparan gas pencemar, partikulat, variasi spasial, serta keterbatasan metodologi ARKL dalam satu kerangka konseptual kesehatan lingkungan pasar tradisional. Dengan pendekatan integratif ini, penelitian ini tidak hanya memperluas basis evidensi nasional, tetapi juga memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan cumulative environmental risk assessment pada sektor informal. Temuan ini menjadi landasan ilmiah bagi transformasi pasar tradisional menuju lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan berbasis bukti ilmiah terkini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil tinjauan sistematis risiko kesehatan lingkungan pada pedagang dan pengunjung pasar tradisional menunjukkan bahwa pasar tradisional merupakan mikro-lingkungan dengan risiko kesehatan lingkungan multipaparan yang signifikan, meliputi risiko biologis, kimia, dan partikulat yang saling berinteraksi dalam konteks sanitasi dan tata ruang yang belum optimal. Sanitasi yang tidak memenuhi standar terbukti menjadi determinan struktural yang memperkuat kontaminasi mikrobiologis pada air, limbah, dan udara, sementara paparan gas pencemar seperti CO, SO₂, dan NO₂ serta partikulat PM10 pada pedagang dengan durasi kerja panjang menunjukkan potensi risiko non-karsinogenik dan karsinogenik jangka panjang. Variasi spasial risiko berdasarkan ventilasi, kepadatan lalu lintas, dan lokasi kios menegaskan bahwa besaran risiko bersifat kontekstual. Temuan ini menunjukkan bahwa risiko pada pedagang sebagai kelompok paparan kronis kemungkinan lebih besar dari asumsi kebijakan sanitasi konvensional yang belum berbasis analisis risiko kuantitatif.

Secara ilmiah, studi ini memperkuat bukti tentang kompleksitas risiko kesehatan

lingkungan di sektor informal sekaligus menggugat pendekatan fragmentaris yang menilai bahaya secara terpisah. Dengan mengintegrasikan risiko biologis, kimia, dan partikulat dalam kerangka multi-hazard health risk assessment, penelitian ini memperkenalkan perspektif cumulative risk assessment pada konteks pasar tradisional dan memperkaya diskursus kesehatan lingkungan nasional. Meskipun dibatasi oleh heterogenitas metodologi ARKL, dominasi desain potong lintang, dan keterbatasan data pada pengunjung pasar, hasil kajian ini menegaskan perlunya harmonisasi metodologi penilaian risiko serta penguatan kebijakan pasar sehat berbasis analisis risiko terpadu, termasuk perbaikan sanitasi, pengendalian emisi, penataan ruang, dan pemantauan kualitas lingkungan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nainggolan R, Supraptini. Sanitasi Pasar Tradisional Di Kabupaten Sragen Jawa Tengah dan Kabupaten Gianyar Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan* 2012; 11: 112–122.
2. Izwara Y, Kadaria U, Pramadita S. Sanitasi lingkungan di pasar tradisional. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)* 2023; 7: 585–597.
3. Hutabarat MEC, Jati DR, Desmaiani H. Penilaian kondisi sanitasi dan cemaran *Escherichia coli* pada limbah cair di pasar tradisional Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 2023; 11: 764–772.
4. Wei DJ, Liu WT, Chin HT, et al. An investigation of airborne bioaerosols and endotoxins present in indoor traditional wet markets before and after operation in Taiwan: A case study. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 2945.
5. Gusti A. Health risk assessment of inhalation exposure to SO₂ and NO₂ among traders in a traditional market. *Public Health of Indonesia* 2019; 5: 30–35.
6. Pamungkas RE, Sulistyani S, Rahardjo M. Analisis risiko kesehatan lingkungan akibat paparan karbon monoksida melalui inhalasi pada pedagang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 2017; 5: 824–831.
7. Lestari RA, Handika RA, Purwaningrum SI. Analisis risiko karsinogenik paparan PM₁₀ terhadap pedagang di Kelurahan Pasar Jambi. *Dampak* 2019; 16: 59–65.
8. Mandjurungi N, Sumampouw OJ, Sondakh RC. Mapping of environmental health risks due to carbon monoxide exposure among traders at Bersehati Market in Manado City. *International Journal of Natural and Health Sciences* 2025; 3: 263–272.
9. Wibisono NB, Suhartono E, Al Audhah N, et al. Meta analisis: Analisis risiko kesling akibat pajanan karbon monoksida pada pedagang. 2025; 12: 149–162.
10. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372: 71.
11. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, et al. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions (Version 6.3. *Cochrane*. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.1002/9781119536604.
12. Widyastuti A, Riyanto A. Keberadaan *Candida albicans* dengan sanitasi toilet umum di pasar tradisional Kota Bekasi tahun 2017. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*; 2: 16–22.
13. Amyati A, Wijayanti N. Kualitas air sumur berdasarkan pemeriksaan mikrobiologis di pasar tradisional. *Faletehan Health Journal* 2022; 9: 240–246.
14. Handika RA, Purwaningrum SI, Lestari RA. Analisis risiko non karsinogenik pajanan PM₁₀ di kawasan komersial Kota Jambi. *Jurnal Serambi Engineering* 2019; 4: 514–521.
15. Gusti A, Arlesia A, Anshari LH. Penurunan Derajat Kesehatan Pedagang Akibat Pajanan Debu PM₁₀ di Kawasan Pasar Siteba Kota Padang. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.30597/mkmi.v14i3.4260.
16. Burnett R, Chen H, Szyszkowicz M, et al. Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter.

- Proceedings of the National Academy of Sciences* 2020; 117: 16859–16865.
17. World Health Organization. Guidelines on sanitation and health. 2022.
 18. Zhang T, Wang Z, Zhang S, et al. The sanitation in restrooms to respiratory health: modelling concentration distribution changes of bioaerosols across buildings with/without semi-open settings. *Environmental Pollution* 2025; 386: 127283.
 19. Health Effects Institute. *State of Global Air 2025: A Report on Air Pollution and Its Role in the World's Leading Causes of Death*. Boston, MA, 2025.
 20. World Health Organization. WHO global air quality guidelines. 2021.
 21. Stewart J, Beamer P, Rule A. Advances in environmental exposure science. *Environ Health Perspect* 2022; 130: 35001.
 22. Morawska L, Allen J, Bahnfleth W, et al. A paradigm shift to combat indoor respiratory infection. *Science (1979)* 2021; 372: 689–691.
 23. United States Environmental Protection Agency. Framework for cumulative risk assessment. 2022.