

# Gangguan Psikiatri pada Sektor Pertanian yang Terpapar Pestisida Organofosfat: A Literature Review

Meisya Claudia Susanto<sup>1)</sup>, Johannes Hudyono<sup>2)</sup>, Liem Jen Fuk<sup>2)</sup>, Susanty Dewi Winata<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

<sup>2)</sup>Departemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

# Penulis Korespondensi: Meisya Claudia Susanto (meisyaclaudias@gmail.com)

## Abstrak

Pestisida merupakan bahan kimia yang dipergunakan untuk membunuh atau mengendalikan berbagai hama. Pestisida yang paling sering digunakan adalah golongan organofosfat. Penggunaan pestisida organofosfat berpotensi menimbulkan sejumlah gangguan kesehatan termasuk gangguan psikiatri. Tujuan telaah ini untuk mengetahui dampak paparan pestisida organofosfat, faktor risiko individu dan faktor okupasi terhadap timbulnya gangguan psikiatri pada populasi pertanian. Sebanyak sepuluh artikel penelitian berbahasa Inggris yang diperoleh dari *database* elektronik dianalisis dalam telaah ini. Hasil penelaahan memberikan bukti adanya hubungan antara paparan pestisida organofosfat dengan gangguan psikiatri, diantaranya berupa insomnia, kemarahan, kecemasan dan depresi. Risiko keracunan organofosfat meningkat pada kelompok usia >60 tahun dan kejadian keracunan berhubungan dengan lama paparan, dosis yang tidak sesuai serta perilaku penggunaan APD selama aplikasi pestisida. Faktor okupasi lain yang menyebabkan keracunan organofosfat yaitu penyimpanan di tempat yang mudah dijangkau, pencampuran tidak sesuai label, penyemprotan tidak memperhatikan arah mata angin, dan pembuangan tidak pada tempatnya. Kesimpulan studi ini adalah paparan pestisida organofosfat bersama dengan sejumlah faktor risiko individu dan okupasi berhubungan dengan gangguan psikiatri.

**Kata kunci:** Gangguan psikiatri, organofosfat, pestisida

## *Psychiatric Disorders in the Agricultural Sector Exposed to Organophosphate Pesticides: A Literature Review*

### *Abstract*

*Pesticides are chemicals used to kill or control various pests. The most commonly used pesticides are organophosphate groups. The use of organophosphate pesticides has the potential to cause a number of health problems, including psychiatric disorders. This study aims to determine the impact of exposure to organophosphate pesticides, individual risk factors and occupational factors on the emergence of psychiatric disorders in agricultural populations. A total of ten English research articles obtained from electronic databases were analyzed in this study. The review found evidence of a relationship between exposure to organophosphate pesticides and psychiatric disorders, including insomnia, anger, anxiety and depression. The risk of organophosphate poisoning increases in the age group >60 years and the incidence of poisoning is related to the length of exposure, inappropriate doses and behavior of using PPE during pesticide application. Other occupational factors that cause organophosphate poisoning are storage in easily accessible places, inappropriate mixing of labels, spraying not paying attention to wind directions, and improper disposal. The conclusion of this study is that exposure to organophosphate pesticides along with a number of individual and occupational risk factors is associated with psychiatric disorders.*

**Keyword:** *Psychiatric disorder, organophosphate, pesticide*

## Pendahuluan

Indonesia sebagai negara berkembang, mempunyai sektor pertanian yang menjadi salah satu pendukung pertumbuhan ekonomi dan sumber ketahanan pangan nasional. Hingga saat ini sektor pertanian masih membutuhkan pestisida kimia untuk membasmi dan mengendalikan hama pengganggu tanaman.

Pestisida sangat erat hubungannya dengan petani namun di sisi lain tanpa disadari dapat menimbulkan dampak negatif berupa timbulnya keracunan pestisida pada pengguna dan orang lain baik secara langsung maupun tidak langsung.<sup>1</sup> Populasi yang tinggal di lingkungan pertanian mempunyai risiko yang tinggi akibat dari terpajannya pestisida. Data WHO memperkirakan terjadi 1 – 5 juta kasus keracunan pestisida pada petani dengan tingkat kematian mencapai 220.000 korban jiwa setiap tahunnya.<sup>2</sup> Pestisida yang banyak dan paling sering digunakan adalah jenis organofosfat (OP). Pestisida OP sangat efektif mengendalikan hama dan mudah terurai di alam, tetapi juga paling sering dikaitkan dengan kejadian keracunan.<sup>3</sup> Prevalensi keracunan OP di dunia bisa mencapai satu juta kasus setiap tahunnya.<sup>4</sup> Menurut data sentra

informasi keracunan nasional (Sikernas) pada tahun 2014, terdapat 710 kasus keracunan organofosfat di berbagai wilayah Indonesia.<sup>5</sup> Organofosfat yang masuk ke dalam tubuh dapat melalui jalur inhalasi, pencernaan, maupun kontak dermal atau penetrasi ke dalam kulit.

Toksisitas OP terjadi akibat inhibisi asetilkolinesterase (AChE). Inhibisi ini menyebabkan asetilkolin tidak dapat dipecah oleh AChE sehingga terjadi akumulasi asetilkolin pada celah sinaps.<sup>6</sup> Sebagai konsekuensinya, dapat memicu abnormalitas kinerja kolinergik pada sistem saraf pusat maupun tepi.<sup>6</sup> AChE merupakan enzim diperlukan untuk menjamin kelangsungan sistem saraf. Meskipun banyak kasus dan penelitian yang menyebutkan bahwa terdapat gangguan psikiatri karena pajanan OP, namun, sampai saat ini masih diperoleh hasil yang inkonklusif dan patogenesis keracunan pestisida organofosfat yang menyebabkan gangguan psikiatri masih belum dapat diketahui dengan pasti. Beberapa perilaku petani dalam menggunakan pestisida secara tidak terkendali yang dapat menyebabkan keracunan organofosfat yaitu tidak menyimpan pestisida di tempat yang tertutup dan jauh dari jangkauan anak-

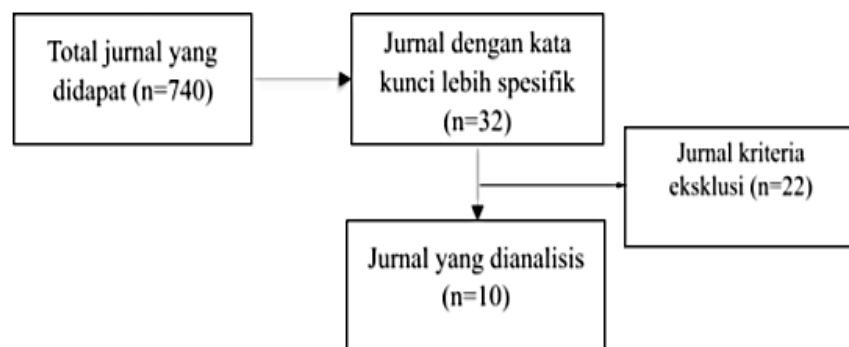
anak, mencampur dan menyemprotkan pestisida tidak sesuai anjuran yang tertera di label kemasan, menyemprot tanpa memperhatikan arah angin, dan membuang residu pestisida sembarangan tanpa memperhatikan sumber air.<sup>7</sup>

Semakin sering petani menggunakan organofosfat dan dengan cara yang salah, maka semakin banyak pula penumpukan asetilkolin di dalam tubuh, sehingga berpotensi menyebabkan keracunan kronis. Terpajannya pestisida yang menyebabkan keracunan tidak hanya terjadi pada saat digunakan saja, tetapi pada saat penyimpanan dan juga setelah pestisida digunakan. Kurangnya edukasi dan pengetahuan mengenai penggunaan alat pelindung diri serta dampak dari organofosfat inilah yang perlu diperhatikan lebih. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti ingin mengetahui hubungan pajanan pestisida organofosfat dengan psikiatri.

## Metode

Pencarian literatur ilmiah dilakukan pada *database* elektronik seperti *PubMed*, *PlosOne*, *MDPI*, *Hindawi* dengan menggunakan kata kunci “*Psychiatric*”, “*Depression*”, “*Stress*”, “*Anxiety*”, “*Mental Health*”, “*Mental Disorder*”, “*Pesticide*”, “*Organophosphorus*”,

“*Organophosphate*”, “*Farmer*” dan kata kunci yang lebih spesifik “*Pesticide Mental Health Farmer*” dalam bahasa Inggris. Literatur yang diambil berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah jurnal yang dipublikasikan sejak tahun 2011-2021 dan dilakukan pada subjek yang terpajan pestisida organofosfat. Sedangkan kriteria eksklusinya adalah *systematic review*.



**Gambar 1. Bagan Alur Pencarian Penelitian**

## Hasil dan Diskusi

Hasil pencarian pencarian pada *database* tersebut dan pencarian secara manual terdapat 10 artikel yang dimasukkan dalam *review* penelitian ini.

No	Referensi	Desain Studi	Lokasi Studi	Populasi Studi	Luaran	Pengukuran Luaran	Hasil
1.	Beard, et al. 2014 <sup>8</sup>	Potong lintang	Iowa dan North Carolina (Amerika Serikat)	Petani laki-laki	Depresi	Wawancara dan AHS 2013	OP memiliki hubungan bermakna dengan depresi
2.	Harrison, Virginia dan Mackenzie R, Sarah. 2016 <sup>9</sup>	Potong lintang	Inggris	Peternak domba dan kontrol	Neuropsikiatri dan psikiatri	HADS	Pajanan OP memiliki hubungan bermakna dengan kecemasan dan depresi
3.	Malekiriad AA, et al. 2013 <sup>10</sup>	Potong lintang	Iran	Petani dan kontrol	Status kesehatan mental	SNI dan GHQ-28	Tingkat kecemasan dan insomnia serta depresi berat secara signifikan lebih tinggi, sedangkan disfungsi sosial secara signifikan lebih rendah pada petani daripada kontrol
4.	Rafael JB, et al. 2020 <sup>11</sup>	Potong lintang	Brazil	Keluarga petani	Gejala kesehatan akut dan mental	SRQ-20	Pembantu menunjukkan prevalensi depresi/kecemasan lebih tinggi daripada petani.
5.	Jinky LL. 2017 <sup>12</sup>	Potong lintang	Filipina	Petani dan kontrol	Status mental	MMSE	Status mental abnormal pada laki-laki 5,4% dan perempuan 13,3%

6.	Aracely SM, et al. 2019 <sup>13</sup>	Potong lintang	Meksico	Petani dan kontrol	Status mental	MINI	Petani memiliki diagnosis depresi berat dengan risiko bunuh diri
7.	Farrukh J, Quazi S, Sangram S. 2016 <sup>14</sup>	Potong lintang	India	Penyemprot pestisida dan kontrol	Status kesehatan mental	GHQ-28	Kecemasan dan insomnia serta depresi berat lebih tinggi pada penyemprot daripada kontrol
8.	Xujun Z, et al. 2016 <sup>15</sup>	Longitudinal	China	Petani dan kontrol	Neurobehavioral	NCTB dan POMS	Kemarahan, permusuhan, depresi, ketegangan, kecemasan lebih tinggi pada petani daripada kontrol
9.	Beard, et al. 2013 <sup>16</sup>	Longitudinal	Iowa dan North Carolina (Amerika Serikat)	Istri petani	Depresi	Wawancara dan AHS	Terdapat hubungan bermakna antara insiden depresi dengan pajanan OP
10.	Miriam S, et al. 2017 <sup>17</sup>	Longitudinal	Iowa dan North Carolina (Amerika Serikat)	Petani	Gejala depresi	AHS dan CES-D	Petani yang terpajan OP seumur hidup memiliki peluang 1,79 kali dikategorikan risiko tinggi depresi

**Tabel 1. Hasil Pencarian Artikel Penelitian**

Beberapa penelitian menyebutkan pajanan organofosfat meningkatkan risiko terjadinya *Parkinson's disease*, *Alzheimer's disease*, *Attention Deficit Hyperactivity Disorders* (ADHD), emosi yang tidak stabil, gelisah, insomnia, penurunan memori, kecemasan dan depresi di negara berkembang. Kejadian bunuh diri juga meningkat pada negara dengan pemakaian pestisida yang tinggi dibandingkan dengan negara yang pemakaian pestisidanya sedikit.<sup>18</sup> Penurunan kognitif yang lebih cepat, *neurodegenerative* dan hubungan dengan patologi lain seperti disfungsi tiroid, kanker, gangguan reproduksi dan aktivitas endokrin juga disebabkan karena pajanan lingkungan terhadap pestisida.<sup>19</sup>

*National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* mengklasifikasikan gangguan neurotoksik merupakan salah satu penyebab dari sepuluh penyebab penyakit terkait pekerjaan. Salah satu alasannya karena banyaknya pajanan bahan kimia industri, dimana pajanan zat neurotoksik menjadi salah satu faktor risiko potensial dalam gangguan mood.<sup>17</sup> Meskipun masih kontroversi, jenis

kimia, intensitas dan bentuk pajanan menjadi faktor risiko untuk masalah neuropsikologis, pajanan pestisida juga dikaitkan dengan gangguan kejiwaan diantara pekerja pertanian.<sup>20</sup>

Studi yang dilakukan di komunitas pertanian Chili menunjukkan bahwa populasi baik di tempat kerja maupun lingkungan sekitar pertanian, terpajan organofosfat dosis tinggi.<sup>19</sup> Pajanan tersebut tidak hanya melalui pestisida yang disemprotkan, tetapi bisa juga pestisida yang ditaburkan. Dampak dari pajanan organofosfat dapat menyebabkan toksisitas pada secara akut yang muncul setelah pajanan dosis tunggal atau dosis ganda dengan kurun waktu 24 jam, subkronik muncul setelah pajanan harian berulang selama 3 bulan, dan kronik yang muncul setelah pajanan harian berulang selama 2 tahun.<sup>21</sup> Secara keseluruhan, pada 10 artikel tersebut memberikan bukti dan hubungan bermakna antara pajanan pestisida organofosfat dan kesehatan mental.

Dalam beberapa studi ditemukan insektisida OP yaitu diazinon, malathion, parathion dan tamaron memiliki hubungan bermakna dengan depresi.<sup>8,12,17</sup> Tamaron sangat menarik karena merupakan salah satu pestisida yang paling sering digunakan. Bahan

aktifnya adalah methamidophos dan tergolong pestisida organofosfat yang dapat menyebabkan kelainan pada aktivitas kolinesterase darah.<sup>12</sup> Nilai AchE untuk populasi terpajan lebih rendah dibandingkan kelompok yang tidak terpajan.<sup>13</sup> Penyebab tersering pajanan menyebabkan depresi adalah melalui penggunaan pestisida yang ceroboh. Depresi lebih tinggi pada penyemprot yang merupakan perokok masa lalu dibandingkan dengan mereka yang tidak pernah merokok.<sup>8</sup> Selain depresi adapula gangguan psikiatri lainnya berupa kecemasan.<sup>9,13</sup> Pada studi di Inggris ditemukan depresi dan kecemasan yang lebih tinggi, pada kelompok terpajan dibandingkan kontrol, berturut-turut 13,9% dan 5,3% untuk depresi serta 21,7% dan 2,7% untuk kecemasan.<sup>9</sup> Adapula beberapa gangguan psikiatri lainnya seperti gejala somatik, insomnia dan disfungsi sosial pada petani.<sup>10,14</sup> Hasil wawancara oleh Malekirad AA, et al (2013), menunjukkan bahwa hanya 2,67% pekerja yang menggunakan perlindungan yang tepat di tempat kerja seperti masker.<sup>10</sup> Gangguan psikiatri tidak hanya ditemukan pada petani, terdapat hubungan antara insiden depresi yang dilaporkan sendiri dan sejarah keracunan pestisida yang didiagnosis dokter di antara istri petani. Namun,

depresi umumnya tidak terkait dengan penggunaan pestisida pribadi istri, depresi dapat dipengaruhi oleh dekatnya pajanan pestisida dengan tempat tinggal.<sup>16</sup> Selain istri petani, pembantu penyemprot didapatkan memiliki prevalensi lebih tinggi pada gejala kesehatan mental dibandingkan petani adapula gejalanya seperti tanda depresi/kecemasan, gejala somatik, energi vital berkurang dan pikiran depresi.<sup>11</sup>

Petani dengan masa kerja yang lebih tinggi di bidang pertanian juga menunjukkan kinerja yang lebih rendah.<sup>15</sup> Petani berusia 60 tahun atau lebih, lebih rentan terkena depresi dibandingkan yang berusia lebih muda, Miriam et al (2017) menjelaskan bahwa hal ini disebabkan karena petani berusia 60 tahun atau lebih, sudah lebih lama terpajan pestisida dan juga metabolisme tubuh yang semakin menurun.<sup>17</sup> Dosis pestisida, yang melebihi takaran pada saat dilakukan pencampuran akan membahayakan penyemprot itu sendiri, sebaiknya petani memperhatikan dosis atau takaran yang tertera pada label. Karena setiap zat kimia pada dasarnya bersifat racun sehingga pemberian harus disesuaikan dengan dosisnya.<sup>18</sup> Kishor et al (2012) menyebutkan, sekitar 63% petani tidak mengerti arti dari label yang tertera, hampir 40% petani membuat

keputusan dalam menggunakan pestisida berdasarkan pengalaman mereka sendiri dan hanya sepertiga (31,5%) yang berkonsultasi dengan pemilik toko pestisida.<sup>22</sup> Pembantu penyemprot pestisida justru memiliki gejala lebih banyak dibandingkan petani, hal ini karena mereka tinggal di tempat yang banyak terpajan pestisida, tidak pernah mendapat dukungan teknis atau pelatihan keselamatan dan menggunakan APD lebih sedikit.<sup>11</sup>

Wawancara dengan petani, ditemukan bahwa mereka tidak menggunakan alat pelindung diri yang tepat dan tidak mandi secara teratur meskipun terdapat pancuran air.<sup>14</sup> Satu-satunya alat keamanan yang mereka gunakan adalah sejenis topeng kain.<sup>23</sup> Alat pelindung diri (APD) harus digunakan oleh petani saat melakukan pencampuran dan penyemprotan pestisida. APD dapat dibagi menjadi lima jenis. APD jenis pakaian pelindung yang meliputi celana panjang dan baju lengan panjang, dapat juga menggunakan jas hujan dari plastik serta celemek sebagai tambahan yang terbuat dari plastik atau kulit. APD jenis penutup kepala yang meliputi topi lebar yang berbahan kedap cairan atau helm kepala yang terbuat dari bahan keras serta kacamata sehingga dapat melindungi dari partikel-partikel pestisida. APD

masker yang dapat melindungi pernapasan. APD sarung tangan yang terbuat dari bahan tidak tembus air dan APD sepatu boot yang terbuat dari kulit, karet sintetik atau plastik.<sup>24</sup>

Adapun beberapa perilaku petani yang dapat menyebabkan keracunan organofosfat seperti masalah penyimpanan. Perilaku tidak menyimpan pestisida di ruangan yang terpisah dari tempat tinggal, menyimpan terkena sinar matahari langsung, menyimpan di tempat yang mudah dijangkau anak-anak, tidak mengunci rapat tutup wadah pestisida, tidak memberikan tanda waspada pada kemasan. Jinky LL (2017) menyebutkan pajanan pestisida biasanya terjadi selama kegiatan pertanian seperti aplikasi menyemprot di lapangan (63,7%), pencampuran (38,4%), pemuatan (34,1%) dan masuk kembali ke lapangan (9,7%).<sup>12</sup> Pencampuran, mencampur pestisida berdasarkan pengalaman bukan berdasarkan teori, mencampur pestisida dengan melebihi dosis atau takaran yang tertera pada label, kelebihan dosis menyebabkan hama mudah resisten terhadap pestisida.<sup>25</sup> Sekitar 30% petani tidak tahu pestisida mana yang diaplikasikan karena orang lain yang membuat campurannya.<sup>11</sup>

Penyemprotan, perilaku menyemprot tanpa memperhatikan arah



mata angin, tidak menggunakan APD selama menyemprot pestisida, mencuci tubuh yang terkena semprotan pestisida hanya dengan air mengalir, alat penyemprot setelah digunakan tidak dibersihkan. Penyemprotan pestisida umumnya dilakukan pada siang hari, tetapi sangat sedikit (11%) yang memperhatikan arah mata angin. Setelah penyemprotan hanya sekitar 40% petani yang mandi dan 54% yang berganti pakaian setelah menyemprot pestisida.<sup>22</sup> Pembuangan, perilaku membuang pestisida di sembarang tempat tanpa memperhatikan sumber air dan tidak membakar atau memusnahkan bekas wadah penampungan pestisida.<sup>25</sup> Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan, sikap dan perilaku petani mengenai pestisida masih kurang.

### **Kesimpulan**

Usia, dosis paparan, pemakaian APD, serta perilaku penggunaan pestisida yang tidak aman merupakan faktor risiko yang berkontribusi terhadap kejadian keracunan pestisida organofosfat. Didapatkan bukti bahwa paparan pestisida organofosfat pada sektor pertanian berhubungan dengan gangguan psikiatri diantaranya insomnia, kemarahan, kecemasan dan depresi.

### **Daftar Pustaka**

1. Dantje TS. Toksikologi

Lingkungan : Dampak pencemaran dari berbagai bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari. Yogyakarta: Andi; 2015.

2. Istianah, Ari Y. Hubungan masa kerja, lama menyemprot, jenis pestisida, penggunaan apd dan pengelolaan pestisida dengan kejadian keracunan pada petani di brebes. *Public Health Perspective Journal*. 2017;2(2):117-23.

3. Terry AV. Functional consequences of repeated organophosphate exposure: potential non-cholinergic mechanisms. *Pharmacol Ther*. 2012;134(3):355–65.

4. Chen Y. Neurotoxicology organophosphate-induced brain damage: mechanisms, psychiatric and neurological consequences, and potential therapeutic strategies. *Neuro Toxicology*. 2012;33:391–400.

5. Sentra Informasi Keracunan Nasional (Sikernas). Kasus keracunan nasional tahun 2014 di indonesia. 2014 [disitasi 25 Februari 2021]. Tersedia dari: <http://ik.pom.go.id>.

6. Robert JR, Reigart JR. Recognition and management of pesticide poisonings. *US Environ Prot Agency*. 2013;6:2–56.

7. Muhammad IM, Suhartono, Nikie AY. Studi prevalensi keracunan pestisida pada petani penyemprot sayur di Desa Mendongan Kecamatan Sumowono Kabupaten Semarang. *Jurnal*

Kesehatan Masyarakat. 2016;4(5):39–42.

8. Beard JD, Umbach DM, Hoppin JA, Richards M, Alavanja MCR, Blair A, et al. Pesticide exposure and depression among male private pesticide applicators in the agricultural health study. *Environ Health Perspect*. 2014;122(9):984–91.

9. Harrison, Virginia, Mackenzie Ross, Sarah. Anxiety and depression following cumulative low-level exposure to organophosphate pesticides. *Environ Res*. 2016;151:528–36.

10. Malekirad AA, Faghih M, Mirabdollahi M, Kiani M, Fathi A, Abdollahi M. Neurocognitive, mental health, and glucose disorders in farmers exposed to organophosphorus pesticides. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2013;64(1):1–8.

11. Rafael JB, Ribeiro HR, Verónica I, Muñoz-Quezada MT, Renata SL, Rejane CM, et al. Occupational exposure to pesticides and health symptoms among family farmers in Brazil. *Rev Saude Publica*. 2020;54:133

12. Jinky L. Assessment of pesticide-related pollution and occupational health of vegetable farmers in Benguet Province, Philippines. *J Health Pollut*. 2017;7(16):49–57.

13. Aracely SM, Angel UL, Michelle SBC, Jatniel GR, Martín AGC, Arnold GL, et al. Neuropsychiatric disorders in farmers associated with

organophosphorus pesticide exposure in a rural village of Northwest México. *Int J Environ*. 2019;16(5):689.

14. Farrukh J, Quazi SH, Sangram S. Interrelation of Glycemic Status and Neuropsychiatric Disturbances in Farmers with Organophosphorus Pesticide Toxicity. *Open Biochem*. 2016;10(1):27–34.

15. Xujun Z, Ming W, Hongyan Y, Yaming Y, Mengjing C, Zhibing T, et al. Pesticide poisoning and neurobehavioral function among farm workers in Jiangsu, People's Republic of China. *Cortex*. 2015;74:396–404.

16. Beard JD, Hoppin JA, Richards M, Alavanja MCR, Blair A, Sandler DP, et al. Pesticide exposure and self-reported incident depression among wives in the Agricultural Health Study. *Environ Res*. 2014;126:31–42.

17. Miriam S, Starks SES, Wayne T S, Freya K, Jane A H, Gerr FG. Organic solvent exposure and depressive symptoms among licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Int Arch Occup*. 2017.

18. Abdul MHL, Habibi, Syahrul B. Analisis risiko kesehatan akibat konsumsi tomat (*Lycopersicon esculentum*) yang mengandung residu profenofos di Kabupaten Gowa. *Higiene*. 2015;1(3):144–54.

19. Muriel R-S, Liliana Z-V,

Sebastian C, Nel R, Hans G, Koos VDV, et al. Reduced neurobehavioral functioning in agricultural workers and rural inhabitants exposed to pesticides in northern Chile and its association with blood biomarkers inhibition. *Environ Health: A Global Access Science Source*. 2020;19(1).

20. Sang-Baek K, Tae HK, Seongho M, Kyungsuk L, Dae RK, Jung RC. Exposure to pesticide as a risk factor for depression: A population-based longitudinal study in Korea. *NeuroToxicology*. 2017;62:181–5.

21. Cinthya Y. Hubungan aktivitas asetilkolinesterase dalam sel darah merah terhadap fungsi kognitif pada laki-laki petani bunga penyemprot pestisida (tesis). [Jakarta]; 2019.

22. Kishor A, Bishal KS, Hans O, Roshan MB, Subodh S. Knowledge, attitude and practices of pesticide use

and acetylcholinesterase depression among farm workers in Nepal. *Int J. Environ Health Res*. 2012;22(5):401–15.

23. Mansour B, Touraj H, Ali AM, Hassan A, Fardin F, Mohammad A. Electroencephalogram, cognitive state, psychological disorders, clinical symptom, and oxidative stress in horticulture farmers exposed to organophosphate pesticides. *Toxicol Ind Health*. 2012;28(1):90–6.

24. BJ Azmy A, Supangat, Laksmi I. Analisis efek penggunaan alat pelindung diri pestisida pada keluhan kesehatan petani di Desa Pringgodani Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember. *J Agromedicine Med Sci*. 2019;5(1):32.

25. Eka LM. Faktor risiko dalam penggunaan pestisida terhadap keluhan kesehatan pada petani di kecamatan berastagi kabupaten karo 2014. *Kesmas*. 2015;9(1):79–89.