

PERANAN KEAMANAN PESTISIDA DI BIDANG PERTANIAN BAGI PETANI DAN LINGKUNGAN

¹Tri Prajawahyudo, ²Fandi K. P. Asiaka, ³Ellydia Ludang

¹Alumnus Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

^{2, 3}Staf Pengajar Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Univesitas Palangka Raya

Email: triprajawahyudo@agb.upr.ac.id

ABSTRAK

Pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik (mikroba) dan virus yang digunakan untuk memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil pertanian. Pestisida bersifat racun dan kurang persisten di alam, oleh karenanya penggunaan yang berlebihan dapat membahayakan kesehatan petani dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis berbagai literatur yang membahas mengenai peran keamanan pestisida di bidang pertanian bagi petani dan lingkungan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kepustakaan dengan sumber data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari database *google scholar*, *researchgate* dan *sciencedirect* dengan rentang waktu 10 tahun. Dari data base tersebut ditemukan 20 artikel ilmiah yang dapat dianalisis. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa sebagian besar petani melakukan pengendalian hama pada tanaman dengan menggunakan pestisida. Penggunaan berlebihan dan tanpa menggunakan alat pelindung diri (APD) dapat memicu terjadinya paparan pestisida pada petani dan lingkungan. Paparan pestisida menimbulkan berbagai gangguan kesehatan pada petani seperti anemia, hipertensi, gangguan pada sistem saraf, gangguan kesehatan pada wanita seperti hipotiroid dan gangguan reproduksi, gangguan kesehatan pada pria seperti gangguan kesuburan, iritasi kulit, pusing mual, batuk, sakit kepala, serta sesak napas. Selain itu, pestisida juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan seperti menurunnya kualitas udara, berkontribusi terhadap perubahan iklim, residu dari pestisida di air, akumulasi residu beracun ini dengan pH alkali dan logam berat, mengurangi kandungan oksigen bagi kehidupan perairan, terjadinya pencucian air tanah, mengganggu tumbuhan alami tanah serta mengurangi kesuburan tanah. Dampak negatif penggunaan pestisida dapat diminimalisir dan dikurangi dengan peranan keamanan pestisida baik bagi petani maupun lingkungan.

Kata kunci: keamanan pestisida, lingkungan, pertanian, pestisida, petani

ABSTRACT

Pesticides are all chemicals and other materials as well as trace bodies and viruses used to eradicate or prevent pests and diseases that damage crops, plant parts or agricultural products. Pesticides are toxic and less persistent in nature, so overuse can harm farmers' health and the

environment. This research aims to review and analyze various literature that discusses the role of pesticide safety in agriculture for farmers and the environment. Method of this study is desk study with data sources form of secondary data obtained from google scholar database, researchgate, and sciencedirect with a span of 10 years. From the data base found 20 scientific articles that can be analyzed. The result indicated that most farmers perform pest control on crops used pesticides. Overuse and without of personal protective equipment can trigger exposure to pesticides for farmers and the environment. Exposure to pesticides cause various health problems in farmers such as anemia, hypertension, nervous system disorders, health problems in women such as hypothyroidism and reproductive disorders, health problems in men such as fertility disorders, skin irritation, dizziness, cough, headache, and shortness of breath. In addition, pesticides can also cause environmental pollution such as lowering air quality, contributing to climate change, residues from pesticides in water, accumulation of these toxic residues with alkaline pH and heavy metals, reducing oxygen content for aquatic life, the occurrence of groundwater washing, disrupting natural soil plants and reducing soil fertility. The negative impact of pesticide use can be minimized and reduced by the role of pesticide safety both for farmers and for the environment.

Keywords: *pesticide safety, environment, agriculture, pesticides, farmers*

PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan kuantitas maupun kualitas produk pertanian, tidak terlepas dari pemakaian atau penggunaan pestisida. Para petani mayoritas cenderung menggunakan pestisida bahan kimia karena beberapa alasan diantaranya mudah diaplikasikan dan praktis, reaksi cepat, lebih efisien terutama dalam skala luas, mencegah meluasnya penyebaran organisme pengganggu tanaman, menjaga produksi tanaman baik kuantitas maupun kualitas dan hasilnya dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat serta penggunaan pestisida ini cukup disebarakan pada areal yang luas (Sharifzadeh, 2018). *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2016), melaporkan bahwa dunia global telah menggunakan pestisida kurang lebih 2,4 megaton yang terdiri dari 40% herbisida, 17% insektisida dan 10% fungisida. USA (*United State of America*) sudah menggunakan pestisida sekitar 0,5

megaton atau 22% dari total penggunaan pestisida di dunia.

Di Indonesia sendiri penggunaan pestisida masih relatif tinggi. Hal ini diindikasikan dengan adanya kenaikan pemakaian merk pestisida secara nasional. Menurut data Kementerian Pertanian Republik Indonesia tahun 2016, bahwa penggunaan pestisida telah mencapai 3.207 merk yang terdaftar dan diizinkan (Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2016). Kabupaten Brebes, berdasarkan informasi terbaru adalah kabupaten pengguna pestisida paling tinggi di Indonesia. Dinas Pertanian Brebes menyatakan bahwa Kabupaten Brebes menduduki urutan pertama yang tertinggi dalam penggunaan pestisida di Asia Tenggara (Lestari, *et al.*, 2019; Hidayati, *et al.*, 2021; Subekti, *et al.*, 2021).

Pestisida tidak saja membawa dampak yang positif terhadap peningkatan produk pertanian tetapi juga membawa

dampak negatif terhadap lingkungan di sekitarnya. Penggunaan pestisida kimia secara masif memberikan dampak negatif baik terhadap manusia maupun lingkungan. Risiko kesehatan yang disebabkan oleh pestisida non organik ini secara langsung lebih berbahaya dari pada penggunaan jenis zat kimia yang lainnya. Keracunan akibat paparan pestisida menjadi ancaman bagi pekerja pertanian pada berbagai wilayah di dunia (Hook, *et al.*, 2018; Sharma, *et al.*, 2019). Berdasarkan informasi dari *World Health Organization* (WHO), bahwa penyebab kematian 12,6 juta orang pertahun salah satunya disebabkan oleh bahan kimia ini. Kajian di negara maju menunjukkan bahwa tingkat kejadian keracunan pada pekerja pertanian telah dialami sekitar 18,2 per 100.000 pekerja. Selain itu, kasus keracunan pestisida di Sri Lanka sebanyak 180 per 100.000 pekerja pertanian dan sekitar 17,8 per 100.000 pekerja pertanian terjadi di Thailand (WHO, 2018).

Di negara berkembang sebagian besar keracunan pestisida ini terjadi. Selama kurun waktu tiga tahun terakhir di Thailand efek dari bahan kimia pertanian ini telah menyebabkan 1.715 kasus kematian. Kasus keracunan petani juga terjadi di Kuwait, dimana 82% kalangan pekerja pertanian mengalami satu gejala pestisida akut (Jallow, *et al.*, 2017). *United States Environmental Protection Agency* melaporkan bahwa sekitar satu juta atau lebih pekerja di Amerika Serikat telah terpapar oleh bahan kimia berbahaya ini (US EPA, 2016).

Kajian terkait pestisida sangat penting dan menarik untuk dilakukan karena terkait dengan manusia dan lingkungan. Antara manusia dan lingkungan saling mendukung dalam keseimbangan alam dan keberlanjutannya. Perilaku manusia terutama di bidang pertanian dalam penggunaan pestisida sangat mempengaruhi lingkungan dan juga petani itu sendiri baik aspek sosial, ekonomi dan budaya. Di satu sisi, jika

lingkungan tercemar oleh bahan-bahan kimia akan mempengaruhi kualitas hidup secara keseluruhan. Oleh sebab itu, menarik untuk mengkaji peranan keamanan pestisida di bidang pertanian ini dilihat dari petani dan lingkungan agar terhindar dari resiko kerugian

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif. Tujuan penggunaan metode kualitatif berupa uraian-uraian dalam menjelaskan beberapa konsep terkait dengan pemahaman tentang pengertian, latar belakang dan tujuan yang mendalam tentang suatu fenomena, fakta dan realita (Raco, 2018). Jenis data yang digunakan adalah data sekunder atau kepustakaan yang bersumber dari berbagai macam material yang relevan seperti buku, artikel ilmiah, perundangan-undangan atau peraturan, laporan resmi, internet dan instansi pemerintah atau lembaga-lembaga yang terkait dengan pengkajian ini dengan metode pengumpulan data adalah studi pustaka (*desk study*). Data yang diperoleh dikompilasi, dianalisis sehingga mendapatkan kesimpulan mengenai peranan keamanan pestisida di bidang pertanian terhadap petani dan lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik (mikroba) dan virus yang digunakan untuk memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman, atau hasil pertanian, memberantas rerumputan, mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan, mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk, memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak, memberantas atau mencegah hama-hama air,

memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan alat-alat pengangkutan; dan atau memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang-binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah atau air (Permentan, 2019).

Pestisida memang telah terbukti menjadi anugerah bagi para petani dan juga semua orang di seluruh dunia dengan meningkatnya hasil pertanian dan memberikan manfaat yang tak terhitung banyaknya kepada masyarakat secara tidak langsung. Tetapi masalah bahaya yang ditimbulkan oleh pestisida untuk kesehatan manusia dan lingkungan telah menimbulkan kekhawatiran tentang keamanan pestisida (Rodrigues, 2018; Kaur, *et al.*, 2019).

Banyak hasil penelitian atau kajian yang relevan dengan dampak atau efek pestisida pertanian terhadap pekerja pertanian atau petani maupun lingkungan baik secara nasional maupun global. Meirindany, 2021 dalam penelitiannya terkait dengan pengaruh paparan pestisida terhadap efek *neurobehavioral* menemukan bahwa 60,9% petani mengalami efek *neurobehavioral* tidak normal dan 39,1% petani dengan efek *neurobehavioral* normal. Keluhan kesehatan spesifik pada petani berhubungan dengan penggunaan pestisida golongan *organophosfat*, perilaku pemakaian baju kerja dan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tidak tepat (Minaka, *et al.*, 2016; Abdollahzadeh, & Sharifzadeh, 2021).

Hasil penelitian Amalia, 2020 menunjukkan bahwa perbedaan faktor risiko pada kelompok tinggi dan rendah berupa umur rata-rata 53-54 tahun dan 52 tahun, jenis kelamin perempuan sebesar 41,2% dan 29,4%, kurangnya tingkat pengetahuan sebesar 70,6% dan 53%, penggunaan jenis insektisida sebesar

70,6% dan 58,8%, cara pencampuran buruk sebesar 53% dan 41,2%, intensitas paparan pestisida >2 jam sebesar 76,5% dan 64,7%, dan kurangnya penggunaan APD sebesar 82,4% dan 58,8%.

Paparan pestisida dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan seperti anemia, hipertensi, gangguan pada sistem saraf, gangguan kesehatan pada wanita seperti hipotiroid dan gangguan reproduksi, gangguan kesehatan pada pria seperti gangguan kesuburan. Selain itu, paparan pestisida juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan fisik seperti tremor (gerakan gemetar tidak terkendali yang terjadi secara berulang, tanpa disadari, dan terjadi di satu atau beberapa bagian tubuh) dan gangguan kesehatan lainnya seperti iritasi kulit, pusing, mual, batuk, sakit kepala, serta kesulitan bernapas (Pratama, *et al.*, 2021).

Kerja organ dan sistem organ tubuh manusia dipengaruhi adanya keracunan pestisida. Intake racun pestisida dapat terjadi secara sadar maupun tidak sadar melalui kulit, pernafasan dan secara oral. Indikasi keracunan pestisida dengan gejala penurunan kondisi kesehatan pada aras ringan hingga berat, meskipun demikian diagnosis yang akurat memerlukan proses medis standar (Pamungkas, 2017). Hasil kajian Amilia, *et al.*, (2016), dampak penggunaan pestisida terhadap kesehatan petani yaitu berupa mual-mual, muntah, pusing dan gatal-gatal pada kulit.

Penggunaan pestisida atau pupuk kimia yang berlebihan dalam praktik pertanian modern telah menyebabkan kontaminasi matriks lingkungan yang berbeda, termasuk udara, tanah, dan air. Akibatnya, matriks lingkungan yang terkontaminasi berdampak buruk pada kesehatan manusia dan hewan yang tidak ditargetkan dalam beberapa cara (Liu, *et al.*, 2019).

Dampak pestisida terhadap lingkungan antara lain udara, dimana

waktu paruh yang lama sebagai aerosol, menurunkan kualitas udara, berkontribusi terhadap perubahan iklim yang ekstrim (Tudi, *et al.*, 2021). Dampak pestisida terhadap air, dimana residu dari pestisida terminum, mengurangi kandungan oksigen bagi kehidupan perairan, sedangkan dampak bagi lahan atau tanah yaitu terjadinya pencucian air tanah, mengganggu tumbuhan alami tanah serta mengurangi kesuburan tanah (Sharma, *et al.*, 2020).

Paparan lingkungan manusia terhadap pestisida adalah efek umum dalam efek kesehatan akut dan kronis, termasuk akut dan kronis neurotoksisitas kronis (*insektisida, fungisida, fumigan*), kerusakan paru-paru (*paraquat*), luka bakar kimia (*amonia anhidrat*), dan bayi *methemoglobinemia* (nitrat dalam air tanah). Berbagai kanker juga telah dikaitkan dengan paparan berbagai pestisida, terutama kanker *hematopoietik* (Sankhla, *et al.*, 2018).

Pestisida memiliki efek berbahaya dalam ekosistem tanah dan umat manusia (mempengaruhi molekul biologis, jaringan, dan organ yang mengakibatkan gangguan akut atau kronis) yang mempengaruhi manusia dari segala usia termasuk prenatal. Polutan ini, ketika dilepaskan ke dalam badan air mempengaruhi sistem akuatik. Molekul air di sungai dipengaruhi oleh akumulasi kontaminan beracun ini dengan pH alkali dan logam berat yang dapat mempengaruhi kesehatan flora dan fauna (Rajmohan, *et al.*, 2020).

Kontaminasi pestisida bergerak menjauh dari tanaman target atau sasaran yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Residu kimia tersebut berdampak pada kesehatan manusia melalui kontaminasi lingkungan dan makanan. Selain itu, faktor terkait perubahan iklim juga berdampak pada aplikasi pestisida dan mengakibatkan peningkatan penggunaan pestisida dan polusi pestisida (Tudi, *et al.*, 2021).

Dari hasil kajian-kajian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa penggunaan pestisida lebih banyak berdampak negatif, baik bagi pekerja pertanian atau petani maupun lingkungan itu sendiri. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida perlu mempelajari dan memahami konsep keamanan pestisida.

Keamanan pestisida (*pesticide safety*) adalah suatu cara bagaimana memperlakukan, mengaplikasikan, menyimpan ataupun membuang pestisida sesuai aturan yang telah ditetapkan sehingga aman terhadap manusia terutama para pekerja pertanian atau petani dan lingkungan di sekitarnya baik air, tanah dan udara. Dampak pestisida berbahaya bagi kesehatan pekerja pertanian atau petani.

1. Bahaya bagi kesehatan

Pestisida dapat menyebabkan efek akut dan jangka panjang bagi pekerja pertanian/petani yang terpapar seperti :

- a. Iritasi pada kulit dan mata
- b. Pusing, mual, batuk, sakit kepala, serta kesulitan bernapas
- c. Mempengaruhi kerja saraf
- d. Mengganggu sistem hormon reproduksi
- e. Menyebabkan kanker

2. Efek bagi lingkungan

Sedangkan efek pestisida bagi lingkungan seperti:

- a. Pencemaran air
- b. Kontaminasi tanah
- c. Pencemaran udara
- d. Mengurangi keanekaragaman hayati pertanian di tanah sehingga mengurangi laju pengikatan Nitrogen
- e. Hilangnya pollinator, pollinator adalah hewan yang berperan dalam penyerbukan (pollinasi) tanaman
- f. Menghancurkan habitat (terutama habitat burung)
- g. Membahayakan satwa terancam, contoh : katak

Peran Keamanan Pestisida (*Role of Pesticide Safety*)

1. Keamanan terhadap manusia

Keamanan terhadap manusia khususnya pada petugas penyemprot dan pekerja lain di lahan pertanian, untuk petugas penyemprot harus dilengkapi dengan celana panjang, baju lengan panjang, topi atau penutup kepala, masker, sarung tangan, dan kaca mata khusus. Memperhatikan banyaknya manusia atau pekerja pertanian yang terpapar akibat penggunaan pestisida berdasarkan hasil-hasil kajian sebelumnya, maka keamanan pestisida patut menjadi fokus perhatian.

Agar penggunaan pestisida aman bagi manusia dan lingkungan, maka keamanan pestisida harus memperhatikan beberapa hal antara lain (Kongtip, *et al.*, 2018; Afata, *et al.*, 2021; Sinha, *et al.*, 2022):

- Penyemprotan harus dilakukan sambil berjalan mundur agar tidak terpapar langsung oleh pestisida
- Jangan makan, minum atau merokok selama melakukan aktivitas penyemprotan pestisida
- Jangan menyentuh tanaman yang baru disemprot
- Cuci tangan sebelum makan, minum atau merokok
- Bersihkan badan dan cuci pakaian yang telah digunakan

2. Keamanan terhadap lingkungan (*Role of Environment Safety*)

Penanganan pestisida agar tidak mencemari lingkungan juga harus mendapat perhatian utama dari pengguna pestisida. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar pestisida tidak mencemari lingkungan antara lain (Edwards, 2013; Oktavia, 2015; Ali, *et al.*, 2021):

- Hindari kebocoran peralatan semprot
- Hindari tetesan larutan semprot dari tanaman ke tanah

- Jangan membuang sisa larutan semprot sembarangan
- Jangan mencuci pakaian dan peralatan semprot yang telah digunakan di mata air atau sungai
- Bekas kemasan pestisida dibakar selanjutnya dikubur
- Hindari penggunaan pestisida berlebih

Pestisida merupakan bahan beracun, oleh karena itu faktor keamanan pada saat melakukan penyemprotan harus mendapat perhatian, baik pada manusia maupun terhadap lingkungan. Berikut adalah pictogram (simbol) petunjuk keamanan pestisida baik penyimpanan maupun penggunaan agar keamanan pekerja atau pengguna dan keamanan lingkungan dapat dihindari atau diminimalisir (Gambar 1).



Gambar 1. Piktogram Petunjuk Keamanan Pestisida

Sumber gambar: belajartani (2018)

Petunjuk keamanan pestisida pada gambar di atas:

- Penyimpanan dan penggunaan pestisida
 - Jauhkan dari jangkauan anak-anak
 - Menggunakan sarung tangan ketika membuka kemasan
 - Ketika melakukan penyemprotan harus menggunakan APD lengkap
- Keamanan bagi para pekerja atau pengguna:
 - Menggunakan APD lengkap seperti sarung tangan, sepatu atau sepatu bot, pelindung wajah (*face shield*),

- pakaian pelindung, masker atau masker respiator
- b. Mencuci tangan, muka dan membersihkan seluruh tubuh setelah melakukan penyemprotan
3. Keamanan bagi lingkungan
 - a. Jauhkan dari hewan ternak di sekitar
 - b. Jauhkan penyemprotan dari tambak ikan dan tidak mencemari perairan dengan limbah pestisida

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Keamanan pestisida (*safety pesticides*) menyangkut aspek penggunaan pestisida secara bijak dan sesuai aturan sehingga aman terhadap petani dan lingkungan.
2. Keamanan pestisida (*safety pesticides*) berperan dalam menjaga keamanan petani atau pekerja pertanian dan lingkungan dalam keberlanjutan pertanian.
3. Penggunaan pestisida yang tidak tepat dapat mencemari lingkungan dan merusak keseimbangan ekosistem secara luas yang pada akhirnya akan berdampak secara tidak langsung pada kelangsungan kehidupan manusia.

SARAN

1. Peningkatan keamanan pestisida (*safety pesticides*) sebaiknya dilakukan dengan sosialisasi, pembinaan dan pengawasan terhadap pekerja pertanian atau petani yang melibatkan berbagai pihak (*stakeholders*) diantaranya pemerintah, dinas, penyuluh, kelompok tani, maupun LSM (Lembaga Swadaya Masyarakat) setempat.
2. Pencemaran pestisida dicegah dengan cara pengelolaan dan penggunaan pestisida yang benar dan aman, pengawasan kegiatan yang berkaitan dengan pestisida dan terutama bagi sektor pertanian serta penerapan sistem pertanian *back to nature*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahzadeh, G., & Sharifzadeh, M. S. (2021). Predicting farmers' intention to use PPE for prevent pesticide adverse effects: An examination of the Health Belief Model (HBM). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(1), 40-47.
- Afata, T. N., Mekonen, S., & Tucho, G. T. (2021). Evaluating the Level of Pesticides in the Blood of Small-Scale Farmers and Its Associated Risk Factors in Western Ethiopia. *Environmental Health Insights*, 15, 11786302211043660.
- Ali, S., Ullah, M. I., Sajjad, A., Shakeel, Q., & Hussain, A. (2021). Environmental and Health Effects of Pesticide Residues. *In Sustainable Agriculture Reviews* 48 (pp. 311-336). Springer, Cham.
- Amalia, M. E. (2020). Faktor Kejadian Keracunan Pestisida pada Kelompok dengan Tingkat Keracunan Tinggi dan Rendah. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 4(Special 2), 415-425.
- Amilia, E., Joy, B., & Sunardi, S. (2016). Residu Pestisida pada Tanaman Hortikultura (Studi Kasus di Desa Cihanjuang Rahayu Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat). *Agrikultura*, 27(1).
- Belajartani. (2018). Memahami Simbol dan Petunjuk Keamanan pada Label Pestisida. Diakses pada 19 Januari 2022 melalui <https://belajartani.com/memahami-simbol-dan-petunjuk-keamanan-pada-label-pestisida/>
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2016). Pestisida Pertanian dan Kehutanan Tahun

- 2016, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Edwards, C. A. (Ed.). (2013). Environmental pollution by pesticides (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- Food and Agriculture Organization. (2016). Pesticide residues in food 2016 :Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. Diakses dari [http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Guidelines on High](http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Guidelines%20on%20High).
- Hidayati, N. V., Syakti, A. D., Asia, L., Lebarillier, S., Khabouchi, I., Widowati, I., & Doumenq, P. (2021). Emerging contaminants detected in aquaculture sites in Java, Indonesia. *Science of the Total Environment*, 773, 145057.
- Hook, S. E., Doan, H., Gonzago, D., Musson, D., Du, J., Kookana, R., & Kumar, A. (2018). The impacts of modern-use pesticides on shrimp aquaculture: An assessment for north eastern Australia. *Ecotoxicology and environmental safety*, 148, 770-780.
- Jallow, M. F., Awadh, D. G., Albaho, M. S., Devi, V. Y., & Thomas, B. M. (2017). Pesticide knowledge and safety practices among farm workers in Kuwait: Results of a survey. *International journal of environmental research and public health*, 14(4), 340.
- Kaur, R., Mavi, G. K., Raghav, S., & Khan, I. (2019). Pesticides classification and its impact on environment. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*, 8(3), 1889-1897.
- Kongtip, P., Nankongnab, N., Mahaboonpeeti, R., Bootsikeaw, S., Batsungnoen, K., Hanchenlaksh, C., & Woskie, S. (2018). Differences among Thai agricultural workers' health, working conditions, and pesticide use by farm type. *Annals of work exposures and health*, 62(2), 167-181.
- Lestari, S., Denny, H. M., & Setyaningsih, Y. (2019). Analisis Persepsi Petani Bawang Merah Dalam Penggunaan Pestisida Sebagai Dasar Penyusunan Policy Brief di Kabupaten Brebes. *Visikes: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(2).
- Liu, L., Bilal, M., Duan, X., Iqbal, H.M.N., (2019). Mitigation of environmental pollution by genetically engineered bacteria — Current challenges and future perspectives. *Sci. Total Environ.*, 667 (2019), pp. 444-454.
- Meirindany, T. (2021). Pengaruh Paparan Pestisida terhadap Efek *Neurobehavioral* pada Petani Cabai Merah di Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang.
- Minaka, I.A.D.A., Sawiotri, A.A.S, & Wirawan, D.N. (2016). Hubungan Penggunaan Pestisida dan Alat Pelindung Diri dengan Keluhan Kesehatan pada Petani Hortikultura di Buleleng, Bali. *Public Health and Preventive Medicine Archive*, 4(1), 94-103.
- Oktavia, N. D. (2015). Penggunaan Pestisida dan Kandungan Residu pada Tanah dan Buah Semangka (*Citrullus vulgaris*, Schard)(Studi di Kelompok Tani Subur Jaya Desa Mojosari Kecamatan Puger Kabupaten Jember.
- Pamungkas, O. S. (2017). Bahaya paparan pestisida terhadap kesehatan manusia. *Bioedukasi: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 14(1).
- Peraturan Menteri Pertanian RI. (2019). No. 43 tahun 2019 Tanggal 13

- Agustus 2019 tentang Pendaftaran Pestisida. Jakarta. Indonesia.
- Pratama, D. D. A., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. (2021). Studi Literatur: Pengaruh Paparan Pestisida Terhadap Gangguan Kesehatan Petani. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 13(1), 160-171.
- Raco, J. (2018). Metode penelitian kualitatif: jenis, karakteristik dan keunggulannya.
- Rajmohan, K. S., Chandrasekaran, R., & Varjani, S. (2020). A review on occurrence of pesticides in environment and current technologies for their remediation and management. *Indian journal of microbiology*, 60(2), 125-138.
- Rodrigues, E. T., Alpendurada, M. F., Ramos, F., & Pardal, M. Â. (2018). Environmental and human health risk indicators for agricultural pesticides in estuaries. *Ecotoxicology and environmental safety*, 150, 224-231.
- Sankhla, M. S., Kumari, M., Sharma, K., Kushwah, R. S., & Kumar, R. (2018). Water contamination through pesticide & their toxic effect on human health. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(1), 967-970.
- Sharifzadeh, M. S., Abdollahzadeh, G., Damalas, C. A., & Rezaei, R. (2018). Farmers' criteria for pesticide selection and use in the pest control process. *Agriculture*, 8(2), 24.
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G. P. S., Handa, N., & Thukral, A. K. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*, 1(11), 1-16.
- Sharma, A., Shukla, A., Attri, K., Kumar, M., Kumar, P., Suttee, A., & Singla, N. (2020). Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 201, 110812.
- Sinha, B. B., & Dhanalakshmi, R. (2022). Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 126, 169-184.
- Subekti, A. T., Rakhmadi, T., & Atmoko, D. (2021). Hubungan Pengetahuan tentang Keselamatan dengan Perilaku tidak Aman Petani Bawang Merah di Desa Tegalgilaga Kabupaten Brebes. *Bhamada: Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan (E-Journal)*, 12(2), 43-46.
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., & Phung, D. T. (2021). Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1112.
- US EPA. (2016). Guidelines for neurotoxicity risk assessment. United States Environmental Protection Agency. Diakses dari <https://www.epa.gov>.
- World Health Organization. (2018). An environment and WHO agree to major collaboration on environmental health risks. News Release. Diakses dari <https://www.who.int>.