



MaduRanch: Jurnal Ilmu Peternakan dan Ilmu Agribisnis

DOI: 10.53712/maduranch.v11i1.2942

Pengaruh Paparan Pestisida Sintetik terhadap Kesehatan Hewan Ternak Dalam Konteks Pertanian Berkelanjutan dan PHT

Influence of Synthetic Pesticides on Livestock Health within Sustainable Agriculture and IPM

Mudastsir¹, Nhyra Kamala Putri^{2*}, Muhammad Farhan Putra Emil³, dan Agam Rizki¹

^{1,4)} Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Meureubo, Aceh Barat

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Meureubo, Aceh Barat

³⁾ Program Studi Biosains, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Meureubo, Aceh Barat

email co-author: nhyra.kamalaputri@utu.ac.id

Abstrak

Penggunaan pestisida sintetik dalam sistem pertanian intensif menimbulkan risiko terhadap kesehatan hewan ternak yang berada di sekitar lahan budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji jalur paparan pestisida sintetik terhadap hewan ternak, dampaknya terhadap kesehatan dan produktivitas, serta mengevaluasi relevansi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Kajian dilakukan melalui studi literatur dengan pendekatan tematik terhadap artikel ilmiah terindeks dalam sepuluh tahun terakhir. Hasil menunjukkan bahwa lebih dari sepuluh jenis residu pestisida, termasuk *glyphosate*, *chlorpyrifos*, *cypermethrin*, *imidacloprid*, *atrazine*, *malathion*, *DDT*, dan *lindane*, terdeteksi pada sampel ternak dan lingkungan kandang. Residu tersebut berasal dari enam golongan pestisida yaitu organofosfat, herbisida, piretroid, organoklorin, neonicotinoid, serta campuran multi-residu. Paparan terjadi melalui enam jalur utama yaitu ingestasi pakan, ingestasi air, inhalasi, kontak dermal, transmisi biologis, dan kondisi lingkungan kandang, dengan dampak berupa gangguan fisiologis pada sistem saraf, hati, dan ginjal, gangguan hematologi, respirasi, reproduksi, perkembangan embrio, serta penurunan produktivitas susu, daging, dan telur. Akumulasi residu dalam jaringan tubuh ternak akibat paparan pestisida menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, keamanan pangan, dan nilai ekonomi produk peternakan. PHT dipandang sebagai pendekatan yang relevan untuk menekan paparan tersebut melalui pengurangan frekuensi aplikasi dan penggunaan pestisida secara selektif. Oleh karena itu, diperlukan intervensi multisektor yang mencakup pengawasan, edukasi, dan dukungan kebijakan untuk memperkuat praktik pertanian-peternakan yang sehat dan berkelanjutan.

Kata Kunci: kesehatan ternak, paparan pestisida, pengendalian hama terpadu, pertanian berkelanjutan, residu kimia

Abstract

The use of synthetic pesticides in intensive agricultural systems poses risks to the health of livestock living near cultivated areas. This study examines the pathways of synthetic pesticide exposure to livestock, their impacts on animal health and productivity, and the relevance of Integrated Pest Management (IPM) in supporting sustainable agriculture. A literature review was conducted using a thematic approach to analyze peer-reviewed articles published within the last ten years. The findings show that more than ten types of pesticide residues, including glyphosate, chlorpyrifos, cypermethrin, imidacloprid, atrazine, malathion, DDT, and lindane, were detected in livestock samples and the barn environment. These

residues originated from six groups of pesticides, namely organophosphates, herbicides, pyrethroids, organochlorines, neonicotinoids, and multi-residue mixtures. Exposure occurred through six main pathways: ingestion of feed, ingestion of water, inhalation, dermal contact, biological transmission, and barn environmental conditions, with impacts including physiological disorders of the nervous system, liver, and kidneys, hematological, respiratory, reproductive, and embryonic development disorders, as well as reduced productivity of milk, meat, and eggs. The accumulation of residues in livestock tissues due to pesticide exposure has negative effects on the environment, food safety, and the economic value of livestock products. IPM is considered a relevant approach to mitigate pesticide exposure risks by minimizing application frequency and promoting selective pesticide use. Therefore, multisectoral interventions, including regulatory oversight, farmer education, and policy support, are needed to foster healthy and sustainable livestock-agriculture systems..

Keywords: chemical residues, integrated pest management, livestock health, pesticide exposure, sustainable agriculture

PENDAHULUAN

Pertanian intensif modern telah mendorong penggunaan pestisida sintetik secara luas sebagai strategi utama dalam pengendalian hama. Meskipun efektif dalam meningkatkan hasil produksi, penggunaan pestisida sintetik menimbulkan kekhawatiran serius terhadap kesehatan lingkungan dan organisme non-target, termasuk hewan ternak yang berada di sekitar lahan pertanian. Penggunaan pestisida yang tidak tepat membahayakan kesehatan petani, konsumen, dan mikroorganisme non target serta berdampak pada pencemaran lingkungan baik tanah dan air (Ibrahim & Sillehu, 2022). Hewan ternak dapat terpapar pestisida melalui berbagai jalur, seperti inhalasi udara yang tercemar, kontak langsung dengan tanaman atau tanah yang telah disemprot, serta konsumsi pakan yang mengandung residu pestisida. Paparan ini berpotensi menyebabkan gangguan fisiologis, penurunan produktivitas, dan kontaminasi produk ternak yang berdampak pada kesehatan konsumen.

Pestisida adalah salah satu zat yang perlu diawasi penggunaannya karena potensi toksik yang dimaksudkan terhadap organisme hidup. Setelah aplikasi ke lahan pertanian, residu pestisida dapat terbawa melalui rantai pasokan produk ternak (Năstăsescu et al., 2020; Rosenbaum et al., 2009). Di seluruh dunia, residu pestisida sering terdeteksi dalam produk makanan dari rantai pasokan produk ternak, termasuk tanaman, pakan ternak, tubuh ternak, dan makanan yang berasal dari hewan, terutama untuk beberapa senyawa organik yang dapat menerima bioakumulasi dalam produk ternak (Dorca-Preda et al., 2022). Karena pestisida beracun dan dirancang untuk membunuh atau mengendalikan organisme target, residu pestisida yang tersisa dalam rantai pasokan produk pertanian juga dapat menyebabkan kerusakan kesehatan pada organisme non-target (misalnya, ternak dan manusia) dan kerugian ekonomi dalam industri penggembalaan (Ramón & Lull, 2019; Tango & Ezemonye, 2015).

Menurut Setiawan and Bernik (2019) menyatakan bahwa akumulasi residu pestisida mengakibatkan pencemaran lahan pertanian. Apabila masuk ke dalam rantai makanan, sifat beracun bahan pestisida dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, mutasi, bayi lahir cacat, CAIDS (*Chemically Acquired Deficiency Syndrom*) dan sebagainya. Dalam konteks pertanian berkelanjutan, praktik penggunaan pestisida sintetik yang merusak ekosistem dan mengancam kesehatan hewan bertentangan dengan prinsip keberlanjutan yang menekankan keseimbangan antara produktivitas, kelestarian lingkungan, dan kesejahteraan sosial. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

PHT merupakan strategi pengelolaan hama yang mengintegrasikan metode biologis, mekanis, dan budidaya, serta penggunaan pestisida secara selektif dan bijaksana. PHT menunjukkan potensi mengurangi ketergantungan perlindungan tanaman terhadap pestisida (Afandhi, 2020). Penerapan PHT diyakini mampu mengurangi risiko paparan pestisida terhadap hewan ternak dan mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan pestisida sintetik terhadap kesehatan dan produktivitas hewan ternak, serta mengevaluasi potensi penerapan PHT dalam mengurangi dampak negatif pestisida dalam sistem pertanian berkelanjutan. Penelitian ini didasarkan pada teori ekotoksikologi yang menjelaskan mekanisme toksisitas bahan kimia

terhadap organisme hidup, konsep pertanian berkelanjutan yang menekankan integrasi antara aspek ekonomi, ekologi, dan sosial, serta teori bioakumulasi yang menjelaskan perpindahan zat kimia melalui rantai makanan.

METODE

Desain penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari Agustus hingga November 2025 dengan menggunakan pendekatan kualitatif melalui metode studi literatur (*library research*). Metode studi literatur ini mengacu pada pendekatan kajian ilmiah deskriptif-kualitatif sebagaimana dijelaskan oleh Snyder (2019) dan Xiao & Watson (2019). Desain penelitian bersifat eksploratif-deskriptif dengan tujuan menggali dan memetakan empat aspek utama yang menjadi fokus kajian. Aspek tersebut mencakup jalur paparan pestisida terhadap hewan ternak melalui inhalasi, ingestasi, dan kontak langsung; dampak kesehatan serta produktivitas ternak akibat paparan pestisida sintetik, termasuk gangguan reproduksi, metabolik, imunologis, dan penurunan kualitas produk ternak seperti susu, daging, dan telur; relevansi dampak paparan pestisida terhadap keberlanjutan sistem pertanian, khususnya dalam aspek keamanan pangan, kesejahteraan hewan, dan kelestarian lingkungan; serta relevansi dan potensi penerapan PHT dalam menurunkan risiko paparan pestisida terhadap hewan ternak sekaligus mendukung sistem pertanian yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Sumber Data dan Karakteristik Literatur

Data penelitian berupa data sekunder yang diperoleh dari artikel ilmiah nasional dan internasional terindeks Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink, PubMed, dan SINTA yang membahas pestisida sintetik serta dampaknya terhadap kesehatan hewan ternak, jalur paparannya, dan relevansinya terhadap pertanian berkelanjutan maupun penerapan PHT. Penelusuran literatur dilakukan melalui berbagai database daring, antara lain Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink, dan PubMed, dengan menggunakan kata kunci “synthetic pesticides,” “livestock health,” “sustainable agriculture,” “integrated pest management,” dan “bioaccumulation.” Seleksi literatur dilakukan berdasarkan relevansi topik, tahun publikasi dengan ketentuan minimal delapan puluh persen pustaka utama merupakan terbitan sepuluh tahun terakhir, serta kualitas metodologis yang memadai untuk mendukung validitas kajian.

Metode Analisis data

Analisis data dilakukan secara deskriptif-kualitatif menggunakan pendekatan tematik (*thematic analysis*). Pendekatan tematik digunakan untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menafsirkan pola atau tema utama dari berbagai literatur yang dianalisis. Metode ini bersifat fleksibel dan banyak digunakan dalam penelitian kualitatif untuk memahami hubungan antar konsep secara sistematis (Braun & Clarke, 2006). Data dari berbagai literatur dikategorikan berdasarkan jenis pestisida, jalur paparan, dampak kesehatan ternak, dampak terhadap produktivitas, serta relevansi terhadap prinsip pertanian berkelanjutan dan penerapan PHT.

Sintesis data dilakukan dengan membandingkan hasil antar penelitian untuk menemukan pola hubungan, kesamaan, dan perbedaan temuan ilmiah. Validitas data dijaga melalui triangulasi sumber dengan membandingkan berbagai referensi yang telah melalui proses peer-review.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalur paparan pestisida terhadap hewan ternak

Hewan ternak dapat terpapar pestisida melalui berbagai jalur yang berhubungan langsung dengan aktivitas pertanian dan lingkungan tempat mereka hidup. Paparan utama terjadi melalui ingesti (konsumsi pakan dan air) yang terkontaminasi residu pestisida dari tanaman pakan, rumput di padang gembalaan, maupun konsentrat hasil samping pertanian. Pestisida yang diaplikasikan pada tanaman pangan atau hijauan pakan dapat tersisa di jaringan tanaman, kemudian dikonsumsi oleh hewan. Selain itu, limpasan air hujan (*run-off*) dari lahan pertanian yang disemprot pestisida juga dapat mencemari sumber air minum ternak, sehingga menjadi jalur paparan tambahan yang signifikan (Colopi et al., 2024; Tudi et al., 2022).

Tabel 1. Jalur paparan pestisida terhadap hewan ternak

No	Sumber Paparan	Jalur Utama	Paparan	Jenis Pestisida yang Ditemukan	Referensi
1	Pakan hijauan dan konsentrat	Ingesti (oral)		<i>Glyphosate</i> , <i>Chlorpyrifos</i> , <i>Cypermethrin</i> , <i>Imidacloprid</i>	(Colopi et al., 2024; Penagos-Tabares et al., 2023)
2	Air minum (tercemar runoff)	Ingesti (oral)		<i>Atrazine</i> , <i>Malathion</i> , <i>DDT</i> , <i>Lindane</i>	(Kariyanna et al., 2024; Tudi et al., 2022)
3	Udara saat penyemprotan tanaman	Inhalasi		Organofosfat (<i>Chlorpyrifos</i>), Pyrethroid (<i>Permethrin</i>)	(Tudi et al., 2022)
4	Kontak langsung dengan vegetasi/obat luar ternak	Dermal (kulit)		Pyrethroid (<i>Deltamethrin</i> , <i>Cypermethrin</i>), Organofosfat	(Boudebbouz et al., 2022)
5	Transfer dari induk ke anak (susu/plasenta)	Biologis (sekunder)	(transmisi)	Organoklorin (<i>DDT</i> , <i>Lindane</i>), Organofosfat	(Penagos-Tabares et al., 2023)
6	Lingkungan kandang dan tanah sekitar	Inhalasi & Dermal	kombinasi	Campuran herbisida dan insektisida (multi-residu)	(Kariyanna et al., 2024)

Jalur paparan lainnya adalah inhalasi, yang terjadi ketika hewan menghirup partikel atau droplet pestisida selama atau setelah proses penyemprotan di lahan sekitar. Pada peternakan terbuka di wilayah tropis, hewan seperti sapi, kambing, dan domba sangat rentan terhadap paparan aerosol pestisida melalui udara. Selain itu, paparan dermal (kulit) dapat terjadi ketika ternak bersentuhan langsung dengan vegetasi atau tanah yang baru disemprot pestisida, maupun melalui penggunaan obat antiparasit eksternal berbahan aktif insektisida. Jalur biologis juga mungkin terjadi, yaitu transfer residu pestisida melalui plasenta atau susu dari induk ke anak, sehingga menimbulkan paparan sekunder (Boudebbouz et al., 2022; Penagos-Tabares et al., 2023).

Berbagai penelitian melaporkan bahwa jenis pestisida yang umum terdeteksi pada pakan atau produk hewan antara lain herbisida (*glyphosate*, *atrazine*), insektisida organofosfat (*chlorpyrifos*, *malathion*), piretroid (*cypermethrin*, *deltamethrin*), neonicotinoid (*imidacloprid*), dan residu organoklorin (*DDT*, *lindane*) yang masih tertinggal di lingkungan meskipun telah dilarang penggunaannya di banyak negara (Boudebbouz et al., 2022; Penagos-Tabares et al., 2023). Pestisida ini bersifat lipofilik sehingga cenderung menumpuk pada jaringan lemak, hati, dan dapat berpindah ke susu atau telur, yang berpotensi menimbulkan residu pada produk hewani. Paparan kronis dapat menyebabkan gangguan metabolik, reproduksi, serta penurunan produktivitas ternak.

Selain faktor jenis pestisida, intensitas paparan sangat dipengaruhi oleh praktik pertanian di sekitar lokasi peternakan, jarak semprot terhadap area pengembalaan, sifat kimia pestisida (kelarutan, volatilitas), serta metode penyimpanan dan pengolahan pakan. Proses fermentasi pada silase, misalnya, dapat mengurangi konsentrasi beberapa pestisida tertentu, namun tidak selalu efektif untuk semua golongan bahan aktif (Kariyanna et al., 2024). Oleh karena itu, pengawasan residu pestisida pada bahan pakan dan air minum perlu menjadi bagian dari sistem biosekuriti dan manajemen kesehatan ternak secara terpadu.

Paparan pestisida pada hewan ternak paling sering terjadi melalui jalur oral, yaitu saat ternak mengonsumsi pakan, terutama hijauan seperti rumput, yang telah terkontaminasi. Kontaminasi ini umumnya berasal dari sisa semprotan (drift) pestisida dari lahan pertanian di sekitarnya yang menempel pada tanaman pakan. Jalur ini dianggap sebagai rute paparan yang paling dominan dan signifikan karena ternak dapat mengonsumsi hijauan dalam jumlah besar setiap harinya, sehingga terjadi akumulasi zat kimia berbahaya di dalam tubuh. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Susanto dan Purnomo (2021) yang menunjukkan bahwa residu pestisida pada hijauan pakan ternak menjadi sumber paparan utama yang dapat menyebabkan efek toksik kronis pada hewan, bahkan jika dalam konsentrasi rendah sekalipun.

Tingkat keparahan paparan melalui pakan ini tidak seragam dan dipengaruhi oleh beberapa faktor kunci. Jenis pestisida menentukan seberapa lama zat kimia tersebut bertahan di tanaman dan seberapa beracun bagi ternak. Selain itu, teknik penyemprotan dan kondisi cuaca, seperti kecepatan dan arah angin, sangat berperan dalam penyebaran limbah semprotan ke area di luar target. Lokasi kandang atau padang rumput

yang berdekatan dengan area pertanian secara langsung meningkatkan risiko kontaminasi pakan. Studi oleh Widiastuti et al. (2022) mengonfirmasi bahwa kombinasi antara jarak ladang, arah angin saat penyemprotan, dan jenis formulasi pestisida secara signifikan memprediksi tingkat residu yang ditemukan pada pakan di area sekitar.

Meskipun jalur oral melalui pakan tercemar adalah yang paling dominan, pemahaman yang komprehensif juga harus mempertimbangkan interaksi dengan jalur paparan lainnya. Saat ternak merumput di lahan yang baru disemprot, mereka tidak hanya menelan pakan yang terkontaminasi, tetapi juga berpotensi menghirup uap pestisida (inhalasi) dan mengalami kontak langsung antara kulit dengan tanaman (dermal). Perbandingan temuan dari berbagai studi, seperti yang diulas oleh Rahman dan Siregar (2020), menekankan bahwa akumulasi total pestisida dalam tubuh ternak sering kali merupakan hasil gabungan dari beberapa jalur ini. Oleh karena itu, evaluasi risiko yang akurat perlu memperhitungkan semua kemungkinan rute paparan untuk melindungi kesehatan ternak secara efektif.

Dalam rangka menekan risiko paparan pestisida terhadap hewan ternak, penerapan PHT menjadi strategi yang paling direkomendasikan. PHT merupakan pendekatan pengendalian hama yang memadukan berbagai teknik ekologis, agronomis, dan bioteknologis dengan prinsip menekan penggunaan pestisida kimia seminimal mungkin. Tujuannya adalah menjaga keseimbangan ekosistem pertanian tanpa mengorbankan kesehatan hewan dan manusia (FAO, 2023; Kariyanna et al., 2024).

Dampak kesehatan dan produktivitas ternak

Paparan pestisida pada hewan ternak, baik secara akut maupun kronis, dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang signifikan serta berdampak langsung terhadap penurunan produktivitas. Dampak tersebut bergantung pada jenis pestisida, dosis dan lamanya paparan, serta rute masuknya ke dalam tubuh. Hewan yang terpapar residu pestisida umumnya menunjukkan gangguan fisiologis yang melibatkan sistem saraf, hati, ginjal, sistem endokrin, serta organ reproduksi (Penagos-Tabares et al., 2023; Tudi et al., 2022).

a) Dampak pestisida sintetik terhadap kesehatan fisiologis ternak

Paparan insektisida organofosfat seperti chlorpyrifos dan malathion diketahui dapat menghambat aktivitas enzim asetilkolinesterase (AChE) pada darah dan jaringan saraf. Penghambatan ini menyebabkan akumulasi asetilkolin pada sinaps, yang memicu gejala neurologis seperti tremor, hipersalivasi, kesulitan bernafas, dan kejang. Pada dosis subkronis, hewan ternak menunjukkan penurunan nafsu makan, lemah otot, dan stres oksidatif akibat peningkatan radikal bebas (Kariyanna et al., 2024).

Herbisida glyphosate dan turunannya dapat menyebabkan gangguan hati dan ginjal melalui mekanisme peroksidasi lipid serta perubahan aktivitas enzim transaminase (ALT dan AST). Beberapa studi pada sapi dan kambing menunjukkan adanya peningkatan aktivitas serum enzim hati dan gangguan keseimbangan elektrolit setelah konsumsi pakan yang mengandung residu glyphosate (Colopi et al., 2024).

Sementara itu, piretroid seperti cypermethrin dan deltamethrin memiliki efek toksik pada sistem saraf perifer, menyebabkan iritasi kulit, gangguan pernapasan, serta menurunkan kadar hemoglobin dan eritrosit akibat stres oksidatif pada jaringan darah. Residu pestisida ini bersifat lipofilik dan cenderung terakumulasi pada jaringan lemak serta hati, sehingga efeknya dapat berlangsung lama meskipun paparan telah berhenti (Boudebouz et al., 2022).

b) Dampak pestisida sintetik terhadap reproduksi dan perkembangan ternak

Beberapa golongan pestisida memiliki sifat endocrine disruptor yang mengganggu fungsi hormon reproduksi. Paparan kronis terhadap organoklorin (misalnya DDT dan lindane) serta neonicotinoid dilaporkan dapat menurunkan kadar hormon testosteron dan estrogen, menghambat ovulasi, serta menurunkan fertilitas pada ternak jantan maupun betina (Penagos-Tabares et al., 2023). Selain itu, pestisida lipofilik dapat melewati plasenta dan terakumulasi pada jaringan janin atau dikeluarkan melalui susu, sehingga terjadi transfer residu antar generasi. Kondisi ini meningkatkan risiko retardasi

pertumbuhan, immunosupresi, serta mortalitas anak pada periode awal kehidupan. Gangguan reproduksi juga terlihat pada menurunnya angka konsepsi, meningkatnya resorpsi embrio, dan lahirnya anak dengan berat badan rendah.

c) Dampak pestisida sintetik terhadap produktivitas ternak

Paparan pestisida berdampak langsung pada produktivitas melalui penurunan konsumsi pakan, gangguan metabolisme, serta perubahan fungsi fisiologis. Hewan yang mengalami stres toksik menunjukkan penurunan produksi susu, kualitas daging, dan efisiensi pakan. Misalnya, residu organofosfat dan piretroid pada sapi perah berhubungan dengan turunnya kadar lemak dan protein susu (Boudebbouz et al., 2022). Pada hewan penghasil daging, residu pestisida dalam jaringan otot tidak hanya menurunkan pertumbuhan bobot badan harian, tetapi juga berdampak pada keamanan pangan asal hewan. Residu yang menumpuk di jaringan lemak dan hati dapat melebihi ambang batas maksimum residu (MRL) yang ditetapkan oleh FAO/WHO, sehingga menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen manusia.

d) Dampak Sub-Kronis dan Imunologis

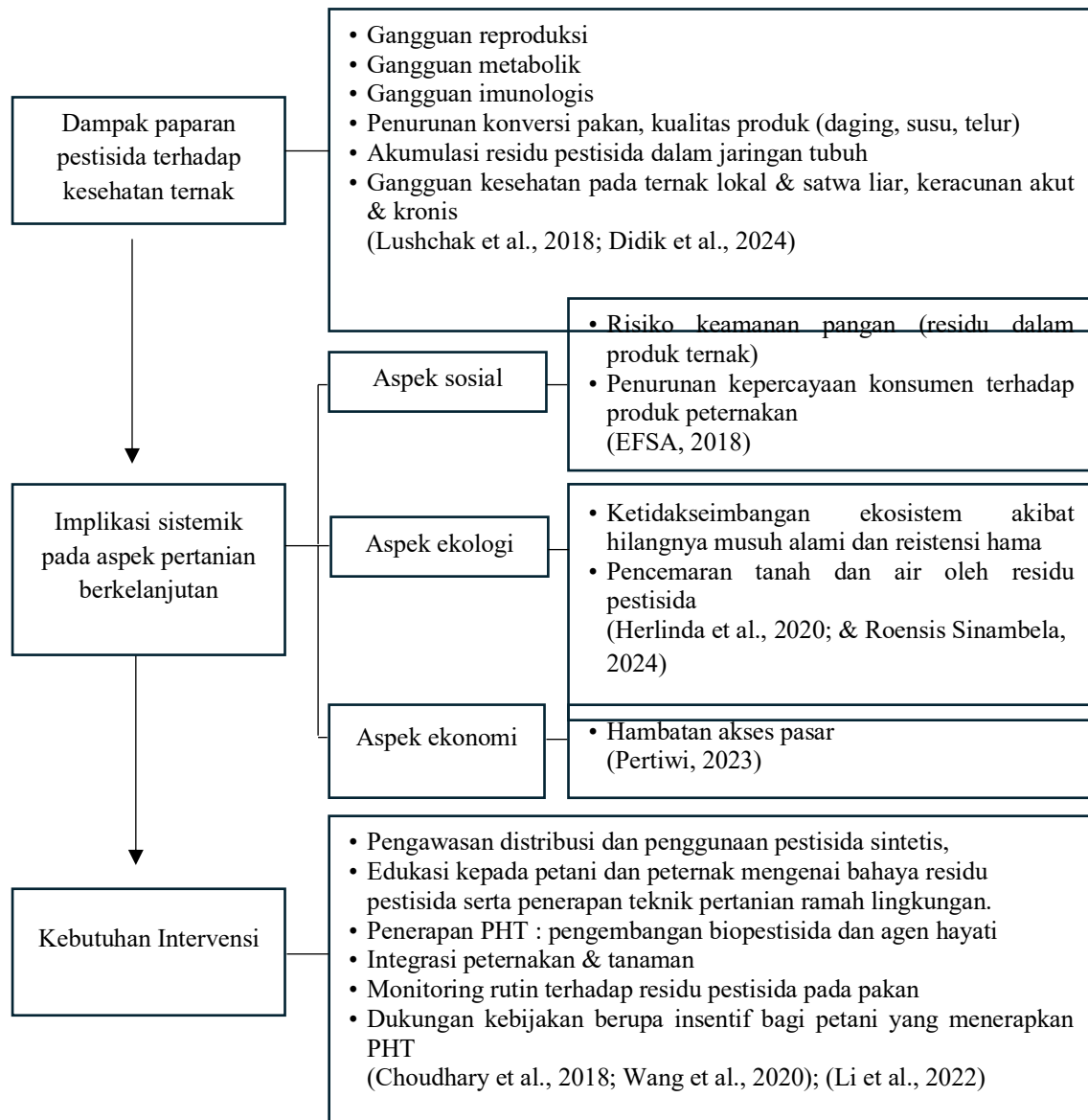
Paparan residu pestisida dalam jangka panjang menyebabkan perubahan hematologis dan biokimia darah, seperti penurunan jumlah eritrosit, leukosit, serta kadar hemoglobin. Hal ini menunjukkan adanya gangguan sistem imun dan fungsi hati. Studi oleh (Kariyanna et al., 2024) menunjukkan bahwa paparan campuran pestisida dapat meningkatkan kadar malondialdehida (MDA) sebagai indikator stres oksidatif, disertai penurunan enzim antioksidan seperti SOD dan katalase. Akibatnya, ternak menjadi lebih rentan terhadap infeksi dan penyakit metabolik.

Tabel 2. Dampak paparan pestisida terhadap kesehatan dan produktivitas ternak berdasarkan studi literatur

No	Jenis Pestisida / Golongan	Dampak Utama pada Ternak	Mekanisme / Gejala Klinis	Referensi
1	Organofosfat (Chlorpyrifos, Malathion)	Gangguan saraf dan fungsi hati	Inhibisi AChE, tremor, hipersalivasi, penurunan nafsu makan	Tudi et al., 2022; Kariyanna et al., 2024
2	Herbisida (Glyphosate, Atrazine)	Kerusakan hati dan ginjal	Peningkatan AST/ALT, stres oksidatif, gangguan metabolisme	Colopi et al., 2024
3	Piretroid (Cypermethrin, Deltamethrin)	Gangguan hematologi dan respirasi	Iritasi kulit, penurunan eritrosit, stres oksidatif	Boudebbouz et al., 2022
4	Organoklorin (DDT, Lindane)	Gangguan reproduksi & transfer residu antar generasi	Penurunan hormon seks, akumulasi pada lemak dan susu	Penagos-Tabares et al., 2023
5	Neonicotinoid (Imidacloprid)	Gangguan perkembangan embrio & penurunan fertilitas	Efek endokrin, hambatan ovulasi	Kariyanna et al., 2024
6	Campuran pestisida multi-residu	Penurunan produksi susu dan bobot badan	Efek sinergis, stres oksidatif, perubahan metabolisme energi	FAO, 2023; Colopi et al., 2024

Relevansi dampak paparan pestisida sintetik terhadap pertanian berkelanjutan

Paparan pestisida sintetik terhadap hewan ternak menimbulkan gangguan fisiologis seperti gangguan reproduksi, metabolik, dan imunologis, serta menurunkan efisiensi konversi pakan dan kualitas produk ternak seperti daging, susu, dan telur (Lushchak et al., 2018). Akumulasi residu pestisida sintetik dalam jaringan ternak berdampak pada keamanan pangan dan berpotensi menurunkan kepercayaan konsumen terhadap produk peternakan lokal. Laporan EFSA (2018) menunjukkan bahwa dari lebih dari 84.000 sampel pangan yang diuji di Uni Eropa, termasuk produk hewani, sekitar 2,4% mengandung residu pestisida sintetik golongan organofosfat, organoklorin, dan karbamat yang melebihi Batas Maksimal Residu (BMR), sehingga menegaskan urgensi pengelolaan residu dalam sistem peternakan untuk menjaga integritas sosial sistem pangan.



Gambar 1. Kerangka alur paparan pestisida sintetik: dampak kesehatan ternak, implikasi sistemik, dan strategi intervensi

Dalam konteks keberlanjutan sektor peternakan, aspek ekonomi turut terpengaruh oleh keberadaan residu pestisida sintetik yang melebihi ambang batas. Studi Pertiwi (2023) menunjukkan bahwa keberadaan residu pestisida sintetik yang melebihi ambang batas dapat menurunkan jaminan keamanan pangan dan menghambat akses pasar, terutama di jalur ekspor yang menerapkan standar ketat terhadap residu kimia. Ketidaksihesuaian dengan regulasi internasional berisiko menimbulkan penolakan produk dan kerugian ekonomi bagi pelaku usaha peternakan.

Secara ekologis, penggunaan pestisida sintetik yang tidak tepat berkontribusi terhadap ketidakseimbangan ekosistem melalui hilangnya musuh alami, resistensi hama, dan pencemaran lingkungan. Penggunaan pestisida sintetik yang tidak tepat dapat mengganggu populasi musuh alami dan mikroorganisme non-target, sehingga memperlemah mekanisme pengendalian hayati, mengganggu keseimbangan ekologis, dan meningkatkan risiko resistensi (Herlinda, 2020; Sinambela, 2022).

Untuk merespons kompleksitas dampak pestisida sintetik terhadap kesehatan ternak, keamanan pangan, dan keseimbangan ekosistem, diperlukan intervensi multisektor yang bersifat preventif dan korektif. Pemerintah daerah perlu memperkuat pengawasan distribusi dan penggunaan pestisida, disertai edukasi kepada petani dan peternak mengenai bahaya residu pestisida serta penerapan teknik pertanian ramah

lingkungan (Li et al., 2022). Di tingkat teknis, integrasi sistem tanaman–ternak, penggunaan biopestisida dan agen hayati, serta monitoring rutin terhadap residu pestisida pada pakan, air, dan produk ternak menjadi langkah strategis untuk menekan akumulasi kontaminan dalam rantai produksi (Wang et al., 2020). Selain itu, dukungan kebijakan berupa insentif bagi petani yang menerapkan PHT dan penggunaan biopestisida lokal akan memperkuat sistem produksi pertanian-peternakan yang sehat, aman, dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan daya saing produk peternakan di pasar domestik dan internasional (Choudhary et al., 2018). Intervensi ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga sosial dan ekonomi, karena menyentuh aspek kepercayaan konsumen, ketahanan pangan, dan keberlanjutan sistem agroekologi.

Relevansi PHT terhadap kesehatan ternak dan pertanian berkelanjutan

PHT memiliki relevansi yang kuat terhadap kesehatan hewan ternak, terutama melalui pengurangan paparan pestisida sintetik yang berisiko menimbulkan gangguan fisiologis. Dengan mengintegrasikan metode biologis, mekanis, dan budidaya, serta penggunaan pestisida secara selektif, PHT mampu menurunkan frekuensi dan volume aplikasi pestisida di lahan pertanian. Penurunan ini berdampak langsung pada berkurangnya risiko gangguan reproduksi, metabolik, dan imunologis pada ternak, serta meningkatkan kualitas produk seperti susu dan daging yang lebih aman untuk dikonsumsi (Alam et al., 2016; Tiwari, 2024a, 2024b). Dalam sistem agroindustri yang menuntut efisiensi dan keamanan produk, penerapan PHT menjadi strategi penting untuk menjaga kesehatan ternak dan mencegah kontaminasi rantai pangan (Garud et al., 2024).

Di sisi lain, PHT juga berkontribusi signifikan terhadap prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan. Pendekatan ini menawarkan solusi sistemik yang fleksibel dalam menghadapi tantangan agroekologi, memungkinkan peningkatan efisiensi produksi tanpa mengorbankan kualitas lingkungan (Deguine et al., 2021; Kaur & Kaur, 2020). Dengan mengurangi ketergantungan terhadap pestisida sintetik, PHT mendukung kelestarian ekosistem, memperkuat keamanan pangan, dan menghasilkan produk pertanian yang minim residu kimia. Produksi yang lebih bersih dan ramah lingkungan tidak hanya melindungi kesehatan konsumen, tetapi juga memperkuat integritas sosial dan ekologis sistem pangan (Mishra et al., 2024; Salaki et al., 2017). Oleh karena itu, PHT tidak hanya berfungsi sebagai metode teknis pengendalian hama, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam membangun sistem pertanian yang sehat, efisien, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Paparan pestisida sintetik pada hewan ternak terjadi melalui jalur ingestasi, inhalasi, kontak dermal, dan transmisi biologis, yang secara kumulatif dapat menyebabkan gangguan fisiologis, reproduksi, metabolik, hematologis, dan imunologis serta menurunkan produktivitas ternak seperti susu, daging, dan telur. Akumulasi residu pestisida dalam jaringan tubuh ternak juga berdampak terhadap keamanan pangan, kesehatan lingkungan, dan daya saing produk peternakan dalam sistem pertanian berkelanjutan. Kajian ini memberikan kontribusi ilmiah melalui sintesis hubungan antara jalur paparan pestisida, dampak biologis pada ternak, serta implikasinya terhadap aspek ekologis, sosial, dan ekonomi pertanian berkelanjutan, sekaligus menegaskan bahwa Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan strategi efektif untuk menurunkan risiko paparan pestisida melalui pengurangan penggunaan pestisida sintetik dan penerapan metode pengendalian yang lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan monitoring residu pestisida secara rutin pada pakan, air, dan produk ternak, peningkatan edukasi petani dan peternak terkait penggunaan pestisida yang aman, serta penguatan kebijakan pemerintah dalam pengawasan distribusi pestisida, penerapan PHT, dan pemberian insentif bagi sistem pertanian-peternakan ramah lingkungan guna mendukung produksi ternak yang sehat, aman, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, A. (2020). Rice Farming with Application of Integrated Pest Management (IPM): Analysis of Social and Economic Sustainability (Case Study in Besar Village, Lamongan District). *HABITAT*, 31(2), 109–114. <https://doi.org/10.21776/ub.habitat.2020.031.2.13>
- Alam, M. Z., Haque, M. M., Islam, M. S., Hossain, E., Hasan, Sabiha Binta, Hasan, Shahela Binte, & Hossain, M. S. (2016). Comparative Study of Integrated Pest Management and Farmers Practices on Sustainable Environment in the Rice Ecosystem. *International Journal of Zoology*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7286040>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Boudebouz, A., Boudalia, S., Boussadia, M. I., Gueroui, Y., Habila, S., Bousbia, A., & Symeon, G. K. (2022). Pesticide residues levels in raw cow's milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *Environmental Advances*, 9, 100266. <https://doi.org/10.1016/J.ENVADV.2022.100266>
- Choudhary, S., Raheja, N., Kumar Yadav, S., Sharma, A., & Kamboj, M. (2018). A review: Pesticide residue: Cause of many animal health problems. ~ 330 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3).
- Colopi, A., Guida, E., Cacciotti, S., Fuda, S., Lampitto, M., Onorato, A., Zucchi, A., Balestrieri, C. R., Grimaldi, P., & Barchi, M. (2024). *Dietary Exposure to Pesticide and Veterinary Drugs Residues and Their Effects on Human Fertility and Embryo Development: A Global Overview*. <https://doi.org/10.20944/preprints202408.0752.v1>
- Deguine, J. P., Aubertot, J. N., Flor, R. J., Lescourret, F., Wyckhuys, K. A. G., & Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. In *Agronomy for Sustainable Development* (Vol. 41, Number 3). Springer-Verlag Italia s.r.l. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>
- Dorca-Preda, T., Fantke, P., Mogensen, L., & Knudsen, M. T. (2022). Towards a more comprehensive life cycle assessment framework for assessing toxicity-related impacts for livestock products: The case of Danish pork. *Science of The Total Environment*, 815, 152811. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.152811>
- EFSA. 2018. The 2016 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J.* 16(7):e05348. doi:10.2903/j.efsa.2018.5348.
- FAO. 2023. Integrated pest management guidelines for sustainable agriculture. Food Agric Organ United Nations, Rome.
- Garud, A., Pawar, S., Patil, M. S., Kale, S. R., & Patil, S. (2024). A Scientific Review of Pesticides: Classification, Toxicity, Health Effects, Sustainability, and Environmental Impact. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.67945>
- Herlinda, S., Hama, J., Tumbuhan, P., & Pertanian, F. (2020). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020*.
- Ibrahim, I., & Sillehu, S. (2022). Identifikasi Aktivitas Penggunaan Pestisida Kimia yang Berisiko pada Kesehatan Petani Hortikultura. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 7(1), 7. <https://doi.org/10.30829/jumantik.v7i1.10332>
- Kariyanna, B., Senthil-Nathan, S., Vasantha-Srinivasan, P., Subba Reddy, B. V., Krishnaiah, A., Meenakshi, N. H., Han, Y. S., Karthi, S., Chakravarthy, A. K., & Park, K. B. (2024). Comprehensive insights into pesticide residue dynamics: unraveling impact and management. In *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* (Vol. 11, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40538-024-00708-4>
- Kaur, T., & Kaur, M. (2020). *Integrated Pest Management: A Paradigm for Modern Age*. www.intechopen.com
- Lushchak, V. I., Matviishyn, T. M., Husak, V. V., Storey, J. M., & Storey, K. B. (2018). Pesticide toxicity: A mechanistic approach. In *EXCLI Journal* (Vol. 17, pp. 1101–1136). Leibniz Research Centre for Working Environment and Human Factors. <https://doi.org/10.17179/excli2018-1710>

- Mishra, R., Tripathi, P., Kumar, P., Rajpoot, P. K., Verma, S., & Aman, A. S. (2024). Innovations and Future Trends in Storage Pest Management. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(5), 155–165. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i52366>
- Năstăsescu, V., Mititelu, M., Goumenou, M., Docea, A. O., Renieri, E., Udeanu, D. I., Oprea, E., Arsene, A. L., Dinu-Pîrvu, C. E., & Ghica, M. (2020). Heavy metal and pesticide levels in dairy products: Evaluation of human health risk. *Food and Chemical Toxicology*, 146, 111844. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2020.111844>
- Penagos-Tabares, F., Sulyok, M., Faas, J., Kriska, R., Khiaosa-ard, R., & Zebeli, Q. (2023). Residues of pesticides and veterinary drugs in diets of dairy cattle from conventional and organic farms in Austria. *Environmental Pollution*, 316, 120626. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2022.120626>
- Rahman F, Siregar Z. 2020. Pesticide exposure pathways in ruminants: a review of oral, dermal, and inhalation routes in grazing systems. *Environ Sci Pollut Res*. 27(8):7890–7905.
- Ramón, F., & Lull, C. (2019). Legal measures to prevent and manage soil contamination and to increase food safety for consumer health: The case of Spain. *Environmental Pollution*, 250, 883–891. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2019.04.074>
- Rosenbaum, R. K., Mckone, T. E., & Jolliet, O. (2009). *CKow-A More Transparent and Reliable Model for Chemical Transfer to Meat and Milk*.
- Salaki, C. L., Dumalang, S., Hama, J., Penyakit, D., Faperta, T., Sam, U., Manado, R., & Kampus Unsrat, J. (2017). *Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Sayuran di Kota Tomohon Sulawesi Utara*.
- Setiawan, Y.A, & Bernik, M. 2019. Penyuluhan Dampak Penggunaan Pestisida dan Pengendalian Kualitas Produk Bagi Masyarakat Desa Pamekaran, Sumedang, Jawa Barat. Bandung : JPM, Vol. 1 (2) : 26 – 38.
- Sinambela BR. 2022. Dampak penggunaan pestisida terhadap lingkungan hidup dan kesehatan. *J Agrotek*. 8(2):178–187. doi:10.33096/agrotek.v8i2.625.
- Snyder, H. (2019). *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines*. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Susanto A, Purnomo H. 2021. Analisis residu pestisida golongan organofosfat pada pakan hijauan sapi di area pertanian intensif. *J Kedokteran Hewan Indones*. 15(2):45–53.
- Tango, I., & Ezemonye, L. (2015). Human health risks associated with residual pesticide levels in edible tissues of slaughtered cattle in Benin City, Southern Nigeria. *Toxicology Reports*, 2, 1117–1135. <https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2015.07.008>
- Tiwari, A. K. (2024a). Insect Pests in Agriculture Identifying and Overcoming Challenges through IPM. *Archives of Current Research International*, 24(3), 124–130. <https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i3651>
- Tiwari, A. K. (2024b). IPM Essentials: Combining Biology, Ecology, and Agriculture for Sustainable Pest Control. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(2), 39–47. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i2697>
- Tudi, M., Li, Hairong, Li, Hongying, Wang, L., Lyu, J., Yang, L., Tong, S., Yu, Q. J., Ruan, H. D., Atabila, A., Phung, D. T., Sadler, R., & Connell, D. (2022). Exposure Routes and Health Risks Associated with Pesticide Application. In *Toxics* (Vol. 10, Number 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/toxics10060335>
- Wang, J., Xu, J., Ji, X., Wu, H., Yang, H., Zhang, H., Zhang, X., Li, Z., Ni, X., & Qian, M. (2020). Determination of veterinary drug/pesticide residues in livestock and poultry excrement using selective accelerated solvent extraction and magnetic material purification combined with ultra-high-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1617, 460808. <https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2019.460808>
- Widiastuti R, Santoso B, Nugroho A. 2022. Model prediksi sebaran drift pestisida terhadap padang rumput berdasarkan faktor meteorologi dan teknik aplikasi. *J Toksikol Lingkungan*. 9(1):112–125.
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). *Guidance on conducting a systematic literature review*. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112.