

JURNAL PROMOTIF PREVENTIF

Hubungan antara Paparan Pestisida Organofosfat dengan Gejala Neurotoksik pada Petani Padi: Studi Cross-Sectional di Desa Tanjung Pasir, Indonesia

The Relationship Between Organophosphate Pesticide Exposure and Neurotoxic Symptoms Among Rice Farmers: A Cross-Sectional Study in Tanjung Pasir Village, Indonesia

Salsabila Syakira^{1*}, Syafran Arrazy¹, Mesiono Mesiono², Romiza Arika¹

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

²Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Article Info

Article History

Received: 29 Jul 2026

Revised: 15 Agu 2025

Accepted: 16 Agu 2025

ABSTRACT / ABSTRAK

Pesticides in the agricultural sector play a crucial role in boosting crop yields, but continuous exposure—particularly to organophosphate pesticides—can increase the risk of neurotoxic disorders among farmers. This study aims to analyze the association between exposure to toxic organophosphate pesticides and symptoms of neurotoxic disorders among farmers in Tanjung Pasir Village, Langkat Regency, Indonesia. The study employed a quantitative, cross-sectional design involving 100 purposively selected respondents. Data were collected using questionnaires on respondent characteristics, pesticide exposure variables, and the German Q18 questionnaire, and were then analyzed univariately and bivariate using the chi-square test at a 95% confidence level ($\alpha = 0.05$). The results showed a significant association between length of employment ($p=0.001$), spraying frequency ($p=0.001$), spraying method ($p=0.006$), and the use of personal protective equipment (PPE) ($p=0.001$) and symptoms of neurotoxic disorders among farmers. It is concluded that pesticide exposure is significantly associated with neurotoxic disorders; therefore, safe spraying practices, the use of PPE in accordance with standards, and improved education are necessary to minimize the risk of health disorders among farmers.

Keywords: *Organophosphate Pesticides, Farmers, Neurotoxic Disorders, Occupational Exposure, Cross-Sectional Study*

Pestisida di sektor pertanian memiliki peran penting untuk mendorong peningkatan hasil produksi, tetapi paparan secara terus-menerus, terutama pestisida organofosfat, dapat meningkatkan risiko gangguan neurotoksik pada petani. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara paparan pestisida organofosfat beracun dan gejala gangguan neurologis toksik pada petani di Desa Tanjung Pasir, Kabupaten Langkat, Indonesia. Penelitian menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan cross-sectional terhadap 100 responden yang dipilih secara purposive. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner karakteristik responden, variabel pajanan pestisida, dan kuesioner Q18 Jerman, kemudian dianalisis secara univariat dan bivariat menggunakan uji Chi-square pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara masa kerja ($p = 0,001$; PR = 11,47; IK 95% = 1,67-78,70), frekuensi penyemprotan ($p = 0,001$; PR = 2,63; IK 95% = 1,42-4,84), cara penyemprotan ($p = 0,006$; PR = 1,60; IK 95% = 1,15-2,24), dan penggunaan alat pelindung diri (APD) ($p = 0,001$; PR = 6,83; IK 95% = 2,71-17,22) dengan gejala gangguan neurotoksik pada petani. Disimpulkan bahwa pajanan pestisida berhubungan signifikan dengan gangguan neurotoksik, sehingga diperlukan praktik penyemprotan yang aman, penggunaan APD sesuai standar, serta peningkatan edukasi untuk meminimalisir risiko gangguan kesehatan pada petani.

Kata kunci: Pestisida Organofosfat, Petani, Gangguan Neurotoksik, Paparan Kerja, Studi Cross-Sectional

Corresponding Author:

Name : Salsabila Syakira

Affiliate : Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Address : Jl. Lapangan Golf Desa. Durian Jangak Kec. Pancur Batu Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara

Email : salsabila0801221058@uinsu.ac.id

PENDAHULUAN

Paparan pestisida organofosfat dapat menyebabkan gangguan neurotoksik melalui mekanisme penghambatan enzim asetilkolinesterase (AChE), yang mengakibatkan akumulasi asetilkolin pada sinaps saraf. Akumulasi tersebut mengganggu transmisi impuls saraf sehingga memicu disfungsi sistem saraf, yang selanjutnya dapat menyebabkan berbagai gejala gangguan neurotoksik (Aroniadou-Anderjaska *et al.*, 2023). Paparan pestisida pada petani dapat terjadi pada berbagai tahapan kegiatan pertanian, termasuk saat proses pencampuran, penyemprotan pestisida di lahan pertanian, serta pembersihan peralatan semprot setelah digunakan. Seluruh aktivitas tersebut berpotensi menimbulkan paparan pestisida melalui kulit (jalur dermal) maupun pernafasan (inhalasi) (Atinkut Asmare, Freyer and Bingen, 2022).

Penggunaan pestisida dengan jangka Panjang dapat meningkatkan tingginya tingkat paparan zat toksik dalam tubuh. Efek neurobehavioral adalah kondisi yang ditandai oleh terganggunya fungsi sistem saraf perifer akibat zat neurotoksik, baik kimia, fisik, maupun biologis. Gangguan ini dapat memengaruhi fungsi somatik, sensorik, dan kognitif, serta menyebabkan penurunan kemampuan belajar, memori, konsentrasi, suasana hati, orientasi, dan proses berpikir (Jannah, 2024). Adapun paparan zat toksik pestisida yang dapat terjadi pada petani ini dipengaruhi oleh beberapa factor seperti masa kerja, frekuensi penyemprotan, cara penyemprotan dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) (Pawestri and Sulistyaningsih, 2021).

Berdasarkan data dari WHO pada tahun 2019 yang diungkapkan dalam penelitian Muslima (2023), sebanyak 1 juta kasus keracunan berat dan 2 juta kasus bunuh diri menggunakan organofosfat terjadi di seluruh dunia, dan 200.000 dari kasus menyebabkan kehilangan nyawa terjadi. Paparan pestisida organofosfat pada manusia dapat menimbulkan keracunan baik akut maupun kronis (Muslima, Warzukni and Hudnah, 2023). Selain itu, studi lokal di Distrik Ngablak, Magelang menemukan bahwa sekitar 61,7 % petani yang terpapar pestisida organofosfat dan karbamat mengalami neurotoksik, terutama pada sistem saraf motorik (Panggabean *et al.*, 2023). Penelitian ini sejalan dengan studi lain yang dilakukan di Kabupaten Deli Serdang menunjukkan bahwa 5 dari 10 petani sayuran yang diteliti melaporkan adanya gejala neurotoksik yang berkaitan dengan paparan pestisida (Siregar and Nurfadilah, 2022).

Desa Tanjung Pasir sebagai desa yang sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani padi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Langkat Tahun 2024, jumlah penduduk di Desa Tanjung Pasir mencapai 4.646 jiwa dengan jumlah petani sebanyak 1.137 orang. Desa ini juga memiliki luas area persawahan sekitar 600 hektar, sehingga berperan sebagai salah satu sentra utama produksi padi di Kecamatan Pangkalan Susu. Besarnya jumlah petani di desa ini menyebabkan tingginya tingkat penggunaan pestisida (Badan Pusat Statistik, 2024). Berdasarkan survei awal di Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, sebanyak 3 dari 5 petani pengguna pestisida organofosfat mengeluhkan gejala seperti mual, pusing, dan nyeri dada setelah menggunakan pestisida.

Penelitian mengenai dampak paparan pestisida organofosfat pada petani padi masih relatif terbatas dibandingkan dengan petani hortikultura atau perkebunan, salah satunya karena adanya persepsi bahwa penggunaan pestisida pada pertanian padi memiliki risiko kesehatan yang lebih rendah akibat intensitas pemakaian yang dianggap tidak terlalu tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis hubungan pajanan zat toksik pestisida organofosfat berdasarkan masa kerja, frekuensi penyemprotan, cara penyemprotan, dan penggunaan APD terhadap gejala gangguan neurotoksik pada petani.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan desain analitik observasional dan pendekatan cross-sectional untuk menganalisis hubungan pajanan zat toksik pestisida organofosfat dengan gejala gangguan neurotoksik pada petani. Penelitian dilaksanakan pada April–Mei 2026. Jumlah sampel sebanyak 100 responden ditentukan menggunakan rumus Lemeshow untuk populasi tidak terbatas, dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$), nilai $Z_{1-\alpha/2}$ sebesar 1,96, proporsi (P) sebesar 0,50, dan tingkat presisi (d) sebesar 0,10. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh jumlah sampel minimal sebesar 96,04 responden, kemudian dibulatkan menjadi 100 responden. Selanjutnya, pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi petani padi yang aktif menggunakan pestisida organofosfat, berusia produktif. Adapun kriteria eksklusi meliputi petani yang memiliki riwayat penyakit neurologis, hipertensi berat, diabetes melitus, atau kondisi lain yang dapat memengaruhi gejala neurotoksik.

Data dikumpulkan menggunakan kuesioner pajanan zat toksik pestisida organofosfat yang mencakup masa kerja, frekuensi penyemprotan, cara penyemprotan, dan penggunaan APD. Sebelum digunakan dalam penelitian, kuesioner disusun dengan mengadaptasi dan menggabungkan beberapa instrumen dari penelitian terdahulu yang memiliki variabel serta objek penelitian yang sejenis, sehingga dapat digunakan untuk memperoleh data yang sesuai dengan tujuan penelitian ini. Serta kuesioner Q18 Questionnaire (Q18) yang digunakan untuk mengidentifikasi gejala gangguan neurotoksik pada petani secara nonklinis. Selanjutnya, data diolah melalui tahapan editing, coding, dan tabulating.

Analisis data dilakukan secara univariat untuk melihat distribusi karakteristik dan variabel penelitian, serta analisis bivariat menggunakan uji Chi-Square untuk menganalisis hubungan antara pajanan zat toksik pestisida organofosfat dengan gejala gangguan neurotoksik pada petani, dengan tingkat signifikansi $p \leq 0,05$. Variabel penelitian meliputi masa kerja, frekuensi penyemprotan, cara penyemprotan, dan penggunaan APD. Masa kerja dikategorikan menjadi baru (≤ 10 tahun) dan lama (> 10 tahun). Frekuensi penyemprotan dikategorikan menjadi rendah ($\leq 3x/\text{musim}$) dan tinggi ($> 3x/\text{musim}$). Cara penyemprotan dikategorikan tepat (≥ 4 pernyataan benar) dan tidak tepat (< 4 pernyataan benar), sedangkan penggunaan APD dikategorikan menjadi lengkap (≥ 5 APD) dan tidak lengkap (< 5 APD). Penelitian ini sudah Lolos Kaji Etik dari Komite Etik Penelitian Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam dengan nomor surat 155.D/KEP-MLP/VIII/2026.

HASIL

Analisis Univariat

Berdasarkan hasil penelitian pada table 1 menggambarkan bahwa mayoritas petani memiliki masa kerja yang lama (83%). Sebagian besar menggunakan frekuensi penyemprotan

yang tinggi (70%) dengan cara penyemprotan yang baik(59%) dan menggunakan APD yang tidak lengkap sebanyak (63%).

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Variabel Penelitian

Variabel		n	%
Masa Kerja	Lama	83	83
	Baru	17	17
Frekuensi Penyemprotan	Tinggi	70	70
	Rendah	30	30
Cara Penyemprotan	Tepat	59	59
	Tidak tepat	41	41
Penggunaan APD	Tidak Lengkap	63	63
	Lengkap	37	37
Total		100	100,0

Sumber; Data Primer 2026

Berdasarkan hasil data menggunakan Kuesioner Q18 (Tabel 2) menunjukkan bahwa terdapat 57 responden yang terindikasi gejala gangguan neurotoksik dengan keluhan yang paling banyak dilaporkan responden berada pada domain kognitif dan fisik. Sebanyak 49% responden menyatakan keluarga mereka mengeluhkan sifat pelupa, diikuti 47% yang kesulitan memahami isi bacaan. Keluhan fisik berupa lemas pada ekstremitas dialami 46% responden.

Analisis Bivariat

Hasil analisis bivariat (Tabel 3), menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja, frekuensi penyemprotan, cara penyemprotan, dan penggunaan APD dengan gangguan gejala neurotoksik ($p < 0,05$). Hubungan terkuat dapat dilihat pada masa kerja lama ($PR=11,47$), diikuti dengan Penggunaan APD tidak lengkap ($PR= 6,83$).

PEMBAHASAN

Secara biologis, paparan pestisida organofosfat dapat mengganggu fungsi sistem saraf melalui mekanisme kolinergik dan nonkolinergik. Mekanisme utama terjadi melalui penghambatan enzim asetilkolinesterase (AChE) yang menyebabkan akumulasi asetilkolin dan stimulasi berlebihan pada reseptor kolinergik, sehingga mengganggu penghantaran impuls saraf (Tsai and Lein, 2021). Selain itu, organofosfat dapat meningkatkan pembentukan reactive oxygen species (ROS) yang memicu stres oksidatif dan berpotensi merusak sel saraf (Lorke and Oz, 2025). Paparan juga dapat mengganggu homeostasis kalsium, fungsi mitokondria, serta memicu eksitotoksitas dan neuroinflamasi yang meningkatkan kerentanan neuron terhadap kerusakan. Dengan demikian, gangguan neurotoksik akibat organofosfat merupakan hasil interaksi berbagai mekanisme seluler dan molekuler, terutama pada paparan berulang atau jangka panjang (Chen *et al.*, 2024).

Hubungan Masa Kerja dengan Gejala Gangguan Neurotoksik Pada Petani

Masa kerja pada penelitian ini ditentukan berdasarkan lamanya responden bekerja sebagai petani sejak pertama kali bertani sampai saat pengumpulan data dilakukan. Selanjutnya, masa kerja dibagi menjadi dua kategori, yaitu ≤ 10 tahun yang diklasifikasikan

sebagai masa kerja baru dan >10 tahun yang diklasifikasikan sebagai masa kerja lama. Berdasarkan hasil uji Chi-square menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan gejala neurotoksik pada petani penyemprot ($p=0,001$). Petani dengan masa kerja lama beresiko 11,47 kali lebih besar mengalami gejala neurotoksik dibandingkan petani dengan masa kerja baru ($PR= 11,47$; $95\%CI= 1,67-78,70$).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Mustakim and Kas, 2022) terkait faktor yang berhubungan dengan efek neurobehavioral akibat paparan pestisida pada petani sayuran di Kabupaten Enrekang menyatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan gejala neurotoksik akibat paparan pestisida pada petani (p -value 0.000). Masa kerja merupakan salah satu faktor yang berperan terhadap terjadinya gangguan neurotoksik pada pekerja (Liem *et al.*, 2024).

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kuesioner Q18

No.	Pertanyaan	Yes	No	Total
1.	Apakah Anda merasa pelupa pada hal yang baru saja terjadi?	43	57	100
2.	Apakah ada rasa lemas/ lemah pada lengan/ tungkai kaki Anda?	46	54	100
3.	Apakah Anda sulit berkonsentrasi?	21	79	100
4.	Apakah Anda sering mengalami sakit kepala sekali dalam seminggu atau lebih?	40	60	100
5.	Apakah Anda sering merasa lelah berlebihan di luar kebiasaan?	39	61	100
6.	Apakah ada keluarga Anda yang mengatakan Anda sering lupa pada hal yang baru saja terjadi?	49	51	100
7.	Apakah Anda sering merasakan kebal/ baal pada tangan/kaki Anda?	43	57	100
8.	Apakah Anda sering merasa tidak sehat?	27	73	100
9.	Apakah Anda secara umum menemukan kesulitan mengerti isi surat kabar dan buku?	47	53	100
10.	Apakah tangan Anda sering bergetar (tremor)?	22	78	100
11.	Apakah Anda sering merasa mudah marah/ emosi tanpa sebab yang jelas?	41	59	100
12.	Apakah Anda sering merasa sakit/ sesak seperti ditekan di dada?	38	62	100
13.	Apakah Anda berkeringat tanpa sebab yang jelas?	39	61	100
14.	Apakah keinginan seksualitas Anda berkurang dari pada biasanya?	22	78	100
15.	Apakah Anda sering merasa sedih/depresi tanpa alasan yang jelas?	36	67	100
16.	Pernahkah Anda merasakan jantung berdebar tanpa adanya tekanan/melakukan apapun?	15	85	100
17.	Apakah Anda sering harus mencatat tentang hal-hal yang tidak boleh anda lupakan?	15	85	100
18.	Apakah Anda terbiasa dengan minuman beralkohol?	0	100	100

Sumber; Data Primer 2026

Temuan penelitian ini juga didukung oleh penelitian (Sandra Yopi et al., 2025) melalui hasil meta-analisis tersebut menunjukkan bahwa lamanya masa kerja dan durasi pajanan pestisida merupakan faktor yang berkontribusi terhadap penurunan kadar enzim

kolinesterase pada petani. Penurunan kadar kolinesterase mencerminkan terjadinya inhibisi enzim asetilkolinesterase akibat paparan pestisida organofosfat, yang pada akhirnya meningkatkan risiko munculnya gangguan sistem saraf dan gejala neurotoksik.

Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh (Nur Halisa, et al., 2022) yang melaporkan bahwa pajanan pestisida organofosfat secara terus-menerus dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim kolinesterase pada petani sayuran. Penurunan aktivitas enzim tersebut merupakan indikator biologis terjadinya keracunan pestisida yang berkaitan dengan gangguan fungsi sistem saraf.

Namun, hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian (Tiwari *et al.*, 2022) pada pekerja pertanian di India yang menunjukkan bahwa masa kerja tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan performa neurobehavioral ($p=0,234$). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa faktor lain, seperti frekuensi penyemprotan, penggunaan alat pelindung diri, dan kebiasaan merokok, lebih berperan terhadap performa neurobehavioral. Perbedaan hasil dapat dipengaruhi oleh karakteristik responden, pola pajanan, intensitas penggunaan pestisida, serta faktor perancu yang berbeda pada masing-masing populasi.

Tabel 3. Hubungan Masa kerja, Frekuensi Penyemprotan, Cara Penyemprotan, Penggunaan APD dengan Gejala Neurotoksik

Variabel	Gejala Neurotoksik		Total	p-Value	PR (95%CI)
	Bergejala	Tidak Bergejala			
Masa kerja					
Lama	56	27	83	0,001	11,47 (1,67-78,70)
Baru	1	16	17		
Frekuensi penyemprotan					
Tinggi	49	21	70	0,001	2,63 (1,42-4,84)
Rendah	8	22	30		
Cara Penyemprotan					
Tidak baik	30	11	41	0,006	1,60 (1,15-2,24)
Baik	27	32	59		
Penggunaan APD					
Tidak lengkap	53	13	66	0,001	6,83 (2,71-17,22)
Lengkap	4	30	34		

Sumber; Data primer (diolah), 2026

Hubungan Frekuensi Penyemprotan dengan Gejala Gangguan Neurotoksik Pada Petani

Frekuensi Penyemprotan pada penelitian ini ditentukan berdasarkan banyaknya penyemprotan yang dilakukan oleh petani permusim tanam. Selanjutnya, frekuensi penyemprotan dibagi menjadi dua kategori, yaitu $\leq 3x$ permusim yang diklasifikasikan sebagai kategori rendah dan $>3x$ permusim yang diklasifikasikan sebagai kategori tinggi. Berdasarkan hasil uji Chi-square dapat dilihat bahwa adanya hubungan yang signifikan antara frekuensi penyemprotan dengan gejala neurotoksik pada petani penyemprot ($p=0,001$). Petani yang melakukan penyemprotan dengan frekuensi tinggi memiliki resiko 2,63 kali lebih besar

mengalami gejala neurotoksik dibandingkan dengan frekuensi penyemprotan rendah ($PR=2,63$; $95\%CI=1,42-4,84$).

Hasil ini berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Jannah, 2024) bahwa paparan pestisida yang terjadi secara terus-menerus pada petani dapat menyebabkan gangguan neurobehavioral akibat efek neurotoksik pestisida terhadap sistem saraf. Semakin sering petani melakukan penyemprotan, maka risiko terjadinya gangguan neurologis akan semakin meningkat. Temuan ini juga didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Hamka *et al.*, 2021) yang menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan sebagai indikator tingkat paparan pestisida berhubungan dengan peningkatan keluhan kesehatan pada petani. Hasil tersebut mendukung dugaan bahwa semakin tinggi intensitas paparan pestisida bahwa semakin banyak paparan pestisida, semakin besar risiko munculnya gangguan kesehatan termasuk gejala neurotoksik.

Frekuensi penyemprotan yang tinggi dapat meningkatkan jumlah paparan pestisida yang masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi, kontak dermal, maupun oral (Lari *et al.*, 2022). Paparan yang terjadi secara berulang dalam jangka panjang dapat menyebabkan akumulasi zat toksik, terutama pestisida golongan organofosfat, yang bersifat neurotoksik terhadap sistem saraf (Ardiansyah, *et al.*, 2023). Namun, hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian (Panggabean *et al.*, 2023) pada petani di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, yang menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan tidak berhubungan secara signifikan dengan gangguan neurologis ($p=0,804$). Perbedaan hasil tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik responden, intensitas paparan, jenis pestisida yang digunakan, metode pengukuran gangguan neurologis, serta penggunaan alat pelindung diri.

Hubungan Cara Penyemprotan dengan Gejala Gangguan Neurotoksik Pada Petani

Berdasarkan hasil uji Chi-square menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara cara penyemprotan dengan gejala neurotoksik pada petani penyemprot ($p=0,006$). Petani yang melakukan penyemprotan tidak sesuai memiliki risiko 1,60 kali lebih besar mengalami gejala neurotoksik dibandingkan dengan petani yang melakukan penyemprotan dengan cara yang tepat ($PR=1,60$; $95\%CI=1,15-2,24$). Hasil penelitian yang menunjukkan adanya hubungan antara cara penyemprotan pestisida dengan gejala neurotoksik dapat dijelaskan karena teknik penyemprotan yang tidak tepat akan meningkatkan jumlah pestisida yang masuk ke dalam tubuh petani melalui inhalasi, kontak kulit, maupun kontaminasi langsung pada mata dan saluran pernapasan (Kurniawan Irfan *et al.*, 2025).

Cara penyemprotan yang melawan arah angin, tidak memperhatikan jarak semprot, serta tidak menggunakan alat pelindung diri yang sesuai menyebabkan paparan pestisida menjadi lebih tinggi (Nasrulah *et al.*, 2025). Paparan pestisida, khususnya golongan organofosfat, dapat menghambat enzim asetilkolinesterase sehingga mengganggu sistem saraf dan menimbulkan gejala neurotoksik seperti pusing, tremor, mual, kesemutan, gangguan konsentrasi, dan kelemahan otot (Ardiansyah, Setiani and Suhartono, 2024).

Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian (Arifah and Wijayanti, 2023) yang dilakukan pada petani di Desa Campursari yang menyatakan bahwa arah penyemprotan dan waktu penyemprotan berhubungan signifikan dengan gangguan kesehatan akibat paparan pestisida. Penyemprotan yang tidak mengikuti arah angin meningkatkan kemungkinan droplet

pestisida terhirup kembali oleh petani sehingga memperbesar risiko efek toksik terhadap sistem saraf.

Namun, hasil hasil penelitian ini (Ardiansyah, Setiani and Suhartono, 2024) di Kabupaten Semarang yang menunjukkan bahwa cara atau posisi penyemprotan tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian gangguan neurologis pada petani ($p=1,000$). Tidak ditemukannya hubungan tersebut dapat dipengaruhi oleh keseragaman perilaku penyemprotan responden serta faktor paparan lain yang lebih dominan, seperti dosis dan jenis pestisida.

Hubungan Penggunaan APD dengan Gejala Gangguan Neurotoksik Pada Petani

Berdasarkan hasil uji Chi-square menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara penggunaan APD dengan gejala neurotoksik pada petani penyemprot ($p=0,001$). Petani yang menggunakan APD tidak lengkap memiliki 6,83 kali lebih besar mengalami gejala neurotoksik dibandingkan petani yang menggunakan APD lengkap ($PR=6,83$; $95\%CI= 2,71-17,22$). Penggunaan APD merupakan faktor penting dalam menurunkan risiko kesehatan pada petani penyemprot pestisida. Petani yang tidak menggunakan alat pelindung diri secara lengkap memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan neurologis akibat paparan pestisida (Suwimantara, Sucipta and Tika, 2021).

Penggunaan APD yang tidak lengkap menyebabkan pestisida lebih mudah masuk ke dalam tubuh melalui kulit, pernapasan, maupun kontak langsung dengan mata sehingga meningkatkan risiko gangguan pada sistem saraf (Amelia Apriyuni *et al.*, 2024). Temuan ini sejalan dengan penelitian (Tiwari *et al.*, 2022) di Nepal tentang hubungan penggunaan APD dengan dengan gangguan neurobehavioral pada pekerja pertanian. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa pekerja yang tidak menggunakan APD secara konsisten memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan neurobehavioral akibat meningkatnya paparan pestisida selama aktivitas pertanian.

Penelitian lain yang mendukung hasil penelitian ini diperoleh dari studi literatur yang dilakukan oleh (Pratama, Setiani and Darundiati, 2021) dalam pengaruh paparan pestisida terhadap gangguan kesehatan petani. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan pestisida secara berlebihan dan tanpa menggunakan alat pelindung diri (APD) dapat meningkatkan paparan pestisida pada petani sehingga menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, terutama gangguan pada sistem saraf. Gangguan tersebut meliputi penurunan fungsi kognitif, gangguan neurobehavioral, gangguan keseimbangan tubuh, hingga munculnya gejala neurotoksik seperti sakit kepala, pusing, mudah lelah, gangguan konsentrasi, dan tremor.

Selain paparan pestisida, faktor seperti umur, tingkat pendidikan, kebiasaan merokok, dan kondisi kesehatan berpotensi memengaruhi gangguan neurotoksik. Namun, faktor-faktor tersebut tidak dianalisis sebagai variabel perancu dalam penelitian ini, sehingga kemungkinan pengaruhnya terhadap hasil penelitian belum dapat dikesampingkan. Hal ini menjadi salah satu keterbatasan penelitian dan perlu dipertimbangkan dalam penelitian selanjutnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara paparan pestisida organofosfat dengan gejala neurotoksik pada petani. Faktor-faktor paparan seperti masa kerja, frekuensi penyemprotan, cara penyemprotan, dan penggunaan alat

pelindung diri (APD) berperan dalam meningkatkan risiko terjadinya gangguan neurotoksik. Petani yang terpapar pestisida secara terus-menerus dan tidak menggunakan APD secara lengkap lebih berisiko mengalami gejala neurotoksik, seperti pusing, sakit kepala, tremor, kesemutan, gangguan konsentrasi, mudah lelah, dan gangguan keseimbangan tubuh.

Disarankan agar petani selalu menggunakan APD secara lengkap, menerapkan teknik penyemprotan yang benar, serta melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk mendeteksi dini gangguan akibat paparan pestisida. Selain itu, instansi terkait perlu meningkatkan edukasi mengenai penggunaan pestisida yang aman guna menurunkan risiko gangguan neurotoksik pada petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia Apriyuni *et al.* (2024) "Analisis Penggunaan APD Terhadap Risiko Kesehatan Petani Penyemprot Pestisida," *Journal of Educational Innovation and Public Health*, 2(3), pp. 94–114. Available at: <https://doi.org/10.55606/innovation.v2i3.2999>.
- Ardiansyah, R.M., Setiani, O. and Suhartono, S. (2023) "Literatur Review: Hubungan Penggunaan Pestisida dengan Kejadian Gangguan Neurologis pada Petani," *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), pp. 7400–7405. Available at: <https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6887>.
- Ardiansyah, R.M., Setiani, O. and Suhartono, S. (2024) "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Gangguan Neurologis Pada Petani (Studi Pada Petani Di Desa Bumen Kecamatan Sumowono Kabupaten Semarang)," *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(3), pp. 257–266. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.23.3.257-266>.
- Arifah, A.S. and Wijayanti, Y. (2023) "Paparan Pestisida dengan Kejadian Hipertensi pada Petani," *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 7(1), pp. 32–43. Available at: <https://doi.org/10.15294/higeia.v7i1.60035>.
- Aroniadou-Anderjaska, V. *et al.* (2023) "Mechanisms of Organophosphate Toxicity and the Role of Acetylcholinesterase Inhibition," *Toxics*, 11(10), p. 866. Available at: <https://doi.org/10.3390/TOXICS11100866>.
- Atinkut Asmare, B., Freyer, B. and Bingen, J. (2022) "Women in agriculture: pathways of pesticide exposure, potential health risks and vulnerability in sub-Saharan Africa," *Environmental Sciences Europe 2022* 34:1, 34(1), pp. 89-. Available at: <https://doi.org/10.1186/S12302-022-00638-8>.
- Badan Pusat Statistik (2024) *Badan Pusat Statistik Kabupaten Langkat BPS-Statistics of Langkat Regency Pangkalan Susu Dalam Angka 2024*. Available at: langkatkab.bps.go.id/publication/2024/09/06/78cf1aacfa8717d2cecf4b7/kecamatan-pangkalan-susu-dalam-angka-2024.html (Accessed: May 3, 2026).
- Chen, Y. *et al.* (2024) "Mechanisms of Neurotoxicity of Organophosphate Pesticides and Their Relation to Neurological Disorders," *Neuropsychiatric disease and treatment*, 20, pp. 2237–2254. Available at: <https://doi.org/10.2147/NDT.S479757>.
- Hamka *et al.* (2021) "Analyzing the use of pesticides on health complaints of farmers in Waihatu Village, Indonesia," *Gaceta Sanitaria*, 35, pp. S23–S26. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.12.007>.

- Jannah, I.M. (2024) "Relationship Between Pesticide Exposure and Neurobehavioral Disorders in Farmers," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 13(1), pp. 124–129. Available at: <https://doi.org/10.20473/IJOSH.V13I1.2024.124-129>.
- Kurniawan Irfan *et al.* (2025) "Studi Risiko Paparan Insektisida Melalui Kulit pada Aktivitas Penyemprotan oleh Petani Padi," *IJPHN*, 5(1), pp. 41–50. Available at: <https://doi.org/10.15294/ijphn.v5i1.29208>.
- Lari, S. *et al.* (2022) "Assessment of dermal exposure to pesticides among farmers using dosimeter and handwashing methods," *Frontiers in Public Health*, 10, p. 957774. Available at: <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2022.957774/TEXT>.
- Liem, J.F. *et al.* (2024) "Pesticide Exposure, Neurobehavioral Symptoms, and Neurobehavioral Performance in Pesticide Applicator in West Java, Indonesia," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 20(1), pp. 38–46. Available at: <https://doi.org/10.15294/kemas.v20i1.44599>.
- Lorke, D.E. and Oz, M. (2025) "A review on oxidative stress in organophosphate-induced neurotoxicity," *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 180. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2025.106735>.
- Muslima, L., Warzukni, S. and Hudnah, H. (2023) "Hubungan penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan kejadian keracunan pestisida golongan organofosfat secara fisik pada petani di desa batin baru Kecamatan Bandar Kabupaten Bener Meriah," *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 5(2), pp. 488–492. Available at: <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v5i2.168>.
- Mustakim, M. and Kas, S.R. (2022) "Faktor Yang Berhubungan dengan Efek Neurobehavioral Akibat Paparan Pestisida pada Petani Sayuran di Kabupaten Enrekang," *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia (Indonesian Health Scientific Journal)*, 7(2), pp. 167–172. Available at: <https://doi.org/10.51933/health.v7i2.916>.
- Nasrulah, N. *et al.* (2025) "Behavior of Rice Farmers in the Use of Personal Protective Equipment During Compounding and Spraying Pesticides in Meunasah Tuha Village, Sukamakmur District, Aceh Besar Regency in 2024," *ASJo: Aceh Sanitation Journal*, 3(1), pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.30867/ASJO.V3I1.869>.
- Nur Halisa, S., Trirahayu Ningrum, P. and Dewi Moelyaningrum, A. (2022) "Analisis Paparan Organofosfat Terhadap Kadar Kolinesterase Pada Petani Sayuran Kubis di Desa Tanjung Rejo Kabupaten Jember," *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(2), pp. 144–151. Available at: <https://doi.org/10.14710/JKLI.21.2.144-151>.
- Panggabean, A.S. *et al.* (2023) "Neuropathy caused by pesticide exposure on farmers in Ngablak District, Magelang, Central Java, Indonesia: An electroneuromyography study," *Toxicology Reports*, 11, pp. 330–338. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.09.020>.
- Pawestri, I.N. and Sulistyaningsih, E. (2021) "Neurobehavioral performance of Indonesian farmers and its association with pesticide exposure: A cross-sectional study," *Clinical Epidemiology and Global Health*, 11, p. 100754. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.CEGH.2021.100754>.
- Pratama, D.A., Setiani, O. and Darundiati, Y.H. (2021) "Studi Literatur: Pengaruh Paparan Pestisida Terhadap Gangguan Kesehatan Petani," *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 13(1), pp. 160–171. Available at: <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v13i1.1840>.

- Sandra Yopi Riski Mei, Lusno Muhammad Farid Dimjati and Azizah R (2025) “Meta-Analisis Pengetahuan, Frekuensi Penyemprotan dan Penggunaan Alat Pelindung Diri Sebagai Faktor Risiko Keracunan Pestisida,” *Jurnal Promotif Preventif*, 8(6), pp. 1759–1770. Available at: <https://doi.org/10.47650/JPP.V8I6.2037>.
- Siregar, D.M.S. and Nurfadilah, N. (2022) “Faktor Yang Berhubungan Dengan Gejala Neurotoksik Akibat PAparan Pestisida Pada Petani Sayuran Desa Sugiharjo, Kecamatan Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang,” *JURNAL MEDIA KESEHATAN*, 15(1), pp. 76–87. Available at: <https://doi.org/10.33088/jmk.v15i1.723>.
- Suwimantara, I.M.G., Sucipta, I.N. and Tika, I.W. (2021) “Hubungan antara Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Keluhan Petani akibat Pestisida (Studi Kasus di Subak Sri Gumana, Desa Rejasa, Kabupaten Tabanan),” *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 10(1), pp. 186–190. Available at: <https://doi.org/10.24843/JBETA.2022.V10.I01.P19>.
- Tiwari, Sujan *et al.* (2022) “Association between pesticide exposure and neurobehavioral performance of agricultural workers: A cross-sectional study,” *Brain and Behavior*, 12(7), p. e2641. Available at: <https://doi.org/10.1002/BRB3.2641>;ISSUE:ISSUE:DOI.
- Tsai, Y.H. and Lein, P.J. (2021) “Mechanisms of organophosphate neurotoxicity,” *Current Opinion in Toxicology*, 26, pp. 49–60. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.COTOX.2021.04.002>.