

Relationship of Cholinesterase Enzyme Levels to the Incidence of Hypertension in Rice Farmers Due to Organophosphate Pesticide Exposure

[Hubungan Kadar Enzim Kolinesterase dengan Kejadian Hipertensi pada Petani Padi Akibat Paparan Pestisida Organofosfat]

Nabila Hani Setyaputri¹⁾, Galuh Ratmana Hanum^{1*)}

¹⁾Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: galuhratmanahanum@umsida.ac.id

Abstract. Rice farmers are vulnerable to exposure to organophosphate pesticides, which can reduce cholinesterase (AChE) enzyme activity, disrupt nerve function, and potentially increase blood pressure. This study analyzed the relationship between AChE levels and hypertension in 30 rice farmers in Jiken Village, Tulangan, Sidoarjo, using a cross-sectional design. Measurements included AChE levels and systolic and diastolic blood pressure, analyzed using the Pearson and Spearman tests. The results showed that the majority of respondents (90%) had normal AChE levels. There was a significant negative relationship between AChE levels and systolic blood pressure ($r=-0.568$; $p=0.001$), while the relationship with diastolic was not significant ($p=0.051$). Higher spraying frequency was associated with decreased AChE levels ($p=0.008$), while the use of personal protective equipment (PPE) was associated with higher AChE levels ($p=0.000$) and lower systolic blood pressure ($p=0.003$). Although AChE levels were generally normal, the high incidence of hypertension indicates the presence of other risk factors that need to be identified. **Keywords-** organophosphate, cholinesterase enzyme, hypertension, rice farmers, pesticide exposure

Abstrak. Petani padi rentan terhadap paparan pestisida organofosfat yang dapat menurunkan aktivitas enzim kolinesterase (AChE), mengganggu fungsi saraf, dan berpotensi meningkatkan tekanan darah. Penelitian ini menganalisis hubungan kadar AChE dengan hipertensi pada 30 petani padi di Desa Jiken, Tulangan, Sidoarjo menggunakan desain cross-sectional. Pengukuran meliputi kadar AChE serta tekanan darah sistolik dan diastolik, dianalisis dengan uji Pearson dan Spearman. Hasil menunjukkan mayoritas responden (90%) memiliki kadar AChE normal. Terdapat hubungan negatif signifikan antara kadar AChE dan tekanan darah sistolik ($r=-0,568$; $p=0,001$), sedangkan hubungan dengan diastolik tidak signifikan ($p=0,051$). Frekuensi penyemprotan lebih tinggi berhubungan dengan penurunan kadar AChE ($p=0,008$), sementara penggunaan APD berhubungan dengan kadar AChE lebih tinggi ($p=0,000$) dan tekanan darah sistolik lebih rendah ($p=0,003$). Meskipun kadar AChE umumnya normal, tingginya kasus hipertensi mengindikasikan adanya faktor risiko lain yang perlu diidentifikasi.

Kata Kunci- organofosfat, enzim kolinesterase, hipertensi, petani padi, paparan pestisida

I. PENDAHULUAN

Indonesia secara geografis berada di wilayah tropis sehingga tiap wilayahnya cocok untuk bercocok tanam. Selain itu, Indonesia juga negara kepulauan yang berbentuk agraris dengan sebagian besar penduduk bekerja sebagai petani. Data bulan Agustus 2020 ketenagakerjaan banyak membuka lowongan pekerjaan di sektor pertanian. Salah satunya yaitu tenaga kerja petani padi yang merupakan salah satu populasi petani terbanyak berisiko keracunan pestisida jangka panjang dikarenakan padi lebih rawan terhadap hama. Keracunan pestisida yang meningkat dapat menimbulkan kematian pada petani penyemprot hama, sehingga menjadi tantangan tersendiri bagi petani [1].

Salah satu daerah di Sidoarjo yang sebagian besar masyarakatnya bermata pencarian sebagai petani yaitu di desa Jiken, Kecamatan Tulangan. Desa ini memiliki luas tanah sawah sebesar 97,13 ha dan tanah kering sebesar 42,03 ha, serta jumlah penduduk pada tahun 2023 sebanyak 2,535 jiwa. Penduduk yang bekerja sebagai petani aktif sebanyak 78 orang. Petani ini sebagian besar adalah petani padi [2][3]. Dalam prosesnya para petani di desa Jiken menggunakan pestisida untuk mengendalikan hama sehingga hasil panen dapat optimal. Penggunaan pestisida yang digunakan di desa Jiken merupakan pestisida dengan merek profenofos dan malation yang termasuk dalam pestisida golongan organofosfat. Pestisida golongan ini merupakan pestisida yang dapat mengganggu fungsi enzim kolinesterase dalam tubuh jika digunakan secara berlebihan dapat menyebabkan keracunan. Dampak penggunaan pestisida dapat menimbulkan kerugian bagi kesehatan maupun lingkungan jika penggunaannya kurang tepat dan berlebihan karena residu pestisida terakumulasi di tanah, perairan dan tubuh manusia [4]. Pestisida masuk ke dalam tubuh atau biasa disebut dengan keracunan dapat melalui pernafasan, mulut dan kulit yang tidak dilindungi dengan baik. Keracunan

pestisida salah satunya yaitu terjadi keracunan akut bahkan kronis sehingga menimbulkan efek kesehatan seperti sistem saraf, fungsi hati, dan ginjal [1].

Pestisida merupakan senyawa pembunuh hama berupa serangga, tungau, jamur, tikus, tumbuhan yang tidak diinginkan, gulma, kutu, dan nematoda. Berdasarkan senyawa aktifnya pestisida dibagi menjadi empat yaitu Organofosfat, Karbamat, Organoklorin dan Piretroid, dari keempat golongan pestisida tersebut organofosfat dan karbamat yang sifatnya menghambat enzim kolinesterase [5]. Petani di Indonesia banyak menggunakan pestisida golongan sintetik seperti organofosfat dan karbamat, karena pestisida jenis ini banyak ditemukan di pasar. Namun, pestisida jenis ini sering menyebabkan keracunan apabila tertelan bahkan dapat mengakibatkan kematian meskipun hanya terpapar dalam jumlah sedikit [1]. Pestisida menunjukkan tingkat toksisitas tinggi karena pestisida digunakan untuk membunuh organisme tertentu. Pestisida digunakan mulai dari penyemprotan sepanjang siklus utama, pengolahan tanah, persiapan lahan, pemeliharaan tanaman hingga pasca panen. Petani tetap melakukan penyemprotan baik saat terdapat hama maupun tidak ada hama, sebagai langkah pencegahan terhadap serangan hama [6]. Tenaga kerja yang mengelola pestisida tidak boleh berkontak langsung selama 5 jam perhari dan 30 jam seminggu. Semakin lama penyemprotan yang dilakukan semakin besar risiko keracunan akibat paparan pestisida [7].

Kolinesterase adalah enzim biologis dalam jaringan tubuh yang berfungsi sebagai katalis, membantu menjaga fungsi otot, kelenjar, dan sel-sel saraf agar tetap bekerja dengan baik dan harmonis. Fungsi utama enzim kolinesterase adalah menguraikan asetilkolin (ACh) melalui proses hidrolisis. Jika enzim ini tidak bekerja dengan baik, asetilkolin dapat menumpuk pada reseptor sel otot dan kelenjar, menyebabkan gangguan seperti kelumpuhan. Enzim ini juga berperan dalam memecah asetilkolin untuk menghentikan transmisi sinyal ke sel saraf otot [1]. Kadar kolinesterase yang rendah atau dikatakan tidak normal dapat mengganggu sistem saraf simpatik dalam mengatur tekanan darah [8]. Penurunan aktivitas enzim kolinesterase pada tingkat rendah terjadi pada pergerakan serat-serat otot dengan gerakan yang halus maupun kasar. Penurunan kadar enzim kolinesterase mengakibatkan iritasi serta gerakan otot lebih lambat dan lemah sehingga petani dapat mengeluarkan air mata akibat iritasi [9]. Kolinesterase disintesis di hati di dalam sinaps, dalam plasma darah merah, dimana berfungsi untuk menghentikan impuls saraf, dengan memecah *neurohormon acetylcholinesterase* pada sinapsis menjadi *asetil* dan *kolin* [5].

Penurunan kadar enzim kolinesterase dalam darah merupakan salah satu indikator bahwa seseorang telah terpapar pestisida. Akumulasi pestisida dalam tubuh dapat menyebabkan kerusakan pada organ-organ dalam, seperti gangguan enzim kolinesterase dan hati [10]. Penghambatan enzim kolinesterase pada ganglion simpatis secara otomatis memperkuat aktivitas simpatis, yang secara klinis ditandai dengan midriasis dan peningkatan denyut jantung. Curah jantung yang meningkat dengan tekanan perifer dapat mempengaruhi peningkatan tekanan darah [1]. Pestisida yang masuk ke susunan syaraf pusat, ginjal, dan hati cenderung tersimpan tanpa dapat diuraikan atau dikeluarkan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan pada sel-sel atau organel. Maka dari itu jika pestisida masuk ke dalam tubuh maka enzim kolinesterase tidak dapat berfungsi [9].

Gangguan kesehatan tubuh manusia akibat terpapar pestisida berupa racun, pemeriksaan melalui tekanan darah biasanya dilakukan untuk mendeteksi keracunan pestisida, jika tekanan darah tidak normal akibat dampak berkelanjutan dari zat kimia yang mampu mengganggu kerja enzim *asetilkolinesterase* dalam tubuh manusia [10]. Tekanan darah tinggi atau yang biasa disebut dengan hipertensi merupakan kelainan tanda vital sehingga perlu dilakukan perhatian yang lebih. Kenaikan tekanan darah di atas 140/90 mmHg menjadi salah satu faktor pemicu terjadinya Penyakit Tidak Menular (PTM). Pada tahun 2021, menurut *Global Burden of Disease*, Indonesia menduduki posisi kedua di Asia Tenggara dalam hal tingkat kematian tertinggi, tercatat 17 juta kasus kematian yang disebabkan oleh kardiovaskular akibat kenaikan darah tinggi atau hipertensi [11].

Hubungan antara paparan pestisida dan hipertensi dapat dijelaskan dengan beberapa mekanisme, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pestisida organofosfat bekerja dengan menghambat aktivitas enzim kolinesterase (AChE) dalam tubuh [12]. Enzim kolinesterase berfungsi untuk memecah *asetilkolin*, sebuah *neurotransmitter* penting dalam sistem saraf. Ketika enzim kolinesterase terhambat, terjadi penumpukan *asetilkolin* yang berlebihan, mengganggu transmisi sinyal saraf, dan dapat memengaruhi sistem saraf otonom yang berperan dalam regulasi tekanan darah yang telah menunjukkan bahwa kadar enzim kolinesterase dapat menjadi biomarker paparan pestisida organofosfat pada petani [13]. Selain mekanisme langsung melalui inhibisi kolinesterase, paparan pestisida, terutama secara kronis dan pada dosis rendah, juga dapat berkontribusi pada hipertensi melalui jalur lain. Pestisida dapat memicu stres oksidatif dan peradangan kronis dalam tubuh, yang merusak endotel vaskular dan mengganggu fungsi pembuluh darah [12].

Menurut Kemenkes pada tahun 2023 angka prevalensi hipertensi di Indonesia mencapai 34,1%. Sementara di Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2021 mencapai 49,33% sebanyak 834.275 jiwa. Pemeriksaan hipertensi sering dikaitkan dengan berkurangnya kadar enzim kolinesterase dalam tubuh. Penurunan enzim ini dapat menyebabkan kesulitan dalam penguraian zat kimia tertentu, seperti yang terjadi akibat paparan pestisida. Ketika pestisida masuk ke dalam tubuh, senyawa organofosfat akan menghambat enzim kolinesterase, yang berfungsi untuk menguraikan asetilkolin. Akibatnya, asetilkolin menumpuk di sinaps saraf. Penumpukan ini dalam sistem peredaran darah dapat menyebabkan gangguan pada koordinasi gerakan, baik menjadi lebih cepat maupun lebih lambat. Hal ini berdampak

pada fungsi pembuluh darah, yang dapat menyebabkan tekanan darah menjadi rendah (hipotensi) atau tinggi (hipertensi) [10].

Hubungan usia petani dengan penurunan kadar enzim kolinesterase akibat paparan pestisida dengan kejadian hipertensi yaitu meskipun petani berada di usia produktif, aktivitas enzim kolinesterase tidak dipengaruhi oleh usia itu sendiri. Namun, pengabaian prosedur keamanan kerja secara berkelanjutan dapat menyebabkan gangguan kesehatan, termasuk yang berkaitan dengan paparan pestisida yang tidak menunjukkan korelasi langsung dengan usia terhadap aktivitas enzim kolinesterase [5]. Hubungan lama bekerja dengan penurunan kadar enzim kolinesterase pada petani di desa Sumberejo Kecamatan. Ngablak Kab. Magelang menunjukkan penurunan kadar enzim kolinesterase akibat paparan pestisida dengan kejadian hipertensi yaitu semakin lama waktu kerja maka risiko terpapar pestisida juga semakin tinggi dengan lama waktu bekerja paling sedikit 3 jam perhari dan paling lama 9 jam perhari. Lama kerja petani juga bergantung pada luas lahan yang dikerjakan petani, semakin luas area lahan maka semakin lama waktu kerja yang dibutuhkan [14].

Hubungan frekuensi penyemprotan petani dengan penurunan aktivitas enzim kolinesterase akibat paparan pestisida dengan kejadian hipertensi yaitu frekuensi penyemprotan yang terlalu sering dapat mengakibatkan menurunnya aktivitas kolinesterase [14]. Namun, frekuensi penyemprotan juga dilihat dari cuaca dan tanaman yang ditanam oleh petani. Hubungan penggunaan APD dengan kadar enzim kolinesterase akibat paparan pestisida dengan kejadian hipertensi yaitu kurangnya kelengkapan APD dan ketidaktepatan dalam aplikasi pestisida secara signifikan berkontribusi terhadap masuknya residu pestisida ke dalam tubuh, karena perlindungan yang tidak optimal [10].

Menurut penelitian sebelumnya tahun 2020 pemakaian pestisida terkait lama bekerja, masa kerja dan frekuensi kerja terdapat hubungan yang signifikan terjadinya keracunan pestisida yang dapat ditandai dengan penurunan kadar kolinesterase darah pada petani sayur di Jenatallasa. Dengan lama penyemprotan pestisida lebih dari tiga jam perhari, dengan masa kerja petani yang mayoritas sudah lebih dari lima tahun dan frekuensi penyemprotan pestisida lebih dari dua kali seminggu. Dalam hal ini menjadi risiko keracunan pestisida pada petani di Desa Jenatallasa-Rumbia Sulawesi Selatan [7]. Menurut penelitian sebelumnya tahun 2023 menunjukkan bahwa penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim kolinesterase dalam darah, yang berpotensi meningkatkan hipertensi pada petani [15]. Menurut penelitian sebelumnya tahun 2020 bahwa paparan pestisida dapat menyebabkan hipertensi pada petani melalui mekanisme penghambatan enzim *asetilkolinesterase*, yang mengakibatkan peningkatan curah jantung dan tekanan darah [16].

II. METODE

Penelitian dilakukan menggunakan analisis kuantitatif yang menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan subjek 30 responden petani yang berdomisili di Desa Jiken, Kecamatan Tulangan Kabupaten Sidoarjo. Penelitian dilakukan sesudah memperoleh uji layak etik berdasarkan surat nomor 0642/HRECC.FODM/VI/2025 yang diterbitkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya. Penelitian dilakukan untuk pemeriksaan hipertensi di Desa Jiken, Kecamatan Tulangan dan pemeriksaan enzim kolinesterase di Laboratorium Patologi Klinik prodi Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penelitian ini dilaksanakan selama kurun waktu antara bulan Juni sampai bulan Juli 2025.

Populasi yang dipergunakan pada penelitian ini yaitu 78 petani padi dengan total sampel 30 petani padi yang ada di desa Jiken, Kecamatan Tulangan, Kab. Sidoarjo dengan dihitung menggunakan rumus korelasi. Berdasarkan kriteria inklusi: usia > 40 tahun, lama bekerja > 2 jam perhari, frekuensi penyemprotan > 1x seminggu, responden berjenis kelamin laki-laki dan perempuan, bersedia menjadi responden penelitian, dan bersedia mengisi dan menandatangani *informed consent* dan kriteria eksklusi: usia >75 tahun, lama bekerja <2 jam perhari, frekuensi penyemprotan <1x seminggu.

Pengukuran tekanan darah petani padi menggunakan alat tensi meter digital (*Omron, Hem-7156*) dilakukan dengan memposisikan pasien dalam keadaan duduk dan harus tenang, melilitkan manset tensimeter digital pada lengan kiri pasien 2-3 cm di atas lipatan siku. Menekan tombol start pada tensimeter digital dan di tunggu hingga pengukuran selesai, hasil akan muncul di layar dan mencatat hasil tekanan darah [17].

Pengambilan sampel darah vena dilakukan di siang hari setelah petani melakukan kontak langsung dengan pestisida, diambil sampel darah 3cc menggunakan holder, tabung vakum plain dimasukkan dalam holder, sampel disimpan di *coolbox* kemudian dibawa ke laboratorium Patologi Klinik prodi Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo [18].

Pengukuran kadar enzim kolinesterase dilakukan dengan mensentrifuse (Wina, *Hi Power elektromotor*) darah terlebih dahulu dengan kecepatan 3500 rpm selama 3 menit, serum dipindahkan ke tabung ependorf, menyiapkan tabung reaksi dan mencampurkan serum darah dengan menggunakan mikropipet (*Dragonlab, Toppete Pippetor*) sebanyak 20 µl dan 1000 µl reagen merek 1(*Glory*) ke dalam tabung sampel, diinkubasi pada suhu 37° selama 3 menit,

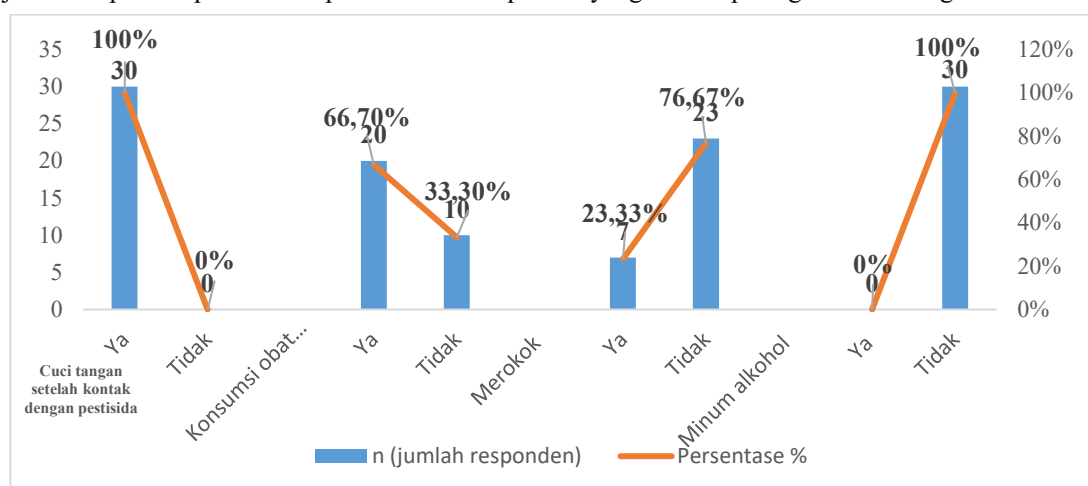
di tambahkan reagen 2(*Glory*) sebanyak 250 μ l, diinkubasi selama 2 menit, Melakukan pemeriksaan di fotometer (*elitec grup, microlab 300*) ($\lambda = 405$ nm) [19].

Data yang telah terkumpul dari penelitian ini dianalisa secara statistik menggunakan program SPSS versi 23.0. Untuk melihat data yang terdistribusi normal atau tidaknya dilakukan uji normalitas. Apabila Jumlah sampel (n) < 50 dapat dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk. Kemudian jika data terdistribusi normal ($>0,05$) dilanjutkan uji Korelasi Pearson. Apabila data terdistribusi tidak normal ($<0,05$) maka menggunakan uji non parametric yaitu uji Spearman.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

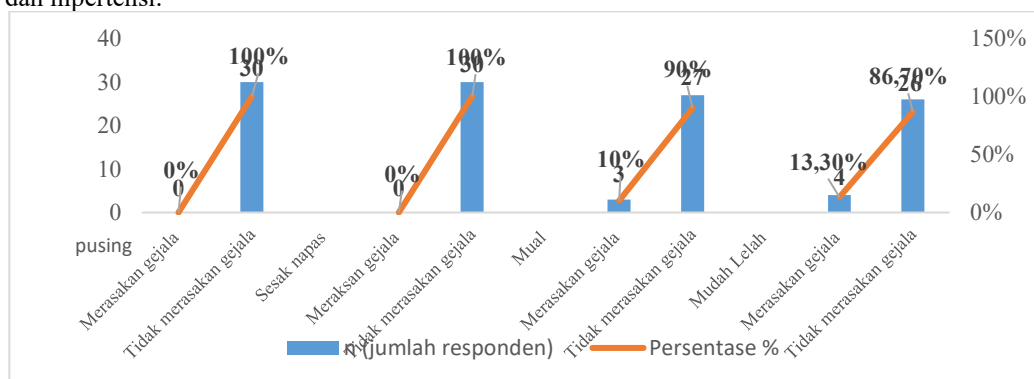
A. Karakteristik Responden

Data hasil penelitian pada petani padi yang menggunakan pestisida jenis organofosfat di desa Jiken, Tulangan Sidoarjo terhadap 30 responden didapatkan hasil berupa data yang terlihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Distribusi karakteristik responden berdasarkan perilaku terkait paparan pestisida

Berdasarkan hasil wawancara, semua responden (30 orang, 100%) melaporkan mencuci tangan setelah kontak langsung dengan pestisida, sebanyak 20 responden (66,7%) dilaporkan mengonsumsi obat antihipertensi, sebanyak 7 responden (23,3%) adalah perokok, sementara 23 responden (76,7%) tidak merokok., tidak ada responden (0%) yang dilaporkan minum alkohol. Kebiasaan mencuci tangan setelah kontak langsung dengan pestisida meskipun praktik mencuci tangan merupakan langkah dasar higienis yang esensial dalam mengurangi kontaminasi. Petani padi aktif mengonsumsi obat antihipertensi. Proporsi yang tinggi ini mengindikasikan bahwa hipertensi merupakan masalah kesehatan yang signifikan dan telah terdiagnosis di kalangan petani padi. Merokok merupakan faktor risiko yang telah mapan untuk penyakit kardiovaskular dan hipertensi, melalui mekanisme seperti peningkatan tekanan darah, kerusakan endotel, dan stres oksidatif. Dalam konteks penelitian ini, kebiasaan merokok berpotensi memperburuk dampak paparan pestisida terhadap sistem kardiovaskular dan aktivitas enzim kolinesterase. Temuan menyatakan bahwa tidak ada responden yang mengonsumsi alkohol (0%) merupakan aspek positif, karena eliminasi faktor risiko ini dapat menyederhanakan analisis dan mengurangi potensi perancu terhadap temuan hubungan antara paparan pestisida dan hipertensi.

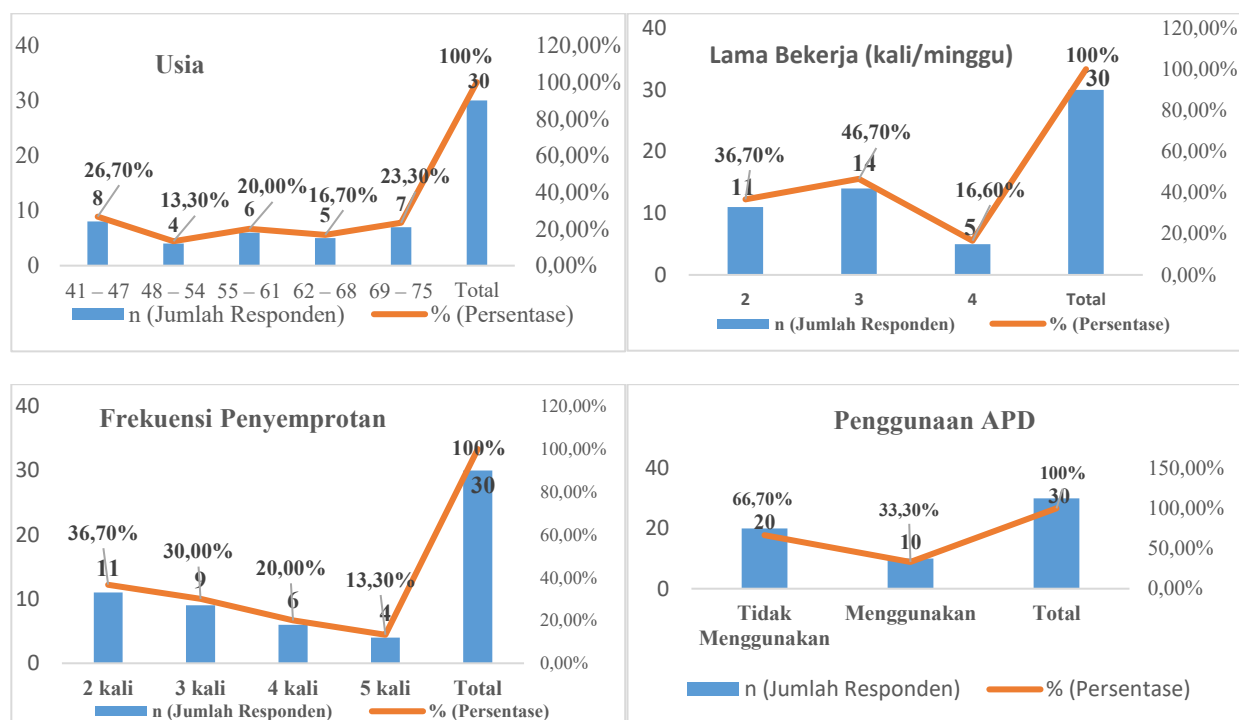


Gambar 2. Gejala akut keracunan pestisida

Hasil wawancara menunjukkan bahwa mayoritas responden tidak mengalami gejala akut keracunan organofosfat seperti pusing, mual, atau sesak napas, sejalan dengan kadar enzim kolinesterase yang sebagian besar normal. Meski begitu, beberapa melaporkan mudah lelah, gejala non-spesifik yang mungkin terkait paparan kronis atau faktor lain. Temuan ini mengindikasikan bahwa paparan pestisida lebih bersifat kronis, dan hipertensi yang dialami kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain di luar penurunan kadar kolinesterase, seperti stres, kondisi metabolik, atau mekanisme toksik jangka panjang lainnya.

B. Hubungan Usia, Lama Bekerja, Frekuensi Penyemprotan dan Penggunaan APD dengan kadar Enzim Kolinesterase dan Hipertensi

Hasil penelitian responden petani padi dengan variabel usia, lama bekerja, frekuensi penyemprotan dan penggunaan APD dapat dilihat pada gambar 3. Sebagian besar responden berusia 69–75 tahun (30%) diikuti oleh kelompok usia 41–47 tahun (23,3%). Mayoritas petani bekerja selama 2–3 jam per hari, dengan durasi terbanyak adalah 3 jam (43,3%). Frekuensi penyemprotan pestisida paling umum adalah 2 kali per minggu (36,7%), disusul 3 kali (26,7%), 5 kali (20%), dan 4 kali (16,7%). Sebanyak 66,67% responden tidak menggunakan APD, menunjukkan rendahnya praktik perlindungan diri saat menyemprot pestisida (gambar 3).



Gambar 3. Karakteristik responden berdasarkan usia, lama bekerja, frekuensi penyemprotan dan penggunaan APD pada petani

Tabel 1. Hasil uji statistik antar variabel terhadap enzim kolinesterase dan tekanan darah petani

Variabel	Enzim Kolinesterase (r/p)	Sistolik (r/p)	Diastolik (r/p)	Uji Statistik
Usia	$r = -0,437; p = 0,016^*$	$r = 0,292; p = 0,118$	$r = 0,258; p = 0,169$	Korelasi Spearman
Lama bekerja (jam/hari)	$r = -0,004; p = 0,985$	$r = -0,322; p = 0,083$	$r = -0,351; p = 0,057$	Korelasi Spearman
Frekuensi Penyemprotan	$r = -0,473; p = 0,008^*$	$r = 0,231; p = 0,219$	$r = -0,089; p = 0,638$	Korelasi Spearman
Penggunaan APD	$p = 0,000^*$	$p = 0,003^*$	$p = 0,103$	Uji Mann-Whitney

*Terdapat hubungan

Sebanyak 30% responden berada dalam rentang usia 69–75 tahun. Hasil uji statistik korelasi Spearman menunjukkan terdapat hubungan negatif yang signifikan antara usia dan kadar enzim kolinesterase ($r = -0,437$; $p = 0,016$). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin bertambah usia petani, kadar enzim kolinesterase cenderung menurun, termasuk sistem enzimatis, yang membuat individu lebih rentan terhadap efek toksik dari paparan pestisida. Hal ini sejalan dengan penelitian Sitoresmi dan Harningsih (2022) yang juga menunjukkan adanya pengaruh usia terhadap aktivitas enzim kolinesterase. Secara fisiologis, penuaan dapat menyebabkan penurunan fungsi organ dan sistem [20]. Hubungan antara usia dan tekanan darah sistolik ($r = 0,292$; $p = 0,118$) dan diastolik ($r = 0,258$; $p = 0,169$) menunjukkan pola positif, artinya semakin bertambah usia, tekanan darah cenderung meningkat. Namun, korelasinya lemah dan tidak signifikan secara statistik pada tekanan. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor usia ini menunjukkan bahwa usia bukan satu-satunya faktor penentu hipertensi, meskipun proses penuaan tetap berperan melalui penurunan fungsi kardiovaskular dan kemampuan detoksifikasi tubuh. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Apriyanti et al. (2024) meskipun usia tidak menunjukkan korelasi langsung yang signifikan terhadap kadar enzim kolinesterase dan hipertensi, individu lansia secara umum lebih berisiko mengalami masalah kesehatan terkait paparan lingkungan salah satunya hipertensi [21].

Aspek lama bekerja, mayoritas responden bekerja selama 3 jam per hari (43,3%) dan 2 jam per hari (36,7%). Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan bahwa lama bekerja tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kadar enzim kolinesterase ($r = -0,004$; $p = 0,985$), maupun dengan tekanan darah sistolik ($r = -0,322$; $p = 0,083$) dan diastolik ($r = -0,351$; $p = 0,057$). Meskipun terdapat kecenderungan hubungan negatif terhadap tekanan darah, korelasinya lemah hingga sedang dan tidak signifikan, sehingga lama bekerja belum terbukti secara statistik berpengaruh terhadap kadar AChE maupun hipertensi pada petani. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Dwiyanti et al. (2018) di Magelang juga menunjukkan bahwa meskipun lama penyemprotan dan masa kerja petani berkorelasi negatif terhadap kadar enzim kolinesterase, hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik, sehingga faktor lain seperti penggunaan APD dan jenis pestisida lebih dominan dalam menurunkan kadar enzim kolinesterase [22].

Mayoritas responden melakukan penyemprotan sebanyak 2 kali per minggu (36,7%) sehingga hubungan frekuensi penyemprotan dengan kadar enzim kolinesterase dan hipertensi menggunakan uji statistik korelasi Spearman menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang signifikan antara frekuensi penyemprotan dan kadar enzim kolinesterase ($r = -0,473$; $p = 0,008$). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin sering petani melakukan penyemprotan pestisida, kadar enzim kolinesterase dalam tubuh cenderung menurun, hal ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa paparan pestisida, terutama organofosfat, secara langsung menghambat aktivitas enzim kolinesterase, dan frekuensi paparan yang lebih tinggi akan meningkatkan dosis kumulatif pestisida yang masuk ke dalam tubuh [23]. Penurunan kadar kolinesterase merupakan indikator biologis paparan pestisida yang dapat berdampak pada kesehatan [24]. Kekuatan korelasi ini termasuk dalam kategori sedang, dan secara statistik signifikan ($p < 0,01$). Sementara hubungan antara frekuensi penyemprotan dengan tekanan darah sistolik ($r = 0,231$; $p = 0,219$) dan diastolik ($r = -0,089$; $p = 0,638$) menunjukkan arah hubungan yang berbeda, namun tidak signifikan secara statistik. Frekuensi penyemprotan cenderung meningkatkan tekanan sistolik dan menurunkan tekanan diastolik, tetapi keduanya memiliki korelasi lemah. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh frekuensi penyemprotan terhadap hipertensi kemungkinan tidak langsung, atau dipengaruhi oleh faktor lain yang lebih kompleks, serta mungkin memerlukan paparan jangka panjang untuk menunjukkan dampak yang signifikan.

Hasil penelitian petani padi yang tidak menggunakan APD sebanyak 20 responden (66,67%). Alat pelindung diri yang digunakan oleh petani di desa Jiken yaitu ada yang memakai masker, sarung tangan, celana panjang, baju lengan panjang, dan sepatu bot. Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar enzim kolinesterase dan tekanan darah sistolik antara petani yang menggunakan APD dan yang tidak menggunakan APD (masing-masing $p = 0,000$ dan $p = 0,003$). Namun, tidak terdapat perbedaan signifikan pada tekanan darah diastolik ($p = 0,103$). Petani yang tidak menggunakan APD cenderung memiliki kadar enzim kolinesterase lebih rendah dan tekanan darah sistolik lebih tinggi akibat paparan pestisida. Namun, tidak signifikan pada tekanan darah diastolik, kurangnya APD meningkatkan risiko gangguan enzimatis dan tekanan darah melalui paparan kulit, pernapasan, dan saluran lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arifah & Wijayanti (2023) menguatkan bahwa ketidakpatuhan terhadap penggunaan APD berhubungan dengan peningkatan tekanan darah, khususnya tekanan sistolik [25].

C. Hubungan Kadar Enzim Kolinesterase dengan Tekanan Darah

Berdasarkan hasil penelitian, rerata kadar enzim kolinesterase responden adalah 8.401,47 U/L. Pada perempuan, kadar enzim berkisar antara 4.037 hingga 14.728 U/L (normal: 3.930–10.800 U/L), sedangkan pada laki-laki berkisar antara 4.939 hingga 11.137 U/L (normal: 4.620–11.500 U/L). Rerata tekanan darah sistolik tercatat 143 mmHg (rentang 111–190 mmHg) dan diastolik 110 mmHg (rentang 69–175 mmHg), di mana nilai normal adalah di bawah 140/90 mmHg.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan kadar enzim kolinesterase dan tekanan darah petani

Parameter		Mean±SD $\bar{x} \pm SD$	Nilai Normal	Frekuensi (n)	Persentase (%)
AChE (U/L) Laki-laki	Normal			18	60,00%
	Di atas				
	Ambang	7851,58±	4620-11500	0	0,00%
	Batas	2125,959 U/L	U/L ^a		
	Di Bawah				
Perempuan	Ambang			0	0,00%
	Batas				
	Di Bawah				
	Ambang			0	0,00%
	Batas				
Total				30	100%
Sistolik (mmHg)	Normal	143±19,6	<140 mmHg ^b	17	56,67%
	Menurun	mmHg		0	0,00%
	Meningkat			13	43,33%
	Total			30	100%
Diastolik (mmHg)	Normal	110±29,8	<90 mmHg ^b	9	30,00%
	Menurun	mmHg		0	0,00%
	Meningkat			21	70,00%
	Total			30	100%

Nilai normal a[19], b[26]. Tabel 2 menunjukkan hasil rerata kadar enzim kolinesterase (AChE) responden adalah 8.401,47 U/L. Nilai ini berada dalam rentang normal, tetapi distribusinya menunjukkan adanya variasi individu. Pada perempuan, kadar enzim kolinesterase berkisar antara 4.037–14.728 U/L (normal: 3.930–10.800 U/L), sedangkan pada laki-laki berkisar antara 4.939–11.137 U/L (normal: 4.620–11.500 U/L). Sebagian responden menunjukkan kadar enzim kolinesterase yang berada di bawah ambang batas, menunjukkan kemungkinan adanya paparan signifikan terhadap pestisida organofosfat yang menghambat kerja enzim tersebut. Tekanan darah sistolik rerata tercatat 143 mmHg dan diastolik 110 mmHg, yang keduanya melebihi nilai ambang normal <140/90 mmHg. Sebanyak 43,33% responden mengalami peningkatan tekanan darah sistolik dan 70% mengalami peningkatan tekanan darah diastolik. Hal ini mengindikasikan adanya kecenderungan hipertensi pada kelompok petani yang terpapar pestisida.

Seluruh responden melaporkan kebiasaan mencuci tangan setelah kontak dengan pestisida, yang dapat membantu mengurangi paparan dermal dan menjelaskan kadar kolinesterase yang tetap normal. Namun, praktik ini tidak mencegah paparan inhalasi, terutama pada petani yang tidak menggunakan alat pelindung diri (66,7%). Sebanyak 66,7% responden juga mengonsumsi obat antihipertensi, menunjukkan bahwa hipertensi yang dialami bersifat kronis dan telah terdiagnosis sebelumnya. Hal ini mengindikasikan kemungkinan kerusakan sistemik yang tidak selalu tercermin dalam kadar kolinesterase, serta adanya pengaruh paparan pestisida jangka panjang terhadap sistem kardiovaskular. Sebagian kecil responden (23,3%) adalah perokok, yang dapat memperburuk tekanan darah melalui mekanisme stres oksidatif dan kerusakan endotel. Tidak adanya konsumsi alkohol (0%) merupakan faktor protektif yang menyederhanakan analisis. Sementara itu, sebagian responden melaporkan keluhan non-spesifik seperti kelelahan, yang dapat mencerminkan paparan pestisida kronis dengan efek sub-klinis. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kadar kolinesterase tampak normal, paparan pestisida tetap berkontribusi terhadap hipertensi melalui jalur non-enzimatik atau kronis yang lebih kompleks.

Sebagian besar kadar enzim kolinesterase pada responden masih berada dalam batas normal, prevalensi hipertensi yang tinggi menunjukkan adanya ketidaksesuaian yang dapat dijelaskan melalui interaksi beberapa faktor risiko. Analisis menunjukkan bahwa usia memiliki hubungan negatif yang signifikan terhadap kadar kolinesterase ($r = -0,437$; $p = 0,016$), di mana semakin tua usia, kadar enzim cenderung menurun. Penuaan diketahui menurunkan aktivitas enzim detoksifikasi tubuh, termasuk kolinesterase, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap efek toksik pestisida. Meskipun korelasi antara usia dan tekanan darah tidak signifikan, kecenderungan peningkatan tekanan darah tetap

terlihat. Durasi kerja harian mayoritas responden adalah 2–3 jam, namun tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara lama bekerja dengan kadar kolinesterase maupun tekanan darah. Ini menunjukkan bahwa durasi saja tidak cukup merepresentasikan tingkat paparan, karena intensitas kerja dan perlindungan diri juga memegang peran penting. Frekuensi penyemprotan menunjukkan hubungan negatif yang signifikan dengan kadar kolinesterase ($r = -0,473$; $p = 0,008$), menandakan bahwa semakin sering penyemprotan dilakukan, semakin rendah kadar kolinesterase. Namun, tidak ditemukan hubungan yang signifikan dengan tekanan darah, yang menunjukkan bahwa efek pestisida terhadap tekanan darah mungkin bersifat tidak langsung atau dipengaruhi faktor lain. Faktor penggunaan alat pelindung diri (APD) memberikan pengaruh yang signifikan. Responden yang tidak menggunakan APD menunjukkan kadar kolinesterase lebih rendah ($p = 0,000$) dan tekanan darah sistolik lebih tinggi ($p = 0,003$) dibandingkan mereka yang menggunakan APD. Hal ini menguatkan pentingnya APD dalam mencegah paparan melalui jalur inhalasi maupun kulit. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa meskipun kadar kolinesterase berada dalam batas normal, paparan kronis terhadap pestisida tetap dapat memengaruhi tekanan darah melalui mekanisme lain, seperti stres oksidatif atau inflamasi kronis. Faktor usia lanjut, frekuensi penyemprotan yang tinggi, serta rendahnya penggunaan APD berkontribusi terhadap gangguan regulasi tekanan darah, bahkan sebelum kadar kolinesterase menunjukkan penurunan ekstrem.

Penurunan kadar enzim kolinesterase umumnya mengindikasikan paparan pestisida organofosfat atau karbamat, karena jenis pestisida ini bekerja dengan cara menghambat aktivitas enzim kolinesterase dalam darah [13]. Inhibisi enzim ini mengganggu transmisi impuls saraf dan bila berlangsung kronis dapat menyebabkan gangguan sistem saraf, kelelahan, sakit kepala, hingga komplikasi kardiovaskular seperti hipertensi [27]. Sementara itu, kadar enzim yang melebihi nilai normal bisa terjadi akibat beberapa faktor yaitu seperti rebound efek setelah penghentian paparan yang dimana kadar kolinesterase serum memiliki rentang normal yang lebar, setelah paparan pestisida dan kemudian penghentian paparan, sering terjadi kenaikan sementara (rebound) hingga $\geq 25\%$ di atas baseline sebelum akhirnya kembali ke nilai normal [28]. Atau kemungkinan kesalahan dalam waktu pengambilan sampel, misalnya dilakukan cukup jauh dari waktu penyemprotan terakhir sehingga tubuh sudah sempat melakukan pemulihan parsial enzim [29]

Kadar enzim kolinesterase dipengaruhi oleh variasi fisiologis individu, seperti status gizi, fungsi hati, usia, dan faktor genetik. Enzim ini disintesis di hati, dan beberapa orang memiliki kemampuan biosintesis atau aktivitas enzim detoksifikasi tambahan seperti *paraoxonase (PON1)* yang berbeda-beda, sehingga meskipun paparan pestisida serupa, kadarnya bisa bervariasi antar individu. Pestisida organofosfat bekerja dengan menghambat enzim kolinesterase, yang menyebabkan akumulasi asetilkolin di sinapsis dan mengganggu sistem saraf otonom. Hal ini dapat memicu peningkatan tekanan darah. Jika kadar enzim tetap normal atau meningkat, efek toksik bisa lebih ringan, selama tidak ada akumulasi zat beracun dalam tubuh. Kadar kolinesterase tidak hanya menunjukkan paparan pestisida, tetapi juga mencerminkan daya tahan tubuh petani terhadap racun organofosfat. Oleh karena itu, pemantauan rutin dan evaluasi cara penyemprotan serta penggunaan APD sangat penting untuk mencegah dampak kesehatan jangka panjang.

Uji normalitas kadar enzim kolinesterase dan hipertensi menggunakan uji Shapiro-Wilk karena data penelitian < 50 . Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data kadar enzim kolinesterase ($p = 0,155$) dan tekanan darah sistolik ($p = 0,331$) berdistribusi normal ($p > 0,05$), sehingga dianalisis menggunakan uji Korelasi Pearson. Sementara itu, tekanan darah diastolik ($p = 0,030$) tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$), sehingga dianalisis menggunakan uji Korelasi Spearman.

Tabel 3. Hasil uji korelasi kadar enzim kolinesterase dan tekanan darah

Kategori	Korelasi Pearson (sig.)	Korelasi Spearman (sig.)
Enzim kolinesterase	1	1,000
Sistolik	-0,568; $p = 0,001$ *	-
Diastolik	-	-0,360; $p = 0,051$

*Terdapat hubungan

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang signifikan antara kadar enzim kolinesterase dan tekanan darah sistolik ($r = -0,568$; $p = 0,001$), artinya semakin rendah kadar enzim, tekanan sistolik cenderung meningkat. Sementara itu, hubungan dengan tekanan darah diastolik ($r = -0,360$; $p = 0,051$) juga negatif, namun tidak signifikan secara statistik ($p = 0,051$), sehingga dapat disimpulkan tidak adanya hubungan yang nyata. Hal ini dapat dijelaskan secara fisiologis, di mana paparan pestisida organofosfat dapat menghambat aktivitas enzim Enzim kolinesterase. Penurunan kadar enzim ini menyebabkan akumulasi *asetilkolin* di *sinapsis*, yang kemudian dapat memicu gangguan sistem saraf otonom dan meningkatkan tekanan darah [1].

Kekuatan hubungan berdasarkan koefisien korelasi kadar enzim kolinesterase dengan tekanan sistolik sebesar $r = -0,568$ dikategorikan sebagai korelasi sedang (*moderate correlation*). Dengan demikian, kadar enzim kolinesterase memiliki peranan yang cukup dalam memengaruhi tekanan darah sistolik pada populasi petani yang terpapar pestisida dalam penelitian ini. Sementara Kekuatan hubungan berdasarkan nilai koefisien korelasi kadar enzim kolinesterase dengan tekanan diastolik sebesar $r = -0,360$ dapat dikategorikan sebagai korelasi lemah hingga sedang (*low to moderate correlation*). Dengan demikian, meskipun hubungannya tidak sekuat dengan tekanan darah

sistolik, kadar enzim kolinesterase masih memiliki peranan dalam memengaruhi tekanan darah. Temuan ini konsisten dengan penelitian A. E. P. Widiati (2020) yang menunjukkan hubungan AChE dan hipertensi pada petani di Kabupaten Jember yang menekankan bahwa paparan pestisida kronis dapat menurunkan aktivitas kolinesterase, yang berperan penting dalam fungsi sistem saraf otonom. Ketidakseimbangan fungsi saraf otonom akibat akumulasi asetilkolin dapat menyebabkan vasokonstriksi, peningkatan denyut jantung, dan peningkatan tekanan darah [1]. Serta enzim kolinesterase memiliki peran fisiologis dalam regulasi tekanan darah melalui jalur neuro-kardiovaskular.

IV. SIMPULAN

Ditemukan hubungan negatif yang signifikan antara kadar enzim kolinesterase dan tekanan darah sistolik ($r = -0,568$; $p = 0,001$), menunjukkan bahwa semakin rendah kadar enzim, semakin tinggi tekanan darah sistolik. Namun, hubungan dengan tekanan diastolik tidak signifikan ($r = -0,360$; $p = 0,051$). Meski sebagian besar petani memiliki kadar AChE normal dan tanpa gejala keracunan akut, tingginya penggunaan obat antihipertensi (66,7%) menunjukkan bahwa hipertensi dimungkinkan dipengaruhi faktor lain di luar penurunan enzim, termasuk efek kronis pestisida.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Patologi Klinik Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas dukungan fasilitas laboratorium dalam proses pemeriksaan sampel darah. Serta semua pihak yang telah membantu kelancaran proses penelitian ini dari awal hingga selesai.

REFERENSI

- [1] A. E. P. Widiati, "Hubungan Kadar Kolinesterase dengan Angka Kejadian Hipertensi pada Petani yang Terpapar Organofosfat di Kabupaten Jember," *Repository.Unej.Ac.Id*, pp. 1–76, 2020.
- [2] BPS, "Kecamatan Tulangan Dalam Angka 2019".
- [3] BPS, "Kecamatan Tulangan Dalam Angka 2023," 2023.
- [4] M. C. Yuantari, "Dampak Pestisida Organoklorin Terhadap Kesehatan Manusia dan Lingkungan Serta Penanggulangannya," *Prosiding Seminar Nasional Peran Kesehatan Masyarakat dalam Pencapaian MDG'S di Indonesia*, no. April, pp. 187–199, 2011.
- [5] T. Sitoresmi, Nunun; Harningsih, "Pengaruh Faktor Usia Terhadap Aktivitas Enzim Cholinesterase Sebagai Akibat Paparan Pestisida Pada Petani," *Jurnal Farmasi*, vol. 11, no. 2, pp. 113–118, 2022.
- [6] Buhori Muslim and Emil Herdiana, "Aplikasi Metode Waspas Untuk Pemilihan Pestisida Bagi Tanaman Padi Di Cianjur," *Jurnal Ilmiah Betrik*, vol. 13, no. 1, pp. 87–94, 2022, doi: 10.36050/betrik.v13i1.453.
- [7] H. Hardi, M. Ikhtiar, and A. Baharuddin, "Hubungan Pemakaian Pestisida Terhadap Kadar Cholinesterase Darah pada Petani Sayur Jenetallasa-Rumbia," *Ikesma*, vol. 16, no. 1, p. 53, 2020, doi: 10.19184/ikesma.v16i1.16999.
- [8] C. N. A. Hidayat, O. Setiani, N. A. Y. Dewanti, and Y. H. Darundiati, "Analisis Faktor Risiko Paparan Pestisida Terhadap Kejadian Hipertensi Pada Petani Bawang Merah," *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 15, no. 2, pp. 410–422, 2023, doi: 10.34011/juriskesbdg.v15i2.2209.
- [9] P. Diksi *et al.*, "Pengaruh Perilaku Penggunaan Pestisida Terhadap Kondisi Kesehatan Umum Petani Di Kecamatan Kalisat Kabupaten Jember," 2016.
- [10] F. Agustina, Suhartono, and Dharminto, "Hubungan Paparan Pestisida Dengan Kejadian Hipertensi Pada Petani Hortikultura Di Desa Gerlang Kecamatan Blado Kabupaten Batang," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 6, pp. 2356–3346, 2019.
- [11] T. Apriliyani, N. Ainun, O. Pusparini, Z. Rohmah, A. S. Tunjung, and A. Nuriliani, "Mekanisme Penyakit Kardiovaskular Terkait Penuaan (Mechanisms of Cardiovascular Diseases Related to Aging)," vol. 26, no. 2, 2024.
- [12] O. S. Pamungkas, M. Promosi, K. Universitas, and D. Semarang, "Bahaya Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Manusia," 2016. [Online]. Available: www.hesperian.org
- [13] A. Baharuddin, "Hubungan Pemakaian Pestisida Terhadap Kadar Cholinesterase Darah Pada Petani Sayur Jenetallasa-Rumbia."
- [14] F. L. Dwiyaniti, Y. H. Darundiati, and N. A. Y. D, "Hubungan Masa Kerja, Lama Kerja, Lama Penyemprotan Dan Frekuensi Penyemprotan terhadap Kadar Kolinesterase Dalam Darah Pada Petani di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2018.

- [15] N. N. Sarafina, G. Q. Aina, and F. N. Rica, "Profil Kadar Cholinesterase Darah pada Petani Kelapa Sawit Akibat Paparan Pestisida," *MAHESA : Malahayati Health Student Journal*, vol. 3, no. 11, pp. 3678–3688, 2023, doi: 10.33024/mahesa.v3i11.11426.
- [16] S. S. Nikmah and E. T. Pawenang, "Faktor Kejadian Hipertensi pada Petani Penyemprot Bunga," *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, vol. 4, no. 2, pp. 381–391, 2020.
- [17] J. Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia, M. Zuhdi, J. Ardhuha, M. Taufik, and P. Studi Pendidikan Fisika, "Keunggulan Pengukuran Tekanan Darah Menggunakan Tensimeter Digital Dibandingkan dengan Tensimeter Pegas," 2020.
- [18] "Hubungan Aktivitas Kolinesterase Dengan Kadar Glukosa Darah Akibat Paparan Pestisida Pada Petani Di Desa Mlokorejo."
- [19] O. Di and K. Jember, "Hubungan Kadar Kolinesterase Dengan Angka Kejadian Hipertensi Pada Petani Yang Terpapar Pestisida Organofosfat Di Kabupaten Jember."
- [20] N. Sitoresmi, T. Harningsih Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, J. Raya Solo -Baki, K. Grogol, K. Sukoharjo, and J. Tengah, "Pengaruh Faktor Usia terhadap Aktivitas Enzim Cholinesterase Sebagai Akibat Paparan pestisida Pada petani."
- [21] T. Apriliyani, N. Ainun Oktavia Pusparini, Z. Rohmah, W. Anindito Sri Tunjung, and dan Ardaning Nuriliani, "Mekanisme Penyakit Kardiovaskular Terkait Penuaan (Mechanisms of Cardiovascular Diseases Related to Aging)."
- [22] F. D. Lucki, Y. D. Hanani, N. D. Astorina Yunita Bagian Kesehatan Lingkungan, and F. Kesehatan Masyarakat, "Hubungan Masa Kerja, Lama Kerja , Lama Penyemprotan Dan Frekuensi Penyemprotan Terhadap Kadar Kolinesterase Dalam Darah Pada Petani Di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang," 2018. [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- [23] C. A. Damalas and S. D. Koutroubas, "Farmers' exposure to pesticides: Toxicity types and ways of prevention," Jan. 08, 2016, *MDPI AG*. doi: 10.3390/toxics4010001.
- [24] A. Kadar Cholinesterase Dalam Darah Dan Keluhan Kesehatan and N. Dwi Pratuna, "Analisa Kadar cholinesterase Dalam Darah dan keluhan Kesehatan Pada Petani kentang Kilometer XI Kota Sungai Penuh," *Health Journal*, vol. 5, 2018.
- [25] F. Agustina and D. Peminatan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat, "Hubungan Paparan Pestisida Dengan Kejadian Hipertensi Pada Petani Holtikultura di Desa Gerlang Kecamatan Blado Kabupaten Batang," 2018. [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- [26] A. Mamba and U. Surakarta, "Hubungan Antara Aktifitas Fisik Dan Hipertensi Pada Lansia," 2017.
- [27] C. N. A. Hidayat, O. Setiani, N. A. Y. Dewanti, and Y. H. Darundiati, "Analisis Faktor Risiko Paparan Pestisida Terhadap Kejadian Hipertensi Pada Petani Bawang Merah," *JURNAL Riset KESEHATAN POLTEKKES DEPKES BANDUNG*, vol. 15, no. 2, pp. 410–422, Oct. 2023, doi: 10.34011/juriskesbdg.v15i2.2209.
- [28] "Mengidentifikasi dan mengelola dampak buruk terhadap kesehatan lingkungan: 4. Pestisida."
- [29] N. N. Sarafina, G. Q. Aina, and F. N. Rica, "Profil Kadar Cholinesterase Darah pada Petani Kelapa Sawit Akibat Paparan Pestisida," *MAHESA : Malahayati Health Student Journal*, vol. 3, no. 11, pp. 3678–3688, Nov. 2023, doi: 10.33024/mahesa.v3i11.11426.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.