

Review Article

Temuan *Postmortem* pada Kematian Tidak Wajar Berkaitan dengan Pestisida: Tinjauan Sistematis terhadap Laporan Kasus

Muhammad Afiful Jauhani^{1,2*}, Nabil Athoillah², Nabilla Yashinta Ixora², Nizar Fiska Bayu Agustian², Annisa Nadya Aprilia², Devi Oktavia Kartika Sari²

1) Lab Kedokteran Forensik dan Medikolegal RSD dr. Soebandi

2) Fakultas Kedokteran, Universitas Jember

ABSTRAK

Kematian tidak wajar yang berkaitan dengan pestisida banyak terjadi di negara berkembang. Namun demikian, studi yang mengulas secara sistematis tentang gambaran *postmortem* pada kasus kematian yang berkaitan dengan pestisida masih sangat jarang. Artikel ini bertujuan untuk melakukan tinjauan sistematis secara deskriptif terhadap temuan pemeriksaan luar dan pemeriksaan dalam (autopsi) pada kejadian kematian tidak wajar yang berkaitan dengan pestisida. Tinjauan sistematis ini mengikuti panduan dari *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Pencarian dilakukan pada *PubMed*, *ScienceDirect*, dan *Springer*, serta *Manual Hand Searching*. Terdapat 11 artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi peneliti. Semua artikel yang dipilih berhasil memenuhi kriteria seleksi berdasarkan *critical appraisal tools* untuk *case report* oleh JBI. Karakteristik demografi ini menunjukkan bahwa paparan pestisida dapat mengenai pasien bayi hingga orang dewasa, baik laki-laki maupun perempuan. Jenis pestisida yang paling sering digunakan adalah insektisida. Ditemukan bahwa cara kematian tersering adalah bunuh diri. Hanya terdapat satu artikel yang melaporkan kejadian keracunan. Temuan yang sering ditemukan bahwa gejala parasimpatis, erosi, dan mulut berbuih. Pada hasil autopsi, temuan yang paling sering ditemukan adalah gejala kongesti, edema, erosi, fibrotik, dan nekrosis organ. Dibutuhkan pemeriksaan luar dan autopsi yang holistik untuk menentukan dugaan kematian tak wajar akibat pestisida.

Kata Kunci : kematian, pestisida, *postmortem*, tidak wajar, temuan

Korespondensi : afifuljauhani.fk@unej.ac.id

PENDAHULUAN

Keracunan baik disengaja maupun tidak disengaja merupakan permasalahan global. *World Health Organization* (WHO) memperkirakan hingga 250,000 kematian di dunia tiap tahunnya disebabkan oleh keracunan, dengan kematian yang disebabkan oleh keracunan pestisida mencapai 150,000 kematian (WHO, 2020). Mayoritas kematian yang disebabkan oleh keracunan pestisida terjadi di negara miskin dan berkembang (Karunaratne et al., 2020). Angka kematian yang disebabkan oleh keracunan serta jenis zat penyebabnya bervariasi dari satu tempat, waktu, kemudahan akses, manajemen medis yang efektif, usaha pencegahan, dan kebijakan yang berlaku (Bonvoisin et al., 2020).

Pestisida merupakan zat yang seringkali disalahgunakan pengaplikasiannya. Zat ini umumnya sering digunakan oleh petani untuk membasmi hama tanaman dan termasuk bersifat xenobiotik sehingga tidak biasa ditemukan di dalam tubuh manusia (Štefanac et al., 2021). Beberapa penelitian dan kasus menunjukkan bahwa pestisida menyebabkan efek toksik pada manusia. Tidak jarang pestisida sering menyebabkan kematian pada manusia. Kematian yang terkait pestisida dapat disebabkan oleh bunuh diri, keracunan, atau pembunuhan (Mew et al., 2017). Pestisida sering digunakan sebagai alat untuk bunuh diri karena mudah didapat dan harga yang relatif terjangkau (Weerasinghe et al., 2014). Pada tahun 2016, keracunan pestisida di Indonesia tercatat sebanyak 771 kasus, sedangkan pada tahun 2017 terjadi 124 kasus keracunan, dan 2 diantaranya meninggal dunia (Oktaviani & Pawenang, 2020). Berdasarkan targetnya, pestisida dapat diklasifikasikan menjadi insektisida, herbisida, rodentisida, dan fungisida. Semua jenis pestisida ini memiliki efek toksiknya masing-masing (WHO, 2020). Pestisida dalam spektrum luas, dapat menyebabkan berbagai toksisitas level organ, jaringan bahkan molekular sehingga menyebabkan disfungsi pada organ yang tidak dapat dievaluasi secara langsung (Kalyabina et al., 2021). Beberapa studi kasus telah mencoba mempelajari efek pestisida terhadap gambaran *postmortem* yang ditemukan. Namun demikian, sampai saat ini belum ada studi yang merangkum secara sistematis berbagai temuan-temuan ini. Oleh karena itu, tujuan studi ini adalah melakukan tinjauan sistematis deskriptif terhadap temuan pemeriksaan luar dan autopsi pada kejadian kematian tidak wajar berkaitan dengan pestisida.

METODE

Protokol

Tinjauan Sistematis ini menggunakan metodologi berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2021).

Strategi Pencarian Sumber Informasi

Penelitian ini menggunakan strategi pencarian dengan berdasarkan boolean operator yang mengombinasikan beberapa kata seperti pesticide, suicide, poisoning, homicide, dan case report. Adapun kata kunci yang kami gunakan adalah ("Pesticide"[All fields] OR "Herbicides"[MeSH Terms] OR "Insecticides"[MeSH Terms] OR "Fungicides"[All fields] OR "Organophosphates"[MeSH Terms] OR "Carbamates"[MeSH Terms] OR "Organochlorine"[All Fields] OR "Pyrethroids"[All Fields]) AND ("Suicide"[All Fields] OR "Homicide"[MeSH Terms] OR "Lethal Intoxication"[All Fields] OR "Self-Harming"[All Fields] OR "Self-Poisoning"[All Fields] OR "Poisoning" OR "Accidental Poisoning") AND ("Case Report"[All Fields]). Pencarian dilakukan pada bulan oktober 2023 menggunakan tiga database yaitu : *PubMed*, *Springer link*, dan *ScienceDirect* serta *Manual Hand Searching*.

Kriteria Kelayakan

Kami memasukkan penelitian yang memenuhi kriteria inklusi berupa: 1) Membahas mengenai temuan pemeriksaan luar dan/atau autopsi pada kasus kematian yang tak wajar baik akibat keracunan pestisida atau bunuh diri dengan pestisida, 2) Desain studi menggunakan *Case Report* atau *Case Series*, 3) Menyertakan data kualitatif mengenai temuan pemeriksaan luar dan/atau autopsi, 4) Artikel terpublikasi 5 tahun terakhir, 5) Artikel ditulis dalam bahasa Inggris untuk dipertimbangkan dimasukkan. Kami mengecualikan penelitian yang memenuhi kriteria eksklusi yaitu: 1) Kasus keracunan tidak sampai terjadi kematian, 2) Hasil pemeriksaan hanya menampilkan data toksikologi, 3) Tidak mencantumkan jenis pestisida yang digunakan, usia, jenis kelamin, atau tahun.

Seleksi Studi

Adapun teknik seleksi artikel yang kami gunakan dalam penelitian ini menggunakan instrumen *Rayyan.ai*. Terdapat lima *reviewer* yang menyeleksi referensi secara independen. Pertama, proses seleksi dimulai dengan meninjau judul dan abstrak, menghapus yang tidak memenuhi kriteria inklusi serta skrining aksesibilitas data secara full text. *Reviewers* kemudian secara independen mengevaluasi artikel full text. Artikel yang tidak sesuai dieksklusi dan dicatat dalam diagram alir PRISMA. Tahap selanjutnya adalah penilaian kritis dengan menggunakan kuesioner *Joanna Briggs Institute* (JBI) critical appraisal tool dimana artikel akan diinklusi jika mencapai batas *cut off* lebih dari sama dengan 50% pada *critical appraisal*.

Ekstraksi Data

Penulis melakukan ekstraksi secara independen data dari artikel menggunakan *template* standar. Beberapa data yang penulis ekstrak adalah:

1. Penulis artikel
2. Demografi pasien (yaitu usia dan jenis kelamin pasien)
3. karakteristik penelitian (yaitu negara dan tahun publikasi)
4. Jenis pestisida
5. Temuan penelitian (manner of death, temuan klinis, temuan autopsi)

Kualitas Studi

Laporan kasus pada dasarnya bersifat bias. Namun, alat standar telah dikembangkan untuk menilai kualitas metodologis mereka secara sistematis ulasan. Oleh karena itu, lima penulis melakukan penilaian kualitas studi secara independen menggunakan alat standar yang diadaptasi dari *JBI Critical Appraisal Tools for Case Report*.

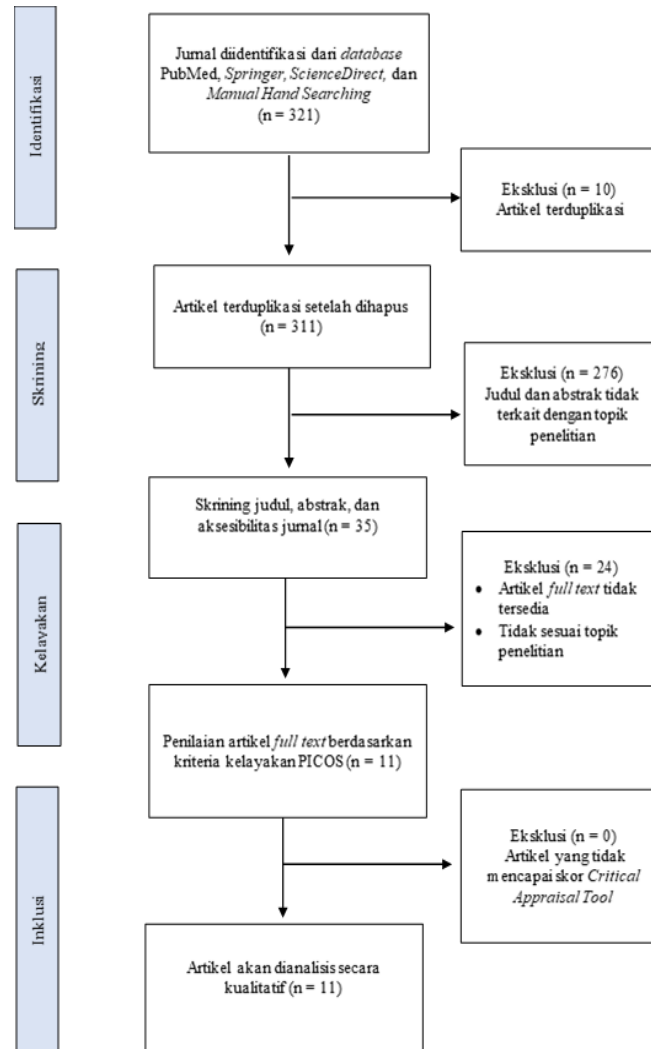
Analisis Data

Karena tinjauan ini bersifat deskriptif, maka kami menggunakan pelaporan statistik deskriptif untuk melaporkan temuan kasus, negara, karakteristik temuan luar maupun autopsi. Kami melaporkan temuan yang ada dengan narasi sehingga sifatnya non-kuantitatif.

HASIL

Hasil skrining artikel yang dilakukan pada tinjauan sistematik ini didapatkan melalui tiga database, *Pubmed*, *ScienceDirect*, *Springer*, dan pencarian secara berdasarkan manual hand searching. Seluruh artikel yang ditemukan kemudian dilakukan seleksi dan *review*. Adapun total studi yang didapatkan adalah 321. Dari studi tersebut, terdiri atas 114 diperoleh dari *Pubmed*, 149 diperoleh dari *ScienceDirect*, 51 dari *Springer*, dan 7 studi dari *Manual Hand Searching*. Seluruh artikel ini kemudian mendapatkan proses seleksi berdasarkan PRISMA flowchart. Dimulai dari deteksi duplikasi, dimana ditemukan 11 studi. Sebanyak 311 studi berhasil melewati proses seleksi duplikasi, lalu dideteksi berdasarkan kriteria *Population*, *Intervention*, *Comparison*, *Outcome*, dan *Study* (PICOS) dengan menyesuaikan judul dan abstrak. Artikel tersebut kemudian juga dilakukan seleksi berdasarkan aksesibilitas jurnal dalam full-text. Dalam proses seleksi judul, abstrak, dan *full-text* ini didapatkan 35 artikel. Lalu kemudian, artikel yang berhasil melewati seleksi kemudian diseleksi lebih lanjut berdasarkan kriteria inklusi yang ditentukan peneliti. Terdapat 24 artikel yang tereksklusi karena alasan tidak terdapat data mengenai pemeriksaan luar atau autopsinya pada post-mortem. Artikel ini kemudian diseleksi kembali berdasarkan kualitasnya melalui instrumen critical appraisal. Adapun

ringkasan proses pengambilan dan seleksi data dari tinjauan sistematik tersajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Ringkasan proses tinjauan sistematik berdasarkan PRISMA

Penelitian kualitas studi pada tinjauan sistematik ini menggunakan instrumen *JBI Critical Appraisal Tool*. Hasil critical appraisal ini kemudian dijadikan dasar untuk menilai kualitas *case report* sebagai data sekunder yang digunakan dalam tinjauan sistematik ini. Studi yang berhasil diinklusi kemudian dinilai menggunakan *JBI Critical Appraisal Tool* untuk studi case report yang terdiri atas delapan pertanyaan. Delapan pertanyaan tersebut terdiri dari poin demografi pasien, riwayat pasien, kondisi klinis pre-intervensi, metode diagnostik, intervensi, kondisi post intervensi, efek bahaya, dan memiliki kesimpulan. Jawaban dari kedelapan pertanyaan tersebut dapat berupa “ya”, “tidak”, atau “tidak jelas”, atau “tidak dapat diterapkan”. Critical appraisal ini nantinya disimpulkan berdasarkan

jumlah jawaban “yes” dalam bentuk presentase. Adapun artikel akan terinklusi apabila memiliki nilai lebih dari sama dengan 50% dalam penilaian critical appraisal (**Tabel 1**).

Tabel 1. Penilaian *Critical Appraisal*

Studi	Demografi Pasien	Riwayat Pasien	Kondisi Pre-intervensi	Metode Diagnostik	Intervensi	Kondisi Post Intervensi	Efek Bahaya	Poin kelainan	Overall Decision
Akina Nara	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	75%
Angela	✓	✗	?	✓	✓	✓	?	✓	62,5%
Angelo	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	75%
Atul Bajaj	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	75%
Jai Prakash	✓	✓	?	✗	✓	✓	?	✓	62,5%
Jianshi	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	75%
Longke	✓	✓	?	✗	✓	✓	?	✓	62,5%
Mahesh	✓	✓	?	✗	✓	✓	?	✓	62,5%
Norma	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	75%
Stefano	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	75%
Vida	✓	✓	?	✓	✓	✓	?	✓	75%

Hasil dari pemeriksaan luar dan pemeriksaan dalam yang terdokumentasi pada tinjauan sistematis ini bervariasi sehingga temuan antara laporan kasus satu dengan yang lain berbeda-beda yang tercantum pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Data Temuan *Postmortem*

No	Penulis	Umur	Tahun	Negara	Jenis Kelamin	Jenis Pestisida	Manner of death	Temuan Klinis	Temuan Autopsi
1.	(Simoneli et al., 2022)	24 tahun	2022	Italia	Laki-laki	Insektisida (Organofosfat)	Bunuh diri	Pupil pinpoint dan buih putih dari mulut dan hidung.	Erosi dan kongesti, dan darah merah kehitaman pada lambung
2.	(Montana et al., 2021)	70 tahun	2021	Italia	Laki-laki	Insektisida (Organofosfat)	Bunuh diri	Hipostasis darah pada bagian atas tubuh (kepala, leher, dada bagian atas, dan anggota tubuh bagian atas).	Edema laring, <i>Emphysematous lung</i> , Ptekie dan kongesti paru. Histopatologi <i>Intracranial Hemorrhage</i> , Edema Perineuronal Hiperselularitas glomerulus ginjal, Pengendapan eosin di tubulus.
3.	(Bajaj et al., 2018)	laki laki dan Perempuan	2018	India	19 tahun dan 16 tahun	Insektisida (Piretroid dan organofosfat)	Bunuh diri	Buih pada mulut dan hidung pada kedua pasien.	Kongesti pada otak, paru-paru, hepar, <i>spleen</i> , mukosa lambung, dan ginjal. Ditemukan material semisolid berwarna hijau di lambung

4.	(Soni et al., 2020)	Perempuan	2020	India	30 tahun	Rodenticide (<i>Yellow phosphorus</i>)	Bunuh diri	Sklera ikterik	Perdarahan mukosa lambung dan rongga pleura, permukaan jantung, hati, ginjal dan otak. Ptekie pada lobus paru. Histopatologi : Nekrosis hati submasif, miokarditis akut fokal, nekrosis tubulus ginjal akut, dan nekrosis pankreas.
5.	(Chen et al., 2020)	Ibu dan bayi UK 38 minggu	2019	China	Perempuan dan bayi laki-laki	Herbisida (Paraquat)	Bunuh diri	Bayi: Ulkus dan perdarahan pada lidah dan mukosa mulut.	Histopatologi plasenta Nekrosis fibrin fokal
6.	Longke Shi, et al	Ibu 23 tahun dan bayi UK 36 minggu	2022	China	perempuan dan bayi perempuan	Herbisida (Paraquat)	Bunuh diri	Tidak dicantumkan data hasilpemeriksaan dalam pada jurnal	Histopatologi plasenta Kongesti dan difusi pembuluh darah kapiler, deposisi fibrin diantara lakuna intervulus, dan polip pada membran trofoblas.
7.	(Meena et al., 2015)	laperdarahan laki-laki	2015	India	32 tahun	Aluminium fosfat (fumigan)	Bunuh diri	Kebiruan pada kuku	Kongesti organ internal dengan bintik perdarahan. Bintik perdarahan pada hati. Kongesti dan edema paru-paru dengan bintik perdarahan. Tercium bau amis pada tubuh.
8.	(Nara et al., 2018)	Laki-laki	2018	Jepang	80 tahun	insectisida (pheonat)	Bunuh diri	berbau tidak stabil/ <i>volatile</i>	Mukosa esofagus berwarna kecoklatan, hilangnya elastisitas esofagus, cairan lambung berwarna kecoklatan dan berbau <i>volatile</i> .
9.	(Norma, 2022)	Laki-laki 56 tahun, 3 orang anak-anak	2022	Bostwana	Laki-laki dewasa dan 3 anak-anak tanpa deskripsi usia dan jenis kelamin	Insektisida (Organofosfat, ethion)	<i>Accidental poisoning</i>	Anak-anak: Myosis pupil, kuku kebiruan, hiperekstensi sendi pergelangan kaki, buih pada lubang hidung hingga area infra nasal Laki-laki dewasa: <i>Generalised marbling</i> , hiperekstensi sendi pergelangan kaki	Laki-laki dewasa Buih pada trakea, adhesi pleura bilateral, edema masif dan perdarahan pada lobus inferior paru. Ptekie pada dinding esofagus dan lambung.
10.	(Tambuzi et al., 2023)	Laki-laki	2023	Italia	31 tahun	Herbisida (Paraquat)	Bunuh diri	Erosi kulit di sekitar mulut, bibir kering dan berwarna kecoklatan	Erosi mukosa lambung dan duodenum. Ditemukan cairan pada rongga pleura. Edema serebral. Histopatologi: Edema dan kongesti otak. Nekrosis pada kulit bibir dan esofagus. Lesi nekrotik hemoragik pada lambung dan duodenum. Edema jaringan paru. Perdarahan dan peradangan alveolar dan septa alveolar. Fibrosis alveoli.

11	(Shiri-Ghaleh et al., 2021)	Perempuan	2021	Iran	33 tahun	Imidacloprid (Insectisida)	Bunuh diri	Ptekie pada konjungtiva dan sklera, erosi pada mukosa mulur dan esofagus	Kongesti pada paru-paru
----	-----------------------------	-----------	------	------	----------	----------------------------	------------	--	-------------------------

PEMBAHASAN

Tinjauan sistematis ini mencoba untuk melakukan pemaparan secara deskriptif mengenai temuan kualitatif pada seseorang yang meninggal secara tidak wajar akibat pestisida. Tujuan utama deskripsi ini adalah untuk mengevaluasi temuan-temuan klinis maupun autopsi pada mereka yang meninggal terkait pestisida. Selain itu, kami juga mencoba mengkaitkan korelasi antara pestisida dengan temuan tersebut.

Pestisida secara umum dikenal luas sebagai senyawa pembasmi berbagai jenis hama pertanian seperti gulma, hewan pengerat, serangga, dan jamur (Pathak et al., 2022). Berdasarkan struktur target spesiesnya, pestisida dapat diklasifikasikan menjadi insektisida, herbisida, dan fungisida (Kaur et al., 2019). Dalam sektor pertanian penggunaan pestisida cukup memainkan banyak peran penting sehingga meningkatkan produktivitas para petani. Namun demikian, pestisida juga memiliki berbagai efek negatif yang berbahaya bagi kesehatan karena efek toksiknya yang tidak hanya menyerang hama, tetapi juga secara non-spesifik dapat mengganggu fisiologi manusia (Pamungkas, 2016). Ini tentunya menjadi perhatian tersendiri dalam dunia toksikologi medis. Tak jarang, pestisida karena penggunaannya yang salah, baik dari segi cara penggunaan ataupun dosisnya, pestisida sering menyebabkan keracunan bagi beberapa kelompok masyarakat. Contohnya, beberapa petani yang sering menggunakannya secara berlebihan ataupun tanpa menggunakan alat pelindung diri (APD) yang lengkap (Suryadhi et al., 2013). Selain itu, karena bentuknya yang terkadang dapat berupa cairan, pestisida juga dapat terkadang salah dipahami sebagai minuman sehingga tidak sengaja di-ingesti. Hal-hal ini dapat menyebabkan terjadinya keracunan pada mereka yang mengkonsumsinya. Uniknya, karena harganya yang relatif murah dan mudah dijangkau, dalam beberapa kasus, pestisida sering digunakan sebagai agen untuk bunuh diri ataupun pembunuhan. Ini terbukti dari berbagai studi *case report* beberapa tahun terakhir yang menunjukkan bahwa pestisida termasuk agen penyebab paling sering dalam menyebabkan kematian tidak wajar.

Kematian tidak wajar merupakan topik yang paling sering dibahas dalam identifikasi forensik. Spektrum kasus kematian cukup luas meliputi pembunuhan, bunuh diri, maupun kecelakaan. Tantangan dari identifikasi forensik adalah menentukan penyebab kematian dari seorang korban kematian tak wajar. Salah satu contohnya adalah menentukan kematian tak wajar yang disebabkan oleh pestisida. Sampai saat ini, belum terdapat banyak tanda-tanda spesifik yang ditetapkan secara konsensus sebagai tanda utama kematian akibat pestisida. Namun demikian, terdapat beberapa laporan kasus yang melaporkan mengenai temuan pemeriksaan luar dan autopsi pada kematian tak wajar dari pestisida.

Hasil tinjauan sistematis kami menunjukkan bahwa pemeriksaan luar yang dapat ditemukan pada pasien meninggal akibat pestisida antara lain adalah sebagai berikut, ditemukan kongesti organ (n=5), edema jaringan (n=4), kerusakan jaringan hati (n=4), Erosi mukosa (n=3), adanya jaringan nekrotik (n=3), buih pada mulut dan/atau hidung pasien (n=3), ulkus dan perdarahan lidah serta mulut (n=3), kerusakan jaringan ginjal (n=3), kerusakan jaringan jantung (n=3), Pupil miosis (n=2), Kuku kebiruan (n=2), Perdarahan saluran cerna (n=2), Perdarahan jaringan paru dan/atau pleura (n=2), hiperekstensi sendi (n=1), Hipostasis (n=1), bibir kering dan berwarna kecoklatan (n=1), generalised marbling (n=1), berbau tidak stabil/volatile (n=1), sklera ikterik, ptekie pada konjungtiva dan sklera (n=1), adhesi pleura (n=1), buih di trakea (n=1), perdarahan otak (n=1), ditemukannya material semisolid berwarna hijau di lambung (n=1), deposisi fibrin diantara lakuna intervulus dan polip pada membran trofoblas ditemukan pada 1 studi dalam pemeriksaan histopatologi plasenta (n=1), fibrotik pada paru (n=1).

Temuan ini menunjukkan bahwa efek pestisida terhadap tubuh cenderung tidak terlalu spesifik namun paling sering dapat menyebabkan gejala kongesti organ. Selain itu pestisida juga dapat merusak kondisi organ lain seperti hati, ginjal, dan jantung. Temuan tersering lainnya adalah adanya erosi, jaringan nekrotik, fibrotik, maupun pendarahan lidah dan mulut. Pestisida dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai organ dalam spektrum yang sangat luas. Ini dikarenakan sifat dari pestisida yang dapat menginduksi terbentuknya *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Aman et al., 2023). ROS ini yang nantinya dapat menyebabkan berbagai efek inflamasi pada berbagai organ. Produksi ROS juga menyebabkan kerusakan mitokondria karena toksisitas fosforat pada sel yang terpapar.

Kerusakan pada membran lisosom mengakibatkan melepaskan protease lisosom ke ruang intraseluler, hal ini mempengaruhi sel-sel tetangga dan memicu kematian sel karena nekrosis (Saquib et al., 2012). Selain itu, beberapa pestisida menyebabkan kerusakan DNA seluler. Pestisida juga dapat mengurangi aktivitas enzim antioksidan seperti katalase, glutathione dan lipid peroksidase.

Selain itu, karena berbagai sifat pestisida dapat bersifat neurotoksik pestisida juga dapat menimbulkan gejala-gejala parasimpatis sisa dari sifat toksisitas kolinergiknya. Efek toksisitas neurologi ini tampak oleh laporan kasus Angela Simonelli et al. yang ditunjukkan oleh adanya *Pin-Point Pupil*. Efek toksisitas kolinergik oleh pestisida mempengaruhi proses transmisi neurotransmitter dengan inhibisi asetilkolinesterase, berupa enzim yang terdapat pada sistem saraf pusat dan perifer yang berfungsi hidrolisis neurotransmitter asetilkolin. Inhibisi AChE akan memicu perubahan fungsi perifer, otonom, dan SSP menghasilkan sekelompok gejala fisik, kognitif, dan kejiwaan. Kematian akibat keracunan organofosfat akut biasanya disebabkan oleh depresi SSP, gagal napas yang disebabkan oleh kombinasi bronkokonstriksi dan hipersekresi mukus saluran pernapasan (Moyer et al., 2018).

Pada laporan kasus oleh Angelo Montana et al. ditemukan adanya kerusakan jaringan ginjal pada pemeriksaan histopatologi. Gagal ginjal sendiri merupakan salah satu masalah yang terjadi komplikasi keracunan organofosfat. Kerusakan ginjal disebabkan oleh kemampuan pestisida untuk menginduksi inflamasi akibat pembentukan oksigen reaktif, kerusakan pada mitokondria, kerusakan pada membran sel dan protein, termasuk enzim, yang akhirnya mengakibatkan hilangnya fluiditas dan fungsi membran. Perubahan ini dikaitkan dengan cedera awal pada membran seluler setelah paparan racun. Perubahan struktural sel pada ginjal terjadi dapat merusak tubulus ginjal dan parenkim ginjal, dan mioglobinuria terjadi akibat fasikulasi otot (Li et al., 2016).

Adapun limitasi studi ini adalah artikel yang kami gunakan merupakan studi laporan kasus yang dimana merupakan studi dengan kualitas rendah. Setiap laporan kasus belum tentu melampirkan data yang komprehensif secara keseluruhan utamanya pada pemeriksaan luar dan autopsi. Selain itu, pada beberapa studi juga tidak terdapat foto pemeriksaan luar dan autopsi. Studi yang bersifat deskriptif ini membuat penelitian tidak bisa dianalisis secara kuantitatif (meta-analisis). Meski demikian, tinjauan sistematik ini

merupakan tinjauan sistematis pertama yang menganalisis secara komprehensif mengenai temuan luar dan autopsi pada kematian tidak wajar terkait pestisida. Artikel yang dipilih juga telah memenuhi kriteria critical appraisal dari JBI sehingga dapat berguna apabila digunakan sebagai dasar pengetahuan selanjutnya ketika melakukan pemeriksaan maupun autopsi pada kasus kematian akibat kasus tidak wajar. Setiap parameter yang disintesis dalam tinjauan ini dapat dijadikan sebagai checklist kelengkapan pelaporan ilustrasi kasus kematian tak wajar akibat pestisida pada kasus-kasus mendatang

KESIMPULAN

Kematian tidak wajar akibat pestisida merupakan salah satu jenis kematian yang paling sering diakibatkan oleh bunuh diri dengan berbagai temuan yang kompleks. Temuan dari tinjauan sistematis deskriptif ini menunjukkan bahwa berbagai kondisi yang tidak spesifik dapat terjadi pada mereka yang mengalami keracunan pestisida. Namun demikian, terdapat berbagai gejala yang sangat mungkin untuk ditemukan pada mereka yang mengalami kematian tak wajar terkait pestisida, yaitu gejala kongesti dan gejala parasimpatis (kolinergik) pada temuan fisik serta inflamasi, erosi, nekrosis, dan fibrotik pada temuan autopsi organ. Oleh karena itu, temuan klinis dan hasil autopsi ini dapat menjadi pertimbangan bagi para ahli patologi forensik untuk menguatkan penentuan dugaan terhadap diagnosis kematian tidak wajar terkait pestisida. Meski demikian, penelitian prospektif mengenai temuan pada kematian tak wajar terkait pestisida perlu dilakukan untuk memperkuat bukti ilmiah ini.

REFERENSI

- Aman, R., Dubey, A., Malla, M. A., & Kumar, A. (2023). Pesticide pestilence: Global scenario and recent advances in detection and degradation methods. *Journal of Environmental Management*, 338. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117680>
- Bajaj, A., John, C., Kaur, S., & Tripathi, R. M. (2018). Pesticide Mixture Poisoning: A Case Report. *Arab Journal of Forensic Sciences & Forensic Medicine*, 1(7), 909–915. <https://doi.org/10.26735/16586794.2018.003>
- Bonvoisin, T., Utyasheva, L., Knipe, D., Gunnell, D., & Eddleston, M. (2020). Suicide by pesticide poisoning in India: A review of pesticide regulations and their impact on suicide trends. *BMC Public Health*, 20(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-8339-z>
- Chen, J., Jian, X., Yu, G., Si, M., & Kan, B. (2020). Fetal outcomes after intentional ingestion of paraquat: A case report. *Medicine (United States)*, 99(1), 1–5. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018136>
- Kalyabina, V. P., Esimbekova, E. N., Kopylova, K. V., & Kratasyuk, V. A. (2021). Pesticides: formulants, distribution pathways and effects on human health – a review. *Toxicology Reports*, 8, 1179–1192. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.06.004>
- Karunarathne, A., Gunnell, D., Konradsen, F., & Eddleston, M. (2020). How many premature deaths from pesticide suicide have occurred since the agricultural Green Revolution? *Clinical Toxicology*, 58(4), 227–232. <https://doi.org/10.1080/15563650.2019.1662433>
- Kaur, R., Mavi, G. K., Raghav, S., & Khan, I. (2019). Pesticides Classification and its Impact on Environment. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(03), 1889–1897. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.224>
- Li, S., Cao, C., Shi, H., Yang, S., Qi, L., Zhao, X., & Sun, C. (2016). Effect of quercetin against mixture of four organophosphate pesticides induced nephrotoxicity in rats. *Xenobiotica*, 46(3), 225–233. <https://doi.org/10.3109/00498254.2015.1070443>
- Meena, M. C., Mittal, S., & Rani, Y. (2015). Fatal aluminium phosphide poisoning. *Interdisciplinary Toxicology*, 8(2), 65–67. <https://doi.org/10.1515/intox-2015-0010>
- Mew, E. J., Padmanathan, P., Konradsen, F., Eddleston, M., Chang, S. Sen, Phillips, M. R., & Gunnell, D. (2017). The global burden of fatal self-poisoning with pesticides 2006-15: Systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 219(May), 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.05.002>
- Montana, A., Rapisarda, V., Esposito, M., Amico, F., Cocimano, G., Di Nunno, N., Ledda, C., & Salerno, M. (2021). A rare case of suicide by ingestion of phorate: A case report and a review of the literature. *Healthcare (Switzerland)*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/healthcare9020131>
- Moyer, R. A., Jr, K. G. M., Babin, M. C., Jr, G. E. P., Jett, D. A., & Yeung, D. T. (2018). Kinetic Analysis of Oxime-Assisted Reactivation of Human, Guinea Pig, and Rat

- Acetylcholinesterase Inhibited by the Organophosphorus Pesticide Metabolite Phorate Oxon (PHO) Robert. *Pestic Biochem Physiol.*, 176(3), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2018.01.009>. Kinetic
- Nara, A., Yamada, C., Kodama, T., Saka, K., & Takagi, T. (2018). Fatal Poisoning with Both Dichlorvos and Phenthoate. *Journal of Forensic Sciences*, 63(6), 1928–1931. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13781>
- Norma, P. G. (2022). Multiple Causalities Due to Ethion Pesticide Poisoning: A Case Report. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 15(3), 354–358. <https://doi.org/10.34297/ajbsr.2022.15.002120>
- Oktaviani, R., & Pawenang, E. T. (2020). Risiko Gejala Keracunan Pestisida pada Petani Greenhouse. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, 4(2), 178–188. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia><https://doi.org/10.15294/higeia/v4i2/33544>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pamungkas, O. S. (2016). Bahaya Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Manusia. *Bioedukasi*, 14(1), 27–31. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/BIOED/article/download/4532/3355>
- Pathak, V. M., Verma, V. K., Rawat, B. S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N., & Cunill, J. M. (2022). Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*, 13(August), 1–29. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>
- Saqib, Q., Musarrat, J., Siddiqui, M. A., Dutta, S., Dasgupta, S., Giesy, J. P., & Al-Khedhairy, A. A. (2012). Cytotoxic and necrotic responses in human amniotic epithelial (WISH) cells exposed to organophosphate insecticide phorate. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 744(2), 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2012.01.001>
- Shi, L., Yu, G., Li, Y., Zhao, L., Wen, Z., Tao, Y., Wang, W., & Jian, X. (2022). The toxicokinetics of acute paraquat poisoning in specific patients: a case series. *Journal of International Medical Research*, 50(9). <https://doi.org/10.1177/03000605221122745>
- Shiri-Ghaleh, V., Khani, S., Moradi, M., & Soltaninejad, K. (2021). Case report: Clinical and medicolegal aspects of fatal imidacloprid deliberate self-poisoning: A case report. *International Journal of Medical Toxicology and Forensic Medicine*, 11(1), 1–5. <https://doi.org/10.32598/ijmtfm.v11i1.32228>

- Shokrani, B., & Fidelia-Lambert, M. N. (2005). Geriatric autopsy findings in the last 10 years: An urban teaching hospital experience. *Journal of the National Medical Association*, 97(3), 390–393.
- Simonelli, A., Carfora, A., Basilicata, P., Liguori, B., Mascolo, P., Policino, F., Niola, M., & Campobasso, C. Pietro. (2022). Suicide by Pesticide (Phorate) Ingestion: Case Report and Review of Literature. *Toxics*, 10(5), 1–7. <https://doi.org/10.3390/toxics10050205>
- Soni, J. P., Ghormade, P. S., Akhade, S., Chavali, K., & Sarma, B. (2020). A fatal case of multi-organ failure in acute yellow phosphorus poisoning. *Autopsy and Case Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.4322/acr.2020.146>
- Štefanac, T., Grgas, D., & Dragičević, T. L. (2021). Xenobiotics—division and methods of detection: A review. *Journal of Xenobiotics*, 11(4), 130–141. <https://doi.org/10.3390/jox11040009>
- Suryadhi, M. A. H., Suryadhi, P. A. R., & Purnama, G. H. (2013). Penggunaan alat pelindung diri (apd) dan kadar hemoglobin pada petani pengguna pestisida di desa riang gede, kecamatan penebel, tabanan. *Journal Arc. Com. Health*, 2(2), 112–116.
- Tambuzzi, S., Vacchiano, L., Gentile, G., Boracchi, M., Zoja, R., & Migliorini, A. S. (2023). A Forensic Case of Suicide Ingestion of Paraquat Herbicide: New Histological Insights and Revision of the Literature. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 00(00), 1–7. <https://doi.org/10.1097/PAF.0000000000000878>
- Weerasinghe, M., Pearson, M., Peiris, R., Dawson, A. H., Eddleston, M., Jayamanne, S., Agampodi, S., & Konradsen, F. (2014). The role of private pesticide vendors in preventing access to pesticides for self-poisoning in rural Sri Lanka. *Injury Prevention*, 20(2), 134–137. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2012-040748>
- WHO. (2020). *Guidelines for Establishing a Poison Centre*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338657/9789240009523-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>