

Hubungan Paparan Pestisida Dengan Gangguan Neuropsikiatri Pada Petani Hortikultura di Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru

Faradini¹, Rahman Karnila², Suyanto³

^{1,2}Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau

³Fakultas Kedokteran Universitas Riau Universitas Riau

*Correspondent Email: fara.smansev94@gmail.com

Diterima: 11 Juli 2023 | Disetujui: 29 Agustus 2023 | Diterbitkan: 31 Agustus 2023

Abstract. Indonesian agricultural sector always using of pesticides especially in horticultural farmers in Bukit Raya Pekanbaru district. However, the use of pesticides has a negative impact on the environment and health. One of the impacts on health is neuropsychiatric disorders such as cognitive disorders, anxiety and depression. This study was an analytic observational study, using a cohort approach. The research sample used a consecutive sampling technique with inclusion and exclusion criteria. The sample size is 32 people. The data analysis used the SPSS. There were significant differences in CHE levels ($p=0.006$), Moca-Ina scores ($p=0.000$), HAM-A ($p=0.000$) and HAM-D ($p=0.000$) during 3 months of exposure to pesticides. There is no significant relationship between the first CHE level and the first value of Moca-Ina ($p=0.781$), HAM-A ($p=0.881$) and HAM-D ($p=0.605$) and there is no significant relationship between the second CHE level and the second Moca-Ina ($p=0.562$), HAM-A ($p=0.422$) and HAM-D ($p=0.869$). The results of the multivariate analysis of smoking history score ($p=0.021$), working period ($p=0.009$), and spraying duration ($p=0.006$) are related to the Moca-Ina score on the delayed recall point. These three variables are able to explain the results of the delayed recall of 39.7 %.

Keywords: exposure to pesticides; cognitive impairment; neuropsychiatry; cholinesterase

Sektor pertanian merupakan salah satu kekuatan perekonomian bagi negara Indonesia. Data hasil survei Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018 melaporkan bahwa jumlah penduduk yang bekerja di sektor pertanian hortikultura di seluruh provinsi berdasarkan jenis kelamin didapatkan jumlah petani laki-laki lebih banyak daripada petani perempuan.

Salah satu indikator pada *Sustainable Development* Indonesia (SDGs) adalah meningkatkan kehidupan yang sehat dan menjamin kesejahteraan penduduk semua usia. Salah satu targetnya adalah pada tahun 2030 mampu mengurangi jumlah kematian dan kesakitan karena bahan kimia berbahaya, serta polusi dan kontaminasi udara, air, dan tanah (Bappenas, 2022).

Penggunaan pestisida tidak terlepas pada sektor pertanian, yang bertujuan untuk membantu melindungi tanaman dari organisme pengganggu tanaman (OPT). Pestisida yang sering digunakan di Indonesia yaitu herbisida (38 %), fungisida (32 %) dan insektisida (29 %) (FAO, 2021) Penggunaan pestisida tidak hanya berdampak pada pengaplikatornya saja, namun berdampak pada lingkungan dan orang yang tinggal disekitar wilayah tersebut. Beberapa jenis pestisida dapat mengendap di tanah dan air dalam waktu lama, sehingga akan merusak ekosistem dan masuk ke rantai makanan serta siklus hidrologi (Koren, *et al* 1991)

Paparan pestisida dalam jangka lama tanpa disadari dapat meningkatkan resiko gangguan saraf dan kejiwaan (neuropsikiatri) diantaranya yang paling sering adalah gangguan kognitif, depresi dan gangguan cemas. Gangguan tersebut diakibatkan oleh penurunan enzim kolinesterase (CHE) di otak. Beberapa faktor yang mendukung paparan pestisida dapat menyebabkan gangguan neuropsikiatri adalah penggunaan pestisida tidak sesuai aturan dan tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) saat kontak dengan pestisida (Zunuzzi *et al*, 2020)

Penelitian Erni (2018) menemukan hubungan antara rendahnya aktivitas enzim CHE dengan tingkat atensi yang buruk pada petani kentang dengan paparan kronik organofosfat. Penelitian Medina, *et al* (2019) menyimpulkan bahwa petani yang mengalami penurunan kadar enzim CHE, 25 % memenuhi kriteria diagnosis depresi berat dengan sikap bunuh diri, 23,9 % dengan kecemasan umum, 23,5 % menunjukkan kombinasi depresi-kecemasan, 22 % memenuhi kriteria depresi berat dan sisanya tidak ada gangguan diagnosis psikiatri. Penelitian Singh dan Sarma dalam Erni (2018) menyimpulkan bahwa paparan organofosfat berhubungan dengan abnormalitas neuropsikologi. Gangguan dapat berupa cemas, depresi, gejala psikotik, gejala ekstrapiramidal serta gangguan pada fungsi memori visual, konsentrasi,

pengolahan informasi, pemecahan masalah dan koordinasi visuomotor. Kumpulan gejala tersebut disebut dengan *Chronic organophosphate induce neuropsychiatric disorder (COPIND)*.

Salah satu kelompok petani hortikultura di Kota Pekanbaru adalah kelompok tani Kecamatan Bukit Raya. Alasan peneliti memilih lokasi ini adalah karena lokasi berada ditengah-tengah pemukiman masyarakat. Selain itu pertanian ini menggunakan pupuk dan pestisida (jenis fungisida dan insektisida), jarang memakai APD saat menyemprot pestisida serta higienitas petani yang kurang karena petani makan dengan menggunakan pakaian yang sama saat mengaplikasikan pestisida. Disini juga belum pernah diadakannya penyuluhan tentang bahaya pestisida terhadap kesehatan maupun pemeriksaan kesehatan rutin. Oleh karena itu menurut peneliti para petani tersebut memiliki faktor resiko untuk mengalami gangguan kesehatan akibat paparan pestisida. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang hubungan paparan pestisida dengan gangguan neuropsikiatri pada petani hortikultura di Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik, melalui pendekatan *kohort*. Penelitian ini dilakukan pada petani Hortikultura Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 sampai dengan Juli 2023. Penelitian ini menggunakan data primer yaitu pengambilan data langsung di lapangan dengan melakukan pengisian kuesioner, pemeriksaan neuropsikiatri dan pemeriksaan darah (CHE) pada petani. Populasi target pada penelitian ini adalah petani yang terpapar pestisida. Sedangkan populasi terjangkaunya adalah petani Hortikultura Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru. Sampel penelitian ini menggunakan teknik *consecutive sampling*. Untuk mengurangi bias pada penelitian ini maka sampel yang diambil adalah yang memenuhi semua kriteria yang telah ditetapkan oleh peneliti yaitu, kriteria inklusi : minimal pendidikan SD sederajat, usia ≥ 18 tahun dan ≤ 65 tahun, bekerja sebagai petani minimal 1 tahun, bersedia mengikuti prosedur penelitian hingga akhir. Kriteria eksklusi: memiliki riwayat hepatitis, memiliki riwayat penyakit stroke, memiliki riwayat trauma kepala berat, memiliki riwayat kejang, memiliki riwayat gangguan jiwa berat sebelumnya. Besar sampel pada penelitian ini adalah:

$$n = \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta)}{0,5 \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)} \right]^2 + 3$$
$$n = \left[\frac{(1,96 + 0,846)}{0,5 \ln \left(\frac{1+0,5}{1-0,5} \right)} \right]^2 + 3$$
$$n = \left[\frac{2,806}{0,549} \right]^2 + 3$$

Untuk mengantisipasi adanya *dropout*, maka sampel ditambah 10 % dari total sampel, sehingga:

$$n = 29 + 10 \% (29) = 32 \text{ sampel}$$

Keterangan:

$$\alpha = 0,05, \text{ maka } Z\alpha = 1,96$$

$$\beta = 20 \%, \text{ maka } Z\beta = 0,842$$

$$r = 0,5$$

Variabel terikat penelitian ini adalah gangguan neuropsikiatri dinilai dengan instrumen Moca-Ina, HAM-D dan HAM-A. Variabel bebas yaitu jenis kelamin, usia, pendidikan terakhir, kebiasaan merokok, tingkat pengetahuan, masa kerja, durasi penyemprotan, frekuensi penyemprotan, penggunaan APD, serta kadar CHE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik petani dan faktor paparan pestisida serta kondisi eksisting pertanian

Tabel 1 dan 2 disajikan untuk menjawab tujuan khusus pertama, yaitu untuk mengetahui karakteristik petani serta faktor paparan pestisida:

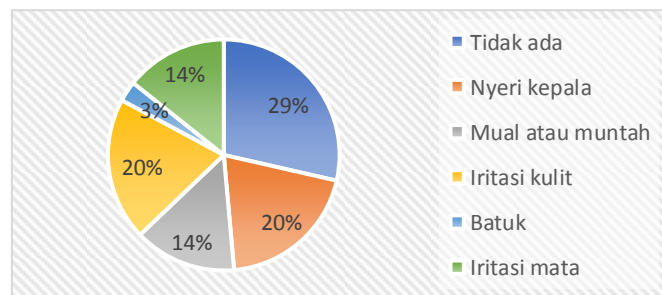
Tabel 1. Hasil analisis univariat karakteristik petani

Karakteristik	n	%	Rerata ± sb / Median (min-max)
1. Jenis kelamin			
- Laki-laki	24	82,8	
- Perempuan	5	17,2	
2. Usia (tahun)			38,48 ± 9,99
3. Pendapatan perbulan (juta)			2,75 ± 0,9
4. Tingkat pendidikan			
- SD	9	31	
- SMP	10	34,5	
- SMA	10	34,5	
- D1-D3/PT	0	0	
5. Riwayat merokok			
- Ya	24	82,8	
- Tidak	5	17,2	
6. APD			
- Lengkap	0	0	
- Tidak lengkap	29	100	

Tabel 2. Hasil analisis univariat faktor paparan pestisida

Karakteristik	n	%	Rerata ± sb / Median (min-max)
1. Masa kerja (tahun)			8 (1-28)
2. Durasi menyemprot (menit)			50,86 (10-120)
3. Frekuensi menyemprot perminggu			2,59 (1-4)
4. Tingkat pengetahuan			
- Baik	20	69	
- Kurang	9	31	

Berdasarkan wawancara terdapat tiga keluhan terbanyak yang dirasakan petani saat menyemprot pestisida yang dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 1. Diagram keluhan saat mengaplikasikan pestisida

Berdasarkan diagram diatas keluhan nyeri kepala (20 %), iritasi kulit (20 %), iritasi mata (14 %) sering dirasakan saat menyemprot pestisida. Namun dari wawancara, petani tetap mengabaikan keluhan-keluhan tersebut dengan alasan sudah kebal terhadap pestisida. Gejala diatas sudah mengindikasikan bahwa pestisida sudah masuk kedalam tubuh melalui jalur pernafasan dan kulit. Hal ini juga diperkuat karena petani banyak menggunakan alat *sprayer* untuk menyemprot pestisida sehingga residu bisa terhirup karena petani tidak pakai APD.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian Gesesew (2016) dimana gejala tersering yang dikeluhkan petani saat mengaplikasikan pestisida adalah sakit kepala (n=17), mual dan muntah (n=13), ruam kulit dan iritasi (n=13), sakit perut (n=12), serta batuk (n=7).

Kondisi eksisting lokasi penelitian ini dijabarkan secara deskriptif berdasarkan wawancara dengan ketua dan wakil kelompok tani. Kondisi eksisting lingkungan dinilai dari kondisi lingkungan, ekonomi, sosial. Berikut adalah uraian dari penjelasan masing-masing kondisi eksisting tersebut:

Lingkungan

Luas area pertanian berdasarkan wawancara adalah berkisar 20 hektar. Lokasi pertanian dapat dilihat melalui gambar 2 berikut:



Gambar 2. Luas area pertanian

Pada gambar diatas tampak lokasi penelitian ini berada di tengah-tengah pemukiman masyarakat. Masyarakat yang tinggal disekitar pertanian juga dapat terpapar dengan pestisida baik dari pencemaran lewat udara, air maupun tanah. Namun, lebih beresiko melalui udara karena residu pestisida yang disemprotkan dapat terbawa oleh angin. Kelompok tani tersebut terdiri dari 16 KK yang bergerak di bidang cocok tanam jenis sayuran dan buah seperti bayam, kangkung, selada, kemangi, papaya, semangka dan tanaman lainnya.

Kelompok tani belum sepenuhnya menerapkan sistem pertanian berkelanjutan karena disebabkan oleh berbagai faktor seperti sosial dan ekonomi. Sehingga dari observasi, banyak perilaku serta tindakan petani yang berdampak negatif pada lingkungan serta kesehatan yaitu seperti penggunaan pupuk kimia, pemakaian pestisida kimia serta pengolahan limbah pertanian yang belum tepat.

Dari wawancara, kelompok tani ini sudah pernah mendapat penyuluhan tentang pertanian organik. Namun setelah mencoba praktek pertanian organik, terdapat perbedaan lama panen antara organik dengan anorganik dimana masa panen pertanian organik lebih lama, sedangkan para petani dituntut untuk memenuhi kebutuhan ekonomi dengan masa panen yang harus lebih cepat.

Berdasarkan pernyataan Sumarno (2018) bahwa menurunnya proses pengembalian bahan organik yang dapat menjadi unsur hara ke dalam tanah diakibatkan oleh peningkatan usaha tani yang intensif. bahan kimia pertanian dosis tinggi dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, pencemaran air dan tanah, serta dapat meningkatkan potensi gangguan hama-penyakit. Kelangsungan hidup jangka panjang dari sistem produksi pertanian dapat terancam oleh hal-hal tersebut.

Tabel 3. Kelas pestisidayang digunakan di lokasi penelitian

Nama pestisida (bahan aktif)	Golongan	Kelas WHO
- Astertrin (sipermetrin)	insektisida	II
- Regent (fipronil)	insektisida	II
- Marsal (karbosulfan)	insektisida	II
- Dursban (klorpirifos)	insektisida	III
- Prevaton (klorantraniliprol)	insektisida	III
- Score (difenokonazol)	fungisida	II
- Tandem (azoksistrobin+ difenokonazol)	fungisida	II
- Starmyl (metalaksil)	fungisida	II
- Roundap	herbisida	II

Berdasarkan tabel diatas, pestisida yang paling banyak digunakan adalah golongan insektisida dan fungisida dengan kelas II (berbahaya). Hasil ini sesuai dengan penelitian Tiwari et al (2022) bahwa ada tiga jenis pestisida yang sering dipakai yaitu insektisida (44,4 %), fungisida (38,46 %) dan herbisida (33,33 %). Insektisida memiliki efek memblokir saluran impuls saraf dengan cara mengikat enzim kolinesterase. Keracunan jenis ini berpotensi karsinogenik. Toksisitas herbisida melalui pembentukan radikal bebas yang ditandai oleh gangguan paru-paru melalui inhalasi atau oral dan bersifat karsinogenik.

Selain itu fungisida juga berpotensi karsinogenik dan teratogenik (Raini, 2007) Dalam Pamungkas (2016) bahwa organofosfat (karbamat) yang digunakan untuk membunuh serangga, telah mengakibatkan sebuah kecelakaan kerja. Insiden tersebut mengakibatkan kematian dan dampaknya masih terasa 30 tahun kemudian seperti banyak kelahiran cacat dan kasus kegagalan organ dalam.

Tabel 4. Pengolahan limbah pertanian

	n (%)
Limbah pertanian	
- Dibuang	14 (48,3)
- Dibakar	12 (41,4)
- Dikubur	3 (10,3)
- Diantar ke bank sampah	0 (0)

Rerata limbah pertanian di buang (48,3 %) dan di bakar (41,4 %) oleh petani bersamaan dengan jenis sampah lainnya. Limbah pertanian meliputi botol, jerigen, karung, kemasan pupuk atau pestisida. Hal ini bisa terjadi karena pengetahuan petani yang kurang tentang dampak pencemaran akibat limbah pertanian.



Gambar 3. Limbah plastik pertanian

Tumpukan sampah seperti gambar diatas ini dapat mempengaruhi kualitas tanah karena mengganggu sirkulasi udara masuk ketanah serta mengkontaminasi air tanah. Dalam Setyowati *et al* (2013) asap yang tersisa dari pembakaran plastik mengandung zat pencemar yang akan menjadi racun hingga jika terhirup dan terakumulasi dapat menyebabkan berbagai penyakit, antara lain kanker, kerusakan hormonal, bahkan kelahiran cacat.

Petani mencuci hasil panen yang sudah terkontaminasi oleh pestisida di sebuah bak besar yang terhubung dengan saluran pipa yang dialirkan ke tanah kosong dengan jarak 20 meter dari sumur bor. Berdasarkan teori, pestisida dapat mencemari air melalui berbagai cara seperti saat mencuci alat aplikator pestisida, mencuci tanaman yang sudah terpapar pestisida, ataupun sisa pestisida yang meresap ketanah dan mencemari persediaan air bawah tanah atau dari hujan yang sudah tercemar pestisida diudara. (Koren, *et al* 1991)



Gambar 4. Proses pencucian hasil panen

Ekonomi

Petani menyewa lahan pertanian dengan biaya Rp. 500.000 per setengah hektar perbulan. Hal tersebut membuat petani harus mengejar target panen sehingga bisa menutupi modal dengan cara pemberian pupuk serta pestisida kimia untuk mencegah gagal panen. Rerata pendapatan petani perbulannya adalah 2,75 juta. Permasalahan lain yang dialami oleh petani yaitu mahalnya harga pupuk.

Pertanian konvensional lebih menekankan pada tanaman monokultur sehingga tidak lepas dari penggunaan pestisida, kompos, teknologi impor dan teknologi kemasan sehingga membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Ekonomi, sosial, dan ekologi adalah tiga pilar yang terkait erat yang membentuk pertanian berkelanjutan. Kelestarian lingkungan, sumber daya alam, dan stabilitas sosial budaya semuanya bergantung pada dimensi ekonomi (Lagiman, 2020)

Sosial

Faktor yang mempengaruhi terwujudnya pertanian berkelanjutan adalah tingkat pengetahuan petani tentang dampak penggunaan pupuk serta pestisida kimia dan pengelolaan limbah pertanian. Pada tabel 3, dapat dilihat bahwa tingkat pendidikan terbanyak adalah SMP (34,5 %) dan SMA (34,5 %), tingkat pengetahuan petani tentang dampak pestisida tergolong baik (69 %), namun tidak melaksanakannya dalam praktik bertani seperti memakai APD lengkap. Hal tersebut terjadi karena berbagai faktor dan alasan.

Pengetahuan erat kaitannya dengan aktivitas seseorang dimana sebelum seseorang bertindak, ia harus terlebih dahulu mengetahui manfaat dari aktivitas tersebut. Dengan anggapan pengetahuan seseorang baik, maka akan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Yuantari *et al*, 2013)

Perbedaan kadar CHE pengukuran di bulan pertama dan pengukuran di bulan ketiga selama terpapar pestisida

Tabel 5 disajikan untuk menjawab tujuan khusus kedua, yaitu untuk menganalisis perbedaan kadar CHE pengukuran di bulan pertama dan pengukuran di bulan ketiga selama terpapar pestisida.

Tabel 5. Perbedaan kadar CHE pertama dan kedua

Pemeriksaan	Nilai minimal	Nilai maksimal	Mean	Selisih	SD	<i>p</i>
CHE I	5372	11954	8428	361	1719	0,006
CHE II	5460	11144	8067			

Uji T berpasangan

Hasil uji tabel diatas didapatkan nilai $p=0,006$ ($p<0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar CHE pertama dan kedua selama 3 bulan paparan pestisida dimana terjadi penurunan kadar CHE sebesar 361 sehingga hipotesa diterima. Di lokasi pertanian rerata petani menggunakan pestisida organofosfat. Kadar aktivitas CHE dapat menjadi indikator tinggi rendahnya tingkat keracunan. Pada penelitian ini meskipun terdapat perbedaan penurunan pemeriksaan CHE pertama dan kedua, namun hasil pada semua responden masih dalam rentang normal dimana belum dianggap sebagai suatu keracunan, jadi petani masih dapat terus bekerja namun harus diulang pemeriksaan dalam waktu dekat. Kadar CHE yang dikatakan keracunan ringan adalah 3.500 U/L sedangkan kadar CHE paling rendah pada penelitian ini adalah 5372 U/L.

Berdasarkan teori, penurunan aktivitas CHE minimal dapat berlangsung hingga 1- 3 minggu pada eritrosit, sedangkan penurunan CHE dapat berlangsung hingga 12 minggu atau 3 bulan pada trombosit. Golongan pestisida organofosfat dan karbamat dapat menurunkan kadar CHE. (Yulianto *et al*, 2017) Dalam Raini (2007) bahwa terdapat pengaruh isitirahat terhadap penurunan aktivitas CHE dimana petani yang diistirahatkan selama beberapa minggu, tubuh dapat mensintesis CHE sehingga akan meningkat kembali. Sebuah penelitian pada 80 petani yang mengalami keracunan pestisida dengan kadar CHE < 75 %, rerata membutuhkan waktu pemulihan selama seminggu. Menurut penelitian Dhalla *et al* (2013) terdapat hubungan antara aktivitas kadar CHE dengan lama paparan dimana konsentrasi CHE dapat pulih lebih cepat sebagai bentuk respons adaptif terhadap paparan jangka panjang terhadap pestisida. Hal ini mungkin karena beberapa mutasi genetik atau penguraian pestisida yang cepat berdasarkan toleransi yang lebih tinggi.

Pada penelitian ini, frekuensi penyemprotan petani tidak konstan karena tergantung banyaknya hama yang menyerang. Jika semakin banyak hama maka semakin sering disemprot, jika tidak maka jarang disemprot. Hal ini memungkinkan ada jeda waktu dimana kadar CHE menjadi meningkat kembali, hal tersebut dibuktikan dari hasil pemeriksaan CHE kedua terdapat beberapa petani yang mengalami peningkatan kadar CHE.

Perbedaan nilai skor Moca-Ina, *Hamilton Anxiety Scale* serta *Hamilton Depression Scale* pengukuran di bulan pertama dan ketiga selama terpapar pestisida

Tabel 6 dibawah berikut disajikan untuk menjawab tujuan khusus ketiga, yaitu untuk menganalisis perbedaan nilai skor Moca-Ina, *Hamilton Anxiety Scale* serta *Hamilton Depression Scale* pengukuran di bulan pertama dan ketiga selama terpapar pestisida

Tabel 6. Perbedaan skor Moca-Ina, HAM-A, HAM-D pertama dan kedua

Pemeriksaan	Nilai minimal	Nilai maksimal	Mean	Selisih	SD	p
Moca-Ina I	18	29	24	2	3,2	0,000
Moca-Ina II	15	28	22		3,4	
HAM-A I	1	12	6	3	2,5	0,000
HAM-A II	0	12	3		2,9	
HAM-D I	4	7	6	2	0,9	0,000
HAM-D II	1	7	4		1,6	

Uji T berpasangan

Hasil uji pada tabel 6 didapatkan nilai $p = 0,000$ yaitu $< 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan skor Moca-Ina selama 3 bulan paparan pestisida dimana terjadi penurunan skor Moca-Ina sebesar 2 poin. Tabel 9 menunjukkan sebagian besar responden mengalami penurunan skor Moca-Ina yang mengindikasikan adanya penurunan fungsi kognitif yang diikuti adanya perbedaan dari hasil pemeriksaan CHE. Menurut peneliti hal ini terjadi karena petani lebih banyak menggunakan pestisida jenis insektisida yang digunakan secara semprot sehingga lebih besar resiko untuk terhirup dan mempengaruhi fungsi saraf.

Tabel 7. Hasil pemeriksaan Moca-Ina

	Gangguan kognitif ringan		Normal		Total	
	n	%	n	%	n	%
Moca-Ina I	21	72,4	8	27,6	29	100
Moca-Ina II	27	93,1	2	6,9	29	100

Hal ini senada dengan penelitian Indrayani *et al* (2020) dimana sebagian besar petani tembakau yang terpapar pestisida mengalami gangguan kognitif ringan (MCI) pada pemeriksaan Moca-Ina. MCI merupakan fase peralihan antara yang masih dianggap normal dan yang benar-benar telah sakit. Fungsi kognitif secara umum masih normal, demikian pula dengan kemampuan melakukan kegiatan sehari-hari. Namun terdapat gangguan pada proses belajar dan kemampuan mengingat yang tertunda. MCI merupakan salah satu faktor resiko demensia. Tingkat transisi dari penurunan kognitif menjadi demensia perkiraan sebesar 10-15 % per tahunnya.

Pada tabel 7 diatas didapatkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan skor HAM-A selama 3 bulan paparan pestisida dimana terjadi penurunan skor HAM-A sebesar 3 poin. Walaupun ada penurunan skor namun tidak mengindikasikan adanya gangguan kecemasan karena masih dalam rentang normal (lihat tabel 7). Diindikasikan adanya gangguan kecemasan jika skor meningkat, namun pada pemeriksaan menurun. Menurut peneliti pada penelitian ini belum ditemukan adanya gangguan kecemasan dikarenakan dibutuhkan pengamatan dalam jangka waktu lebih lama untuk melihat efek paparan pestisida terhadap gangguan kecemasan. Hal ini juga dipengaruhi dengan frekuensi petani terpapar dengan pestisida, dosis yang digunakan, durasi menyemprot dan jenis pestisida.

Tabel 8. Hasil pemeriksaan HAM-A

	Normal		Ringan		Sedang		Berat		Berat sekali		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HAM-A I	29	100	0	0	0	0	0	0	0	0	29	100
HAM-A II	29	100	0	0	0	0	0	0	0	0	29	100

Hasil tersebut tidak sejalan dengan beberapa penelitian seperti penelitian Kori (2018) dan penelitian Medina *et al* (2019) dimana terdapat hubungan antara paparan pestisida dengan terjadinya gangguan kecemasan. Penelitian Medina *et al* (2019) menemukan bahwa petani dengan masa kerja 6 bulan

berdasarkan hasil pemeriksaan dengan MINI ICD-10 telah mengalami depresi, resiko bunuh diri serta gangguan cemas.

Pada tabel 8 didapatkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan skor HAM-D selama 3 bulan paparan pestisida dimana terjadi penurunan skor HAM-D sebesar 2. Walaupun ada penurunan skor namun tidak mengindikasikan adanya gangguan depresi (lihat tabel 11). Diindikasikan adanya gangguan depresi jika skor meningkat, namun pada pemeriksaan menurun. Menurut peneliti pada penelitian ini belum ditemukan adanya gangguan depresi dikarenakan dibutuhkan pengamatan dalam jangka waktu lebih lama untuk melihat efek paparan pestisida terhadap gangguan depresi serta dipengaruhi oleh faktor-faktor paparan pestisida lainnya.

Tabel 9. Hasil pemeriksaan HAM-D

	Normal		Ringan		Sedang		Berat		Sangat berat		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HAM-D I	29	100	0	0	0	0	0	0	0	0	29	100
HAM-D II	29	100	0	0	0	0	0	0	0	0	29	100

Hasil tersebut tidak sejalan dengan penelitian Medina, *et al* (2019) dimana petani yang mengalami penurunan kadar enzim CHE, 25 % memenuhi kriteria diagnosis depresi berat. Pencampuran pestisida jenis organofosfat, karbamat dan piretroid dapat menyebabkan efek sinergis yang dapat menyebabkan depresi, gangguan cemas (Kori, 2018) Pada penelitian ini peneliti tidak menggali lebih dalam faktor pencampuran pestisida.

Hubungan kadar CHE dengan skor Moca-Ina, *Hamilton Anxiety Scale* dan *Hamilton Depression Scale*

Tabel dibawah disajikan untuk menjawab tujuan khusus keempat yaitu untuk menganalisis hubungan kadar CHE dengan skor Moca-Ina, *Hamilton Anxiety Scale* dan *Hamilton Depression Scale*

Tabel 10. Hubungan kadar CHE dengan skor Moca-Ina, HAM-A dan HAM-D

	Moca-Ina I		HAM-A I		HAM-D I	
	Koefisien korelasi	<i>p</i>	Koefisien korelasi	<i>p</i>	Koefisien korelasi	<i>p</i>
CHE I	-0,054	0,781	-0,029	0,881	0,100	0,605
	Moca-Ina II		HAM-A II		HAM-D II	
	Koefisien korelasi	<i>p</i>	Koefisien korelasi	<i>p</i>	Koefisien korelasi	<i>p</i>
CHE II	0,112	0,562	0,155	0,422	0,032	0,869

Uji Spearman

Hasil uji pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan signifikan antara kadar CHE dengan ketiga kuisioner yaitu Moca-Ina, HAM-A dan HAM-D dimana nilai $p > 0,05$ sehingga hipotesa ditolak. Menurut peneliti meskipun tidak ada hubungan signifikan, para petani sering merasakan keluhan fisik saat mengaplikasikan pestisida seperti nyeri kepala, iritasi kulit dan batuk. Keluhan-keluhan tersebut tidak dapat diabaikan karena sudah ada indikasi efek paparan akut pada tubuh. Meskipun kadar CHE masih dalam rentang normal dan hal tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, oleh karena itu dibutuhkan parameter lain untuk menilai pengaruh paparan pestisida pada petani atau dibutuhkan pemeriksaan CHE secara berkala.

Dikutip dari Pamungkas (2016) bahwa paparan ringan dalam jangka pendek biasanya hanya menyebabkan iritasi mata, kulit. Namun pajanan ringan jangka panjang dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan seperti gangguan hormon, kerusakan organ bahkan kematian. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Silvi (2003) dimana kadar CHE pada kelompok kontrol dan terpapar pestisida masih dalam batas normal, namun dari hasil evaluasi pemeriksaan neuropsikiatri ditemukan gejala parkinson dan terdeteksi adanya gangguan cemas. Hal tersebut bisa disebabkan oleh faktor kompensasi tubuh khususnya reseptor di otak terhadap peningkatan asetilkolin. Oleh karena itu dibutuhkan parameter selain kadar CHE untuk memantau dampak paparan lama pestisida. Pada penelitian Nava *et al* dalam Silvi (2003) bahwa ditemukan kadar CHE yang normal pada responden yang terpapar pestisida namun sudah menunjukkan perlambatan kognitif, memori, perubahan psikomotorik dan gejala kejiwaan lainnya. Terdapat parameter laboratorium lain untuk menilai dampak paparan pestisida terhadap gangguan kognitif yaitu peningkatan kadar protein *phosphorylate-tau* serum. Hasil penelitian Putri *et al* (2020) bahwa

responden dengan lama paparan pestisida >10 tahun memiliki kadar protein *phosphorylate-tau* serum yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang <10 tahun ($p = 0,003$).

Hubungan karakteristik serta faktor resiko paparan pestisida dengan skor Moca-Ina, *Hamilton Anxiety Scale* dan *Hamilton Depression Scale*

Tabel dibawah berikut disajikan untuk menjawab tujuan khusus kelima yaitu untuk menganalisis hubungan faktor resiko paparan pestisida dengan skor Moca-Ina. Analisis tidak dilakukan pada variabel HAM-A dan HAM-D karena dari hasil ditemukan penurunan skoring yang mengindikasikan tidak adanya gangguan cemas maupun depresi.

Pemeriksaan Moca-Ina terdiri dari 7 poin penilaian yaitu visuospasial, penamaan, atensi, bahasa, abstrak, *delayed recall* dan orientasi. Oleh karena itu peneliti mencoba menganalisis lebih rinci hubungan berdasarkan masing-masing poin penilaian Moca-Ina sehingga terlihat fungsi kognitif mana yang lebih terganggu.

Tabel 11. Analisis bivariat variabel bebas pada poin penilaian Moca-Ina

Variabel	Moca-Ina						
	visuospasial	penamaan	atensi	bahasa	abstrak	<i>delayed recall</i>	Orientasi
	Nilai <i>p</i>						
1. Jenis kelamin	0,205	1,000	0,050	0,685	0,620	0,048*	0,687
- Laki-laki							
- Perempuan							
2. Pendidikan	0,499	1,000	0,220	0,641	0,517	0,569	0,212
- SD							
- SMP							
- SMA							
- D3/PT							
3. Riwayat merokok	0,048*	1,000	0,050	0,555	0,890	0,048*	0,536
- Ya							
- Tidak							
4. Usia (tahun)	0,001*	-	0,116	0,216	0,974	0,111	0,608
5. Masa kerja	0,224	-	0,053	0,079	0,669	0,030*	0,704
6. Durasi menyemprot	0,693	-	0,489	0,292	0,688	0,008*	0,302
7. Frekuensi menyemprot	0,477	-	0,945	0,475	0,701	0,706	0,485
8. Tingkat pengetahuan	0,101	1,000	0,042*	0,335	0,707	0,647	0,433
- Baik							
- Kurang							
9. Penggunaan APD	0,973	-	0,019*	0,851	0,121	0,144	0,552
10. CHE II	0,695	-	0,325	0,044*	0,419	0,040*	0,848

Ket : *berhubungan signifikan (Uji spearman)

Berdasarkan tabel diatas, poin visuospasial berhubungan dengan riwayat merokok dan usia. Visuospasial atau fungsi eksekutif adalah pemeriksaan dimana responden disuruh menggambar ulang kubus, membuat gambar jam sesuai instruksi dan menghubungkan beberapa titik angka dan huruf. Pada beberapa petani terdapat kesalahan dalam melakukan hal tersebut. Menurut peneliti ini dipengaruhi dengan daya konsentrasi terkait efek paparan pestisida serta tingkat pendidikan. Menurut Laksmidewi (2016), fungsi eksekutif terganggu karena dipengaruhi oleh komponen motorik lambat dan usia yang semakin tua. Jika seseorang merokok maka beresiko mengalami gangguan pada fungsi sarafnya sehingga secara tidak langsung dapat mempengaruhi fungsi kognitif tergantung respon tiap orang.

Poin atensi berhubungan dengan tingkat pengetahuan dan pemakaian APD. Atensi merupakan kemampuan seseorang untuk merespon stimulus spesifik dengan mengabaikan stimulus yang lain di luar

lingkungannya. Belum ada penelitian yang meneliti secara spesifik hubungan tingkat pendidikan dengan pemakaian APD. Menurut peneliti hal ini dikaitkan dengan petani yang tidak lengkap memakai APD sehingga menurunkan kadar CHE yang akan berpengaruh pada fungsi atensi. Hal ini didukung oleh penelitian Erni (2018) terdapat korelasi negatif bermakna antara aktivitas asetilkolinesterase darah dan total atensi petani, dimana pada penelitian tersebut lebih banyak petani yang tidak memakai APD.

Poin bahasa berhubungan dengan kadar CHE, fungsi bahasa merupakan kemampuan yang meliputi 4 parameter, yaitu kelancaran, pemahaman, pengulangan dan penamaan. Namun, belum ada penelitian yang meneliti secara spesifik hubungan bahasa dan kadar CHE. Menurut peneliti semakin sering petani terpapar pestisida maka akan menurunkan kadar CHE meningkatkan gangguan kesehatan khususnya saraf, pada penelitian ini fungsi saraf bagian mengatur bahasa yang terganggu. Menurut Laksmidewi (2016) atensi yang terganggu akan mempunyai dampak terhadap memori, bahasa dan fungsi eksekutif. Pada penelitian ini memang benar fungsi memori, atensi, dan eksekutif juga ikut terganggu.

Adapun poin Moca-Ina yang paling banyak berhubungan dengan karakteristik dan faktor paparan pestisida adalah poin *delayed recall* yang berfungsi untuk menilai daya ingat atau memori. Variabel bebas yang berhubungan signifikan dengan *delayed recall* adalah jenis kelamin ($p = 0,048$), riwayat merokok ($p = 0,048$), masa kerja ($p = 0,030$), durasi menyemprot ($p = 0,008$), dan kadar CHE 2 ($p = 0,040$). Oleh karena itu kelima variabel bebas dilanjutkan pada analisis multivariat regresi linier berganda dengan kerangka konsep prediktif.

Gangguan memori yang terjadi akibat paparan kronik organofosfat dapat berupa gangguan pada memori pengenalan, memori spasial, memori visual, dan memori jangka pendek. (Rohmah, et al 2019) Hasil ini sesuai dengan penelitian *case control* yang dilakukan oleh Farahat et al (2003) bahwa terdapat hubungan antara gangguan fungsi memori dengan paparan kronik pestisida organofosfat pada petani di Mesir. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian oleh Jamal et al (2002) tentang pengaruh paparan organofosfat terhadap fungsi neurologis dimana ditemukan adanya beberapa gangguan neurologis dan psikiatri akibat paparan organofosfat kronik, yang disebut dengan *organophosphate-induced neuropsychiatric disorder* (COPIND). Namun, mekanisme terjadinya COPIND belum diketahui sepenuhnya tetapi diduga tidak hanya melibatkan penghambatan dari asetilkolinesterase, namun juga disebabkan faktor lainnya.

Analisis multivariat

Setelah dilakukan analisis bivariat, maka dilanjutkan analisis multivariat jika telah memenuhi syarat-syarat untuk melakukan uji regresi linier yaitu syarat dari residu, variabel terikat, variabel bebas, dan hubungan variabel terikat dengan variabel bebas.

Pada tabel hasil uji analisis koefisien determinasi (R^2), terlihat bahwa model 2 merupakan model dengan koefisien determinasi yang tertinggi yaitu 42,1 %. Walaupun demikian merujuk pada tabel koefisien model 2 terlihat bahwa model tersebut belum fit. Maka untuk memperoleh model multivariat regresi linier yang fit, disarankan untuk membuang variabel bebas yang paling tidak bermakna supaya diperoleh model yang fit. Berdasarkan pertimbangan statistik maka diputuskan untuk membuat analisis regresi linier yang baru, dengan membuang variabel CHE 2.

Tabel 12. Hasil Uji Analisis Koefisien Determinasi (R^2) kedua

Model	R	R Square	Adjusted Square	R	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.681 ^a	.464	.375		1.128	
2	.679 ^b	.462	.397		1.108	1.967

Setelah analisis regresi linier diulang dengan membuang variabel jenis CHE 2 maka dari tabel 14 terlihat bahwa model 2 dengan koefisien determinasi 39,7 % terlihat merupakan model yang fit karena tidak terdapat autokorelasi dimana nilai *tolerance* > 0,4.

Untuk syarat dari residu (lihat lampiran 5) adalah sebaran residu harus normal, rerata residu nol, tidak ada *outlier*, konstan (homoscedastisity), dan independen. Dari grafik histogram dan plot terlihat bahwa sebaran tersebut memberikan kesan normal. Dari tabel diatas terlihat bahwa rerata residu adalah 0 oleh karena itu syarat rerata residu 0 sudah terpenuhi. Selain itu juga terlihat bahwa nilai minimum - 1,631 dan nilai maksimum adalah 1,538, dan simpangan bakunya adalah 0.94 oleh karena itu syarat tidak ada outlier juga terpenuhi yaitu nilai rentang didalam -3 sampai 3 simpangan baku. Selain itu dari terlihat bahwa nilai Durbin-Watson pada gambar 2 model summary adalah 1,967 sehingga syarat independen dari residu terpenuhi, yaitu di sekitar angka 2. Dari data juga terlihat bahwa grafik scatter antara residu dengan variabel bebas adalah konstan yaitu tidak membentuk pola tertentu.

Tabel berikut disajikan untuk menjawab hipotesis tentang skor Moca-Ina dimana analisis lebih dirincikan pada setiap poin penilaiannya.

Tabel 13. Resume analisis regresi linier faktor-faktor yang berhubungan dengan skor Moca-Ina poin delayed recall

Multivariat		
Model	Didapatkan model yang terdiri dari riwayat merokok, jenis kelamin, masa kerja, durasi penyemprotan dan kadar CHE 2	Model ini diperoleh setelah uji bivariat dimana dipilih variabel $p < 0,005$
Pengujian asumsi	Linearitas : terpenuhi Rerata residu nol : terpenuhi Residu tidak ada outlier : terpenuhi Independen : terpenuhi	uji anova dimana $p < 0,05$ berarti asumsi linearitas terpenuhi
Persamaan regresi Skor	$delayed\ recall = 0,222 + 1,324$ (riwayat merokok) $- 0,072$ (masa kerja) $+ 0,016$ (durasi menyemprot)	
Adjusted R square	39,7 %	R^2 yaitu 0,397 dimana variabel umur dan tingkat pengetahuan mampu menjelaskan outcome skor poin <i>delayed recall</i> sebesar 39,7 % dan sisanya sebesar 60,3 % oleh variabel lain.
Koefisien korelasi	Riwayat merokok = 0,38 ($p=0,021$) Masa kerja = -0,43 ($p=0,009$) Durasi menyemprot = -0,45 ($p=0,006$)	Korelasi positif lemah Korelasi negatif cukup kuat Korelasi negatif cukup kuat

Hasil tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel skor riwayat merokok, masa kerja, dan durasi menyemprot berhubungan signifikan dengan skor Moca-Ina poin *delayed recall*.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Hidayatullah et al (2020) bahwa durasi penyemprotan yang lebih lama berisiko tinggi mengalami gangguan fungsi kognitif dibanding pekerja dengan durasi sebentar. Hal ini dapat disebabkan semakin lama durasi penyemprotan maka dampak kumulatif paparan yang dihasilkan juga semakin besar, sehingga memengaruhi fungsi kognitif. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian Indrayani et al (2020) dimana terdapat hubungan durasi penyemprotan dengan kejadian MCI yang dinilai dengan instrument Moca-Ina pada petani tembakau. Bahaya paparan pestisida akan meningkat seiring meningkatnya dosis dan lama paparan pestisida. Semakin lama pestisida memapari kulit, mata, atau semakin lama pestisida terhirup, maka makin besar kerusakan pada tubuh. Gangguan memori yang terjadi akibat paparan kronik organofosfat dapat berupa gangguan pada memori pengenalan, memori spasial, memori visual, dan memori jangka pendek (Rohmah, et al 2019)

Pestisida tidak hanya berdampak negatif pada kesehatan petani namun juga berdampak pada keluarga petani. Berdasarkan penelitian Mahmudah et al (2020) bahwa bentuk kegiatan keluarga dalam pertanian yang dapat membuat mereka terpapar pestisida adalah ikut mencari hama, mencabut rumput liar, menyiram tanaman, memanen, mencuci pakaian bekas kerja, memupuk, dan menanam tanaman. Oleh karena itu inilah yang menjadi alasan mengapa paparan pestisida tidak hanya berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja tetapi hal ini juga harus menjadi perhatian pemerintah sehingga diharapkan Dinas Pertanian dapat memperketat pemantauan penggunaan pestisida.

Keterbatasan penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, baik yang terkendali maupun di luar kendali peneliti. Peneliti sudah berusaha dengan maksimal untuk meminimalisir keterbatasan dalam penelitian. Keterbatasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Peneliti tidak mengambil data keseluruhan mengenai faktor yang dapat mempengaruhi paparan pestisida dan gangguan neuropsikiatri pada petani. Fungsi kognitif merupakan proses yang kompleks

- dengan melibatkan berbagai faktor pada setiap individu. Namun, beberapa hal tersebut tidak terwakili dalam penelitian ini sehingga menjadi keterbatasan dalam penelitian ini.
- b) Penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol.
 - c) Menurut peneliti instrument Moca-Ina kurang tepat dipakai dalam penelitian ini. Oleh karena itu pada hasil, peneliti mencoba menganalisis dengan menjabarkan lagi poin-poin pemeriksaan Moca-Ina.
 - d) Penelitian ini hanya menggunakan sedikit sampel yaitu 29 responden dan hanya dalam jangka waktu 3 bulan.
 - e) Keterbatasan lainnya berasal dari instrumen penilaian yang cukup banyak dan berdurasi cukup lama sehingga dapat memicu kebosanan yang dikhawatirkan dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:
1. Karakteristik petani menunjukkan bahwa jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan, riwayat merokok, meningkatkan resiko untuk mengalami dampak akibat paparan pestisida. Faktor resiko lainnya adalah rerata masa kerja sebagai petani 8 tahun, durasi per kali penyemprotan 51 menit serta frekuensi penyemprotan sebanyak 3 kali. Semua petani tidak lengkap memakai APD saat mengaplikasikan pestisida. Kondisi eksisting lokasi penelitian ini dinilai dari kondisi lingkungan, ekonomi, sosial perlu diperhatikan agar terwujud pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.
 2. Terdapat perbedaan signifikan kadar CHE pertama dan kedua selama 3 bulan paparan pestisida dimana terjadi penurunan kadar CHE sebesar 361 ($p=0,006$)
 3. Terdapat perbedaan signifikan skor Moca-Ina selama 3 bulan paparan pestisida dimana terjadi penurunan skor Moca-Ina sebesar 2 poin ($p=0,000$) yang mengindikasikan adanya penurunan fungsi kognitif. Terdapat perbedaan signifikan skor HAM-A dan HAM-D selama 3 bulan paparan pestisida dimana terjadi penurunan skor HAM-A sebesar 3 poin ($p=0,000$) dan skor HAM-D sebesar 2 poin ($p=0,000$). Namun perbedaan ini tidak mengindikasikan adanya gangguan kecemasan dan depresi karena masih dalam rentang normal.
 4. Tidak ada hubungan signifikan antara kadar CHE dengan ketiga kuisioner yaitu Moca-Ina, HAM-A dan HAM-D ($p>0,05$)
 5. Berdasarkan analisa multivariat variabel skor riwayat merokok, masa kerja, dan durasi menyemprot berhubungan dengan skor Moca-Ina pada poin *delayed recall*

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada para informan yang telah memberikan data dan semua pihak sehingga terlaksananya penelitian ini di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau., (2018). <https://www.bps.go.id/indicator/55/1734/1/-souh2018-persentase-petani-usaha-tanaman-hortikultura-menurut-jenis-kelamin-dan-jenis-tanaman-di-indonesia.html>. (Diakses pada 4 Oktober 2022).
- Dhalla AS, Sharma S. (2013). Assesment Of Serum Cholinesterase in Rural Punjabi Sprayer Exposed To A Mixture Of Pesticide. *Toxicology Internasional*. Vol 20(2): 154–159.
- Erni, Gumay, AR, Bakri, S., (2018). Hubungan Antara Aktivitas Asetilkolinesterase Darah Dan Tingkat Atensi Pada Petani Kentang Dengan Paparan Kronik Pestisida Organofosfat Di Desa Kepakisan Banjarnegara. *Diponegoro Medical Journal*. Vol 7(1):158–170.
- Indrayani R, Ningrum PT, Ellyke et al. (2020). Kejadian *Mild Cognitive Impairment* Pada Petani Tembakau Yang Terpapar Pestisida Di Kabupaten Jember. *MKMI*. Vol 16(1):76-88.
- Jamal GA, Hansen S, Pilkington A, Buchanan D, Gillham RA, Abdel-Azis M, (2002). A clinical neurological, neurophysiological, and neuropsychological study of sheep farmers and dippers exposed to organophosphate pesticides. *Occup Environ Med*. Vol 59(7):434–41.

- Kementerian Kesehatan RI (Kemenkes). (2016). Pedoman Penggunaan Pestisida Secara Aman Dan Sehat Di Tempat Kerja Sektor Pertanian.
- Kementerian Kesehatan RI (Kemenkes). (2019). Situasi Kesehatan Jiwa Di Indonesia.
- Koren H, Bisesi M.,(1991). Environmental Health. Biological, Chemical And Physical Agent Of Environmentally Related Disease.
- Kori RK, Singh MK, Jain AK, et al., (2018). Neurochemical and Behavioral Dysfunctions in Pesticide Exposed Farm Workers: A Clinical Outcome. *Ind J Clin Biochem*. Vol 33 (4) : 372–381.
- Lagiman. Pertanian Berkelanjutan: Untuk Kedaulatan Pangan Dan Kesejahteraan Petani. (2020). Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Mahmudah M, Wahyuningsih NE, Setyani O. (2020). Kejadian Keracunan Pestisida pada Istri Petani Bawang Merah di Desa Kedunguter Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 11(1):65-70.
- Medina AS, Lizarraga AU, Cuevas MSB., (2019). Neuropsychiatric Disorders in Farmers Associated with Organophosphorus Pesticide Exposure in a Rural Village of Northwest Mexico. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. Vol 16: 689.
- Peraturan Menteri Pertanian RI No 43 tahun 2019. Tentang Pendaftaran Pestisida.
- Putri NLP, Laksmidewi AA, Adayana IM. (2020). Paparan Organofosfat Kronik Sebagai Faktor Risiko Gangguan Kognitif Berdasarkan Phosphorylate Tau Serum. *Neurona* Vol. 37 No. 2 Maret 2020.
- Rahmawati YD. (2017). Pengaruh Faktor Karakteristik Petani dan Metode Penyemprotan terhadap Kadar Kolinesterase. *The Indonesia Journal of Occupational Safety and Health*. Vol 6(3):343-351.
- Raini, M. (2007). Toksikologi Pestisida dan Penanganan Keracunan Akibat Pestisida. *Media Litbang Kesehatan*. Vol XVII. No. 3. p. 10-18.
- Sumarno. Pertanian Berkelanjutan: Persyaratan Pengembangan Pertanian Masa Depan. dalam *Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan*, (2018). Agenda Inovasi Teknologi dan Kebijakan. Jakarta: IAARD Press. 590 h.
- Tiwari S, Sapkota N., (2022). Association Between Pesticide Exposure And Neurobehavioral Performance Of Agricultural Workers: A Cross-Sectional Study. *Brain Behav*. Vol 12.
- World Health Organization (WHO)*., (2020). Chemicals Safety Pesticide. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/chemical-safety-pesticides>. (Diakses pada 5 September 2022).
- Yuantari MGC., (2009). Studi Ekonomi Lingkungan Penggunaan Pestisida Dan Dampaknya Pada Kesehatan Petani Di Area Pertanian Hortikultura Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang Jawa Tengah. [Tesis] Universitas Diponegoro.
- Yulianto, Amaloyah N., (2017). Toksikologi Lingkungan. Kemenkes RI.
- Zanuzzi TR, Weyrich CV, Villela EF., (2020). The Impact Of Pesticide Use In Mental Health Of Brazilians: A Scoping Review. Vol 10, no 8 Council. 2012. LEED 2009 for Healthcare.