

**HUBUNGAN JENIS PESTISIDA DENGAN FUNGSI HEPAR PETANI
DI DESA SIKAPAT KECAMATAN SUMBANG KABUPATEN
BANYUMAS**

***THE RELATIONSHIP BETWEEN PESTICIDE TYPES AND FARMERS'
LIVER FUNCTION IN SIKAPAT VILLAGE SUMBANG DISTRICT
BANYUMAS REGENCY***

Fikri Aminudin¹, Agung Saprasetya Dwi Laksana^{1*}, Synta Haqqul Fadlilah¹

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman

Jalan Dr. Gumbreg, Kelurahan Mersi, Purwokerto

ABSTRAK

Kegiatan bertani merupakan salah satu mata pencaharian utama di Kabupaten Banyumas. Pestisida sering kali digunakan untuk membasmi hama yang merugikan hasil pertanian, namun penggunaannya yang tidak sesuai aturan dapat berdampak buruk bagi organ tubuh, salah satunya hati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jenis pestisida berdasarkan fungsi pemakaiannya terhadap fungsi hepar petani di Desa Sikapat, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas. Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan rancangan potong lintang. Populasi penelitian ini adalah petani yang menggunakan pestisida di Desa Sikapat, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas bulan Maret hingga Oktober tahun 2023. Petani yang bersedia mengikuti penelitian dan hadir saat pengambilan data berlangsung diinklusi sebagai subjek penelitian. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Pengukuran fungsi hepar dilakukan dengan pemeriksaan AST dan ALT sementara data penggunaan pestisida diperoleh melalui wawancara tatap muka menggunakan kuesioner. Analisis data menggunakan uji *Chi-square* dengan alternatif uji *Fischer* atau *Kolmogorov Smirnov* pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan ALT dan AST hanya diamati pada kelompok petani yang menggunakan kombinasi pestisida ($p=0,259$). Rata-rata kadar ALT tertinggi dilaporkan pada penggunaan pestisida kombinasi ($26,2 \pm 12,9$ U/L), diikuti oleh insektisida ($21,4 \pm 2,5$ U/L), herbisida ($19,4 \pm 5,2$ U/L), dan fungisida ($15,1 \pm 1,1$ U/L) ($p=0,072$). Rata-rata kadar AST tertinggi dilaporkan pada penggunaan pestisida kombinasi ($24,2 \pm 5,3$ U/L), diikuti oleh fungisida ($21,8 \pm 1,2$ U/L), insektisida ($21,7 \pm 3,9$ U/L), dan herbisida ($20,8 \pm 2,6$ U/L) ($p=0,157$). Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan antara penggunaan jenis pestisida terhadap fungsi hepar petani di Desa Sikapat.

Kata kunci: ALT, AST, fungsi hepar, pestisida, petani

ABSTRACT

Farming activities were one of the main occupations in Banyumas Regency. Pesticides were often used to exterminate pests that harmed agricultural yields, but their improper use could adversely affect body organs, including the liver. This research aimed to determine the relationship between types of pesticides based on their usage function and liver function in farmers in Sikapat Village, Sumbang District, Banyumas Regency. This study was an observational analytic study with a cross-sectional design. The study population consisted of farmers using pesticides in Sikapat Village, Sumbang District, Banyumas Regency, from March to October 2023. Farmers who were willing to participate in the study and were present during data collection were included as research subjects. The sample was taken using the purposive sampling method. Liver function was measured by examining AST and ALT levels, while pesticide use data were obtained using a questionnaire. Data analysis used the Chi-square test with Fisher's or Kolmogorov-Smirnov alternatives at a significance level of 0.05. Results showed that there was an increase in ALT and AST was only observed in the group of farmers using a combination of pesticides ($p=0.259$). The highest average ALT levels were reported in the use of combined pesticides (26.2 ± 12.9 U/L), followed by insecticides (21.4 ± 2.5 U/L), herbicides (19.4 ± 5.2 U/L), and fungicides (15.1 ± 1.1 U/L) ($p=0.072$). The highest average AST levels were reported in the use of combined pesticides (24.2 ± 5.3 U/L), followed by fungicides (21.8 ± 1.2 U/L), insecticides (21.7 ± 3.9 U/L), and herbicides (20.8 ± 2.6 U/L) ($p=0.157$). In conclusion, there was no relationship between the use of pesticide types and liver function in farmers in Sikapat Village, Sumbang District, Banyumas Regency.

Keywords: ALT, AST, farmers, liver function, pesticide

Penulis korespondensi:

Agung Saprasetya Dwi Laksana
Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat/Ilmu Kedokteran Komunitas
Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan Dr. Gumbreg, Kelurahan Mersi, Purwokerto
Email: agung.laksana@unsoed.ac.id

PENDAHULUAN

Kegiatan pertanian tidak lepas dari ancaman hama sehingga dalam usaha meningkatkan produksi pertanian, petani menggunakan pestisida dalam pengendalian hama. Namun, penggunaan pestisida sering tidak sesuai dengan aturan yang dianjurkan. Penggunaan pestisida oleh petani sudah sangat intensif, bahkan melebihi batas aman (Supriadi, 2013). Kondisi tersebut sering diperparah dengan ketidakpedulian para petani tentang bahaya pestisida yang dapat meracuni petani dan lingkungannya (Tsani *et al.*, 2017). Ketidaktepatan aturan dalam penggunaan pestisida dapat meningkatkan risiko

terhadap kerusakan lingkungan, ekosistem, dan kecelakaan pada manusia dalam bentuk keracunan akut maupun kronis (Kumala dan Agung, 2022). *World Health Organization* (WHO) memperkirakan setiap tahun terjadi 1–5 juta kasus keracunan pestisida pada pekerja pertanian dengan tingkat kematian mencapai 220.000 korban jiwa. Sekitar 80% keracunan pestisida dilaporkan terjadi di negara-negara berkembang, seperti Indonesia (Jenni dan Suhartono, 2014).

Pestisida adalah suatu bahan kimia berbahaya dan beracun yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan, sehingga harus dikelola dengan penuh kehati-hatian (Kumala dan Agung, 2022). Pestisida yang masuk ke dalam tubuh secara terus menerus dapat menyebabkan toksisitas dan menurunkan fungsi kerja organ tubuh, terutama hepar (Kumala dan Agung, 2022).

Hepar merupakan salah satu organ target pestisida, pusat detoksifikasi zat beracun dalam tubuh. Gangguan maupun kerusakan pada hepar dapat berpengaruh terhadap fungsi penting hepar dalam metabolisme, biotransformasi dan detoksifikasi. Akumulasi pestisida yang masuk ke dalam hepar tidak dapat diuraikan dan diekskresikan, sehingga akan tersimpan dalam hati dan mengakibatkan gangguan organel atau sel pada hati (Maretha *et al.* 2020). Paparan bahan toksik seperti pestisida, yang berlangsung terus menerus dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan risiko kejadian hepatitis dan sirosis hepatis.

Petani yang terpapar pestisida akan mengalami penurunan fungsi hepar sebagai salah satu tanda toksisitas, yang ditandai dengan meningkatnya kadar *aspartate transaminase* (AST) dan *alanine transaminase* (ALT) dalam darah (Susanti dan Firdayanti, 2016). AST, disebut juga *serum glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT), dan ALT, disebut juga *serum glutamic pyruvic transaminase* (SGPT), termasuk ke dalam kategori enzim aminotransferase. Enzim-enzim ini berpartisipasi dalam glukoneogenesis dengan mengkatalisis transfer gugus amino dari asam aspartat (AST) atau alanin (ALT) ke asam ketoglutarat untuk menghasilkan asam oksaloasetat dan asam piruvat. AST hadir dalam bentuk isoenzim sitosolik dan mitokondrial dan ditemukan dalam hati, otot jantung, otot rangka, ginjal, otak, pankreas, paru-paru, leukosit, dan sel darah merah. ALT adalah enzim sitosolik yang ditemukan dalam konsentrasi tinggi di hati sehingga ALT lebih spesifik terhadap cedera hepar (Lala *et al.*, 2023).

Studi oleh Li dkk (2022) menunjukkan bahwa paparan pestisida organofosfat memiliki dampak toksik bagi organ hati, ditandai dengan peningkatan *biomarker* cedera hati (Li *et al.*, 2022). Selain itu, bukti lain menunjukkan bahwa insektisida, salah satu jenis pestisida, berkaitan dengan peningkatan enzim hati dalam *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) (Wahlang *et al.*, 2020). Peningkatan dosis paparan pestisida menghasilkan peningkatan kerusakan DNA hepatosit sehingga menyebabkan kerusakan hati sedang hingga parah dengan sel-sel yang lebih meradang dan memiliki sinusoid yang membesar serta inti yang padat (Omar *et al.*, 2023).

Petani merupakan salah satu mata pencaharian utama di Kabupaten Banyumas (Satriani *et al.*, 2021), dan merupakan pencaharian utama penduduk di Desa Sikapat, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas. Kabupaten Banyumas memiliki luas lahan produksi usaha tani padi seluas 57.171 ha. Tingginya kegiatan pertanian di Banyumas membuat penggunaan pestisida tidak lepas dari kegiatan sehari-hari para petani, sehingga petani berisiko untuk mengalami gangguan fungsi hepar akibat paparan pestisida. Sampai

saat ini, belum terdapat penelitian mengenai efek penggunaan jenis pestisida terhadap fungsi hepar petani Desa Sikapat Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis hubungan jenis pestisida dengan fungsi hepar petani di Desa Sikapat, Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pengambilan data demografi responden dan jenis pestisida yang digunakan adalah kuesioner. Alat dan bahan untuk pengukuran kadar AST dan ALT. Alat yang digunakan meliputi spuit 3cc, *torniquet*, tabung vakum, spektrofotometer, mikropipet 1000 μ L dan 100 μ L, *Blue tip* dan *yellow tip*, tabung serologi, sentrifus, dan rak tabung. Bahan yang digunakan meliputi kapas, serum, alkohol 70%, reagen kit AST dan ALT.

Jalannya Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik, dengan rancangan potong lintang (cross-sectional). Populasi target pada penelitian ini adalah petani yang menggunakan pestisida di Desa Sikapat, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas bulan Maret hingga Oktober tahun 2023, yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi responden adalah responden berusia minimal 18 tahun, sudah bekerja sebagai petani minimal satu tahun, bersedia menjadi responden penelitian dengan menandatangani lembar persetujuan informed consent, dan hadir serta mengikuti prosedur penelitian sampai selesai pada saat pengambilan data berlangsung. Besar sampel penelitian ditentukan dengan rumus Slovin dan didapatkan besar sampel minimal adalah 39 sampel. Teknik sampling dilakukan dengan purposive sampling. Variabel yang diukur adalah jenis-jenis pestisida untuk variabel bebas, dan fungsi hepar untuk variabel terikat. Indikator fungsi hepar yang diukur adalah kadar AST dan ALT.

Sebelum penelitian berlangsung, penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman, dengan nomor persetujuan etik Ref: 031/KEPK/PE/II/2023. Data jenis pestisida dikumpulkan melalui wawancara terstruktur berdasarkan kuesioner yang telah disediakan sebelumnya. Responden menjawab pertanyaan tersebut dan peneliti mencatat jawaban responden. Data kadar AST dan ALT diperoleh melalui pemeriksaan laboratorium dengan metode spektrofotometri yang memiliki prinsip kerja berdasarkan penyerapan cahaya yang berbeda oleh senyawa kimia organik pada rentang panjang gelombang tertentu. Sampel yang digunakan adalah sampel vena yang diperoleh selama penelitian. Peneliti mengambil sampel darah, kemudian mengirim sampel tersebut ke laboratorium untuk pemeriksaan laboratorium.

Analisis Data

Uji yang digunakan yaitu *Chi-square* dengan taraf signifikansi sebesar 0,05 ($p < 0,05$). Syarat pertama uji *Chi-square* adalah tidak terdapat sel dengan nilai frekuensi kenyataan/*actual count* sebesar 0. Syarat kedua yaitu sel yang mempunyai frekuensi harapan/*expected count* kurang dari 5 maksimal 20% dari jumlah seluruh sel. Uji alternatif *Chi-square 2xk* yang digunakan adalah uji *Kolmogorov-smirnov*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampai akhir penelitian didapatkan subjek sebanyak 43 orang petani di Desa Sikapat yang bersedia menjadi responden penelitian. Tabel 4.1 menyajikan data terkait usia, pendidikan, pekerjaan, dan riwayat penyakit dari sekelompok responden. Rata-rata usia responden adalah 47,1 tahun, dengan simpangan baku sebesar 9,7 tahun. Mayoritas responden memiliki latar belakang pendidikan rendah, yaitu pendidikan setingkat sekolah dasar (SD) pada 53,5% dari keseluruhan subjek. Pekerjaan petani juga dominan pada subjek penelitian, 100% dari mereka bekerja sebagai petani, tanpa adanya yang memiliki pekerjaan selain itu.

Tidak ada responden yang memiliki riwayat penyakit diabetes melitus ataupun sirosis hati. Hanya sebagian kecil subjek yang memiliki riwayat gagal ginjal (4,7%). Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa responden dalam kelompok ini memiliki pola usia dan pendidikan yang beragam. Mayoritas dari mereka bekerja sebagai petani, dan sebagian besar dalam kondisi kesehatan yang baik.

Tabel 4.1 Karakteristik Umum Subjek

Variabel	Deskripsi
Usia, tahun	
Rerata	47,1
Simpang baku	9,7
Pendidikan, n (%)	
Tidak sekolah	9 (20,9)
Tamatan SD atau sederajat	23 (53,5)
Tamatan SMP atau sederajat	5 (11,6)
Tamatan SMA atau sederajat	6 (14,0)
Pekerjaan, n (%)	
Petani	43 (100)
Selain petani	0 (0,0)
Riwayat penyakit, n (%)	
Diabetes melitus	0 (0,0)
Gagal ginjal	2 (4,7)
Sirosis hati	0 (0,0)

Tabel 4.2 menjelaskan data mengenai jenis pestisida yang digunakan oleh subjek. Data tersebut terbagi dalam beberapa kategori, yaitu insektisida, fungisida, herbisida, dan kombinasi pestisida. Insektisida digunakan oleh 27,9% dari responden, fungisida oleh 7,0%, herbisida oleh 34,9%, dan kombinasi pestisida oleh 30,2%.

Tabel 4.2 Jenis Pestisida yang Digunakan

Variabel	Deskripsi
Jenis pestisida, n (%)	
Insektisida	12 (27,9)
Fungisida	3 (7,0)
Herbisida	15 (34,9)
Kombinasi pestisida	13 (30,2)

Tabel 4.3 menyajikan data mengenai penggunaan APD dan pola penggunaan pestisida di antara responden. Semua responden (100%) menggunakan APD saat bekerja dengan pestisida. Frekuensi penggunaan pestisida oleh responden rata-rata adalah 1,1 kali per minggu dengan simpang baku 0,7. Seluruh responden (100%) menggunakan pestisida tidak lebih dari dua kali dalam seminggu. Rata-rata waktu yang dihabiskan untuk menyemprot pestisida adalah 2,2 jam per hari dengan simpang baku 1,3 jam, dan semua responden (100%) menyemprot pestisida tidak lebih dari empat jam per hari. Tidak ada responden yang menggunakan pestisida lebih dari dua kali dalam seminggu atau yang menyemprot lebih dari empat jam per hari.

Tabel 4.3 Karakteristik Pola Penggunaan APD dan Pestisida

Variabel	Deskripsi
Penggunaan APD	
Ya	43 (100)
Tidak	0 (0,0)
Frekuensi Penggunaan Pestisida, kali dalam seminggu	
Rerata	1,1
Simpang baku	0,7
Frekuensi Penggunaan Pestisida, n (%)	
≤2 kali dalam seminggu	43 (100)
>2 kali dalam seminggu	0 (0,0)
Lama Penyemprotan, jam per hari	
Rerata	2,2
Simpang baku	1,3
Lama Penyemprotan, n (%)	
≤4 jam perhari	43 (100)
>4 jam perhari	0 (0,0)

Tabel 4.4 menyajikan data mengenai enzim hati AST (*aspartate aminotransferase*) dan ALT (*alanine aminotransferase*). Data kadar AST menunjukkan bahwa mayoritas (95,3%) memiliki hasil yang normal, sementara sisanya 4,7% memiliki hasil AST yang meningkat. Data kadar ALT menunjukkan bahwa sebagian besar responden (95,3%) juga memiliki hasil dalam kategori normal, namun ada dua responden (4,7%) yang memiliki hasil ALT meningkat.

Tabel 4.4 Karakteristik Data Kategorik AST dan ALT

Variabel	Deskripsi
AST, n (%)	
Normal	41 (95,3)
Meningkat	2 (4,7)
ALT, U/L	
Normal	41 (95,3)
Meningkat	2 (4,7)

Tabel 4.5 Karakteristik Data Numerik AST dan ALT

Variabel	Deskripsi
AST, U/L	
Rerata	22,1
Simpang baku	4,0
Min – maks	15,5 – 34,0
ALT, U/L	
Rerata	21,7
Simpang baku	8,3
Min – maks	9,1 – 58,8

Tabel 4.5 menyajikan data mengenai data numerik enzim hati AST dan ALT dalam satuan U/L (unit per liter). Rerata kadar AST sebesar 22,1 U/L dengan simpangan baku sebesar 4,0 U/L, dan rentang nilai minimum hingga maksimum antara 15,5 U/L hingga 34,0 U/L. Rerata aktivitas ALT sebesar 21,7 U/L dengan simpangan baku sebesar 8,3 U/L, dan rentang nilai minimum hingga maksimum antara 9,1 U/L hingga 58,8 U/L. Data ini menunjukkan variasi dalam aktivitas enzim hati AST dan ALT dalam sampel yang diteliti.

Tabel 4.6 menunjukkan tabulasi silang jenis pestisida yang digunakan oleh subjek dengan kadar ALT yang diperiksa. Tidak ada responden yang menunjukkan peningkatan kadar ALT untuk insektisida, fungisida, atau herbisida. Hanya sebagian kecil (15,4%) subjek yang menggunakan pestisida kombinasi memiliki kadar ALT yang meningkat. Hasil uji bivariat menunjukkan nilai-p sebesar 0,259, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara penggunaan jenis pestisida dengan peningkatan kadar ALT.

Tabel 4.6 Tabulasi Silang Jenis Pestisida dengan Kadar ALT

Jenis Pestisida	Kadar ALT		Nilai-p
	Normal	Meningkat	
Insektisida	12	0 (0,0)	0,259 ^a
Fungisida	3 (100)	0 (0,0)	
Herbisida	15	0 (0,0)	
Kombinasi pestisida	11	2	
	(84,6)	(15,4)	

^aUji *Kolmogorov-smirnov*

Data pada Tabel 4.7 menunjukkan rata-rata dan simpangan baku kadar ALT untuk setiap jenis pestisida. Rata-rata kadar ALT tertinggi dilaporkan pada penggunaan pestisida kombinasi ($26,2 \pm 12,9$ U/L), diikuti oleh insektisida ($21,4 \pm 2,5$ U/L), herbisida ($19,4 \pm 5,2$ U/L), dan fungisida ($15,1 \pm 1,1$ U/L). Nilai-p sebesar 0,072 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang bermakna secara statistik antara jenis pestisida yang digunakan dan kadar ALT.

Tabel 4.7 Kadar ALT berdasarkan Jenis Pestisida

Jenis Pestisida	Rerata ± simpang baku	Nilai-p
Insektisida	21,4 ± 2,5	0,072 ^a
Fungisida	15,1 ± 1,1	
Herbisida	19,4 ± 5,2	
Kombinasi pestisida	26,2 ± 12,9	

^aUji *One-way anova*

Tabel 4.8 menunjukkan tabulasi silang jenis pestisida yang digunakan oleh subjek dengan kadar AST yang diperiksa. Tidak ada responden yang menunjukkan peningkatan kadar AST untuk insektisida, fungisida, atau herbisida. Hanya sebagian kecil (15,4%) subjek yang menggunakan pestisida kombinasi memiliki kadar AST yang meningkat. Hasil uji bivariat menunjukkan nilai-p sebesar 0,259, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara penggunaan jenis pestisida dengan peningkatan kadar ALT.

Tabel 4.8 Tabulasi Silang Jenis Pestisida dengan Kadar AST

Jenis Pestisida	Kadar AST		Nilai-p
	Normal	Meningkat	
Insektisida	12 (100)	0 (0,0)	0,259 ^a
Fungisida	3 (100)	0 (0,0)	
Herbisida	15 (100)	0 (0,0)	
Kombinasi pestisida	11 (84,6)	2 (15,4)	

^aUji *Kolmogorov-smirnov*

Data pada Tabel 4.9 menunjukkan rata-rata dan simpangan baku kadar AST untuk setiap jenis pestisida. Rata-rata kadar AST tertinggi dilaporkan pada penggunaan pestisida kombinasi (24,2 ± 5,3 U/L), diikuti oleh fungisida (21,8 ± 1,2 U/L), insektisida (21,7 ± 3,9 U/L), dan herbisida (20,8 ± 2,6 U/L). Nilai-p sebesar 0,157 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang bermakna secara statistik antara jenis pestisida yang digunakan dan kadar AST.

Tabel 4.9 Kadar AST berdasarkan Jenis Pestisida

Jenis Pestisida	Rerata ± simpang baku	Nilai-p
Insektisida	21,7 ± 3,9	0,157 ^a
Fungisida	21,8 ± 1,2	
Herbisida	20,8 ± 2,6	
Kombinasi pestisida	24,2 ± 5,3	

^aUji *One-way anova*

Organ hepar dianggap sebagai organ target yang mengubah, mengakumulasi metabolit, menetralkan, dan mengeliminasi berbagai zat toksik dalam darah (Aoiadni *et al.*, 2022). Insektisida terbukti memiliki efek toksik terhadap organ hepar. Insektisida mengandung bahan aktif organofosfat (OP). Organofosfat dapat menyebabkan stres oksidatif, memengaruhi jalur metabolisme, dan menyebabkan disfungsi organ ganda seperti hipoksia dan perfusi jaringan yang tidak adekuat pada hati dan jantung. Organofosfat menyebabkan kerusakan ultrastruktur, biokimia, metabolisme, dan mitokondria pada organ hepar. Hal ini dapat dibuktikan dengan perubahan pada biomarker hati seperti aminotransferase serum dan bilirubin direk dan indirek (Karami-Mohajeri *et al.*, 2017).

Kandungan piretroid yang ada di dalam insektisida juga mampu menyebabkan gangguan histopatologis, biokimia, dan fisiologis pada jaringan hepar. Mekanisme toksisitas hepar dapat dijelaskan oleh produksi ROS yang berlebihan. Radikal bebas menyebabkan gangguan dalam transportasi, fungsi, dan permeabilitas membran hepatosit. Disfungsi hati telah diindikasikan oleh peningkatan aktivitas aminotransferase serum (Amir *et al.*, 2015; Aoiadni *et al.*, 2022).

Fungisida mengandung zat aktif azole yang memiliki efek toksik terhadap organ hepar. Paparan fungisida dalam waktu singkat tidak hanya menyebabkan kerusakan histologis hati, termasuk degenerasi vakuolar hepatosit dengan inti piknotik, tetapi juga mengubah beberapa parameter fisiologis hati, termasuk tingkat transaminase aspartat (AST), trigliserida (TG), piruvat, dan kolesterol total (TC). Fungisida juga menyebabkan stres oksidatif pada hati, seperti yang terbukti dengan peningkatan kadar malondialdehid (MDA), sebuah biomarker yang mengindikasikan stres oksidatif (Wu *et al.*, 2021).

Herbisida mengandung 2,4-asam diklorofenoksiasetat, digunakan secara luas di seluruh dunia dan sering ditemukan dalam sampel air. Komponen ini menyebabkan penurunan kapasitas antioksidan hepar melalui superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT), glutathion-s-transferase (GST), glutathion peroksidase (GPx), dan glutathion reduktase (GR). SOD bertanggung jawab untuk mengubah radikal superoksida (O_2^-) menjadi bentuk yang kurang reaktif, hidrogen peroksida (H_2O_2), sedangkan CAT memecah H_2O_2 menjadi air dan oksigen. GST, GPx, dan GR terlibat dalam regulasi dan metabolisme glutathion (GSH), sejenis antioksidan non-enzimatik yang penting dalam menetralkan radikal bebas dan mengeliminasi senyawa toksik endogen dan eksogen dari tubuh (Martins *et al.*, 2024).

Usia petani dalam rentang 21 – 65 tahun dengan rerata 47,1 tahun. Kategori usia ini merupakan kelompok usia produktif. Kadar ALT dan AST masih dalam batas normal dalam rentang usia ini pada orang sehat. Penurunan kadar ALT mulai diamati pada subjek berusia >75 tahun (Petroff *et al.*, 2022). Studi ini menemukan bahwa pestisida paling banyak digunakan adalah herbisida (34,9%), diikuti kombinasi pestisida (30,2%), insektisida (27,9), dan fungisida (7,0%). Analisis terhadap kadar enzim hepar, baik AST maupun ALT, pada masing-masing kelompok jenis pestisida menunjukkan hasil yang normal pada hampir keseluruhan subjek. Hanya dilaporkan dua orang mengalami peningkatan ALT maupun AST pada kelompok kombinasi pestisida, dengan kadar ALT sebesar 58,8 U/L. Data ini menunjukkan bahwa penggunaan pestisida jenis apapun tidak berhubungan dengan kadar ALT dan AST yang meningkat.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Wulandari *et al.* (2020) pada petani di Mojokerto. Studi tersebut melaporkan bahwa seluruh petani memiliki kadar AST dan ALT dalam batas

normal dengan rentang 24 – 38 U/L untuk AST dan rentang 22 – 35 U/L untuk ALT. Penelitian tersebut berargumen bahwa kadar AST dan ALT normal pada petani yang menggunakan pestisida disebabkan karena kapasitas metabolisme xenobiotik yang masih normal, penggunaan APD yang tepat, dan kebiasaan diet makanan atau minuman mengandung vitamin C dan jahe yang mampu menurunkan kadar enzim transaminase (Wulandari *et al.*, 2020).

Konsisten dengan hasil pada penelitian ini, Wiranata (2020) juga melaporkan hasil enzim AST dan ALT dalam batas normal pada petani di Kabupaten Lamongan yang menggunakan pestisida karbamat. Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai kadar AST antara 19-34 μ /L dan ALT 12-22 μ /L. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara usia dan lama paparan terhadap kadar AST dan ALT (Wiranata, 2020).

Studi oleh Bunsri *et al.* (2023) di Thailand juga mengkonfirmasi hal yang serupa. Studi tersebut melaporkan rerata kadar AST dan ALT sebesar 29,65 dan 29,28 U/L pada petani sayur-sayuran yang menggunakan pestisida. Artinya, kadar AST dan ALT yang dilaporkan masih dalam batas normal. Penelitian tersebut juga melaporkan biomarker hepar yang lain, yaitu alkaline fosfatase (ALP), sebesar 73,84 U/L yang masih termasuk dalam batas normal (44 – 147 U/L) (Bunsri *et al.*, 2023).

Hasil enzim transaminase yang normal pada penelitian ini dapat disebabkan karena dua alasan berikut. Keracunan pestisida berhubungan dengan dosis dan lamanya paparan pestisida yang didapatkan oleh petani. Data tambahan pada subjek menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan atau penggunaan pestisida tidak ada yang melebihi batas yang aman, yaitu 2 kali dalam seminggu. Frekuensi penyemprotan pestisida >2 kali dalam seminggu berhubungan dengan tingkat toksisitas. Hal ini ditunjukkan sebuah studi pada petani di Jeneponto (Hardi *et al.*, 2020). Pemerintah juga telah menerbitkan aturan yang menganjurkan penggunaan pestisida tidak melebihi 4 jam per hari melalui Permenaker No.3 Per-03/Men/1986 (Ningsih, 2016). Seluruh petani pada penelitian ini tidak ada yang menyemprotkan pestisida melebihi batas aturan tersebut.

Alasan lain yang dapat menunjang argumen peneliti adalah tidak ada satupun petani yang memiliki riwayat penyakit hepar, bahkan kebanyakan petani tidak memiliki riwayat penyakit sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas metabolisme zat aktif menjadi bentuk lain yang lebih aman masih dapat berfungsi normal. Sel hepatosit dalam keadaan normal dan sehat masih mampu mengalami proses biotransformasi toksin. Sebaliknya, sel hepatosit telah mengalami kerusakan tidak mampu menjalankan fungsi tersebut sehingga enzim aminotransferase masuk ke dalam aliran darah dan terdeteksi dalam jumlah yang tinggi. Zat aktif pada pestisida termasuk zat xenobiotik sehingga harus dimetabolisme menjadi bentuk lain yang lebih aman. Apabila terdapat kerusakan kemampuan hepar untuk metabolisme, maka zat aktif pestisida akan menimbulkan cedera bagi organ hepar itu sendiri (Fu *et al.*, 2018).

Analisis lebih mendalam terhadap kadar AST dan ALT pada masing-masing jenis pestisida memberikan beberapa informasi tambahan. Terdapat perbedaan kadar AST maupun ALT berdasarkan jenis pestisida yang digunakan oleh petani meskipun tidak berbeda secara statistik. Kadar AST dan ALT paling tinggi dilaporkan pada petani yang menggunakan pestisida kombinasi dibandingkan dengan pestisida lain. Hal ini dapat dijelaskan oleh efek sinergistik dari penggunaan zat aktif pestisida ganda terhadap sel hepar (Lasch *et al.*, 2021; Raposo-Garcia *et al.*, 2023). Jenis pestisida lain juga

memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar AST dan ALT. Kadar AST tertinggi kedua diamati pada penggunaan fungisida (21,8 U/L), diikuti insektisida (21,7 U/L), dan herbisida (20,8 U/L). Berbeda dengan AST, kadar ALT tertinggi kedua diamati pada penggunaan insektisida (21,4 U/L), diikuti herbisida (19,4 U/L), dan fungisida (15,1 U/L).

Kedua petani yang mengalami peningkatan kadar enzim hepar semuanya menggunakan pestisida kombinasi. Frekuensi penyemprotan maupun lama penyemprotan tidak ada yang melebihi batas aman pada ketiga kelompok tersebut. Selain itu, tidak ada satupun petani tersebut yang memiliki riwayat penyakit hepar. Perlu adanya eksplorasi faktor lain yang dapat meningkatkan kadar enzim transaminase, seperti aktivitas fisik ataupun penggunaan obat-obatan rutin.

Penelitian ini memiliki dua keterbatasan. Pertama, penelitian ini tidak melakukan analisis bivariat terhadap variabel luar yang dapat mempengaruhi hubungan jenis pestisida dengan kadar enzim transaminase, seperti lama dan frekuensi penyemprotan, masa kerja petani, ataupun penggunaan alat pelindung diri (APD). Tidak dapat dilakukan analisis variabel luar karena data homogen, artinya seluruh petani tidak ada yang menggunakan pestisida melebihi batas yang aman dan juga tidak ada yang memiliki komorbid penyakit hepar. Kedua, penggunaan kuesioner pada penelitian ini menimbulkan risiko *recall bias*, yaitu kesalahan sistematis yang disebabkan oleh perbedaan keakuratan atau kelengkapan ingatan yang diperoleh kembali oleh subjek mengenai peristiwa atau pengalaman dari masa lalu. Ketiga, penelitian ini hanya mencakup populasi tertentu atau wilayah geografis tertentu, sehingga hasilnya mungkin tidak dapat diterapkan secara luas pada populasi yang lebih luas.

KESIMPULAN

Tidak terdapat hubungan antara jenis pestisida (insektisida, fungisida, herbisida, dan kombinasi pestisida) terhadap fungsi hepar (AST dan ALT) petani di Desa Sikapat, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Para petani di Desa Sikapat selaku subjek penelitian yang telah bersedia dengan ikhlas, meluangkan waktu dan diizinkan untuk melaksanakan penelitian sampai selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, N., Suprayitno, E., Hardoko, & Nursyam, H. 2015. The effect of cypermethrin on Jambal roti to AST and ALT levels the wistar rat (*Rattus norvegicus*). *International Journal of PharmTech Research* 8(2): 235–240.
- Aoiadni, N., Chiab, N., Jdidi, H., Gargouri Bouzid, R., El Feki, A., Fetoui, H., & Ghorbel Koubaa, F. 2022. The pyrethroid insecticide permethrin confers hepatotoxicity through DNA damage and mitochondria-associated apoptosis induction in rat: Palliative benefits of *Fumaria officinalis*. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology* 36(10): 1–14.
- Bunsri, S., Muenchamnan, N., Naksen, W., & Ong-Artborirak, P. 2023. The Hematological and Biochemical Effects from Pesticide Exposure on Thai Vegetable Farmers. *Toxics* 11(8): 1–9.

-
- Fu, X., Sluka, J. P., Clendenon, S. G., Dunn, K. W., Wang, Z., Klaunig, J. E., & Glazier, J. A. (2018). Modeling of xenobiotic transport and metabolism in virtual hepatic lobule models. *PloS One* 13(9): e0198060.
- Hardi, H., Ikhtiar, M., & Baharuddin, A. 2020. Hubungan Pemakaian Pestisida Terhadap Kadar Cholinesterase Darah pada Petani Sayur Jenetallasa-Rumbia. *Ikesma* 16(1): 53.
- Jenni, A., & Suhartono, N. 2014. Hubungan Riwayat Paparan Pestisida dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati (Studi Pada Wanita Usia Subur di Daerah Pertanian Kota Batu). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 13(2): 62–65.
- Karami-Mohajeri, S., Ahmadipour, A., Rahimi, H.-R., & Abdollahi, M. 2017. Adverse effects of organophosphorus pesticides on the liver: a brief summary of four decades of research. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology* 68(4): 261–275.
- Kumala, I. R., & Agung, M. B. 2022. Gambaran Kondisi Kesehatan Organ Hati Para Petani Pengguna Pestisida di Desa Tulis, Kabupaten Batang. *Jurnal Medika Husada* 2(1): 7–12.
- Lala, V., Zubair, M., & Minter, D. A. 2023. *Liver Function Tests*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Lasch, A., Marx-Stoelting, P., Braeuning, A., & Lichtenstein, D. 2021. More than additive effects on liver triglyceride accumulation by combinations of steatotic and non-steatotic pesticides in HepaRG cells. *Archives of Toxicology* 95(4): 1397–1411.
- Li, W., Xiao, H., Wu, H., Xu, X., & Zhang, Y. 2022. Organophosphate pesticide exposure and biomarkers of liver injury/liver function. *Liver International* 42(12): 2713–2723.
- Maretha, N. E., Awaliyah, N. I., Wulan, W. S., & Santoso, A. P. R. 2020. Pengaruh Lama Paparan Pestisida terhadap Gangguan Hati Pada Petani di Susun Paritan Desa Sudimoro Kecamatan Mengaluh Kabupaten Jombang. *Prosiding National Conference for Ummah 2020* 1(1): 9.
- Martins, R. X., Carvalho, M., Maia, M. E., Flor, B., Souza, T., Rocha, T. L., Félix, L. M., & Farias, D. 2024. 2,4-D Herbicide-Induced Hepatotoxicity: Unveiling Disrupted Liver Functions and Associated Biomarkers. *Toxics* 12(1): 1–10.
- Ningsih, R. E. 2016. *Analisis Kuantitatif Perilaku Pestisida Ditanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Omar, A. A., Gad, M. F., Refaie, A. A., Abdelhafez, H. M., & Mossa, A.-T. H. 2023. Benchmark Dose Approach to DNA and Liver Damage by Chlorpyrifos and Imidacloprid in Male Rats: The Protective Effect of a Clove-Oil-Based Nanoemulsion Loaded with Pomegranate Peel Extract. In *Toxics* 11(7): 1–10.
- Petroff, D., Bätz, O., Jedrysiak, K., Kramer, J., Berg, T., & Wiegand, J. 2022. Age Dependence of Liver Enzymes: An Analysis of Over 1,300,000 Consecutive Blood Samples. *Clinical Gastroenterology and Hepatology: The Official Clinical Practice Journal of the American Gastroenterological Association* 20(3): 641–650.

- Raposo-Garcia, S., Costas, C., Louzao, M. C., Vale, C., & Botana, L. M. 2023. Synergistic effect of environmental food pollutants: Pesticides and marine biotoxins. *Science of The Total Environment* 858(1): 160111.
- Satriani, R., Rosyad, A., & Widyarini, I. 2021. Marketable dan Merketed Surplus Beras di Kabupaten Banyumas. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis* 5(3): 618–631.
- Supriadi. 2013. Optimasi Pemanfaatan Beragam Jenis Pestisida Untuk Mengendalikan Hama Dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian* 32(1): 1–9.
- Susanti, & Firdayanti. 2016. Pengaruh Penggunaan Pestisida terhadap Kadar SGOT (Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase) dan Kadar SGPT (Serum Glutamic Pyruvic Transaminase) pada Petani di Desa Epeea Kecamatan Abuki Kabupaten Konawe. *Jurnal Politeknik Bina Husada Kendari* 1(1): 1–7.
- Tsani, R. A., Setiani, O., & Dewanti, N. A. Y. 2017. Hubungan Riwayat Paparan Pestisida dengan Gangguan Fungsi Hati pada Petani di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 5(3): 1–23.
- Tsani, R., Setiani, O., & Astorina, N. 2017. Hubungan Riwayat Paparan Pestisida dengan Gangguan Fungsi Hati pada Petani di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 5(3): 411–420.
- Wahlang, B., Appana, S., Falkner, K. C., McClain, C. J., Brock, G., & Cave, M. C. 2020. Insecticide and metal exposures are associated with a surrogate biomarker for non-alcoholic fatty liver disease in the National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. *Environmental Science and Pollution Research International* 27(6): 6476–6487.
- Wiranata, Y. 2020. Pengaruh Lama Paparan Pestisida Golongan Karbamat terhadap Kadar Aspartate Aminotransferase (AST) dan Alanine Transaminase (ALT) pada Petani di Kabupaten Lamongan. *Repository UNUSA* 1(1): 1–10.
- Wu, S., Ji, X., Wang, J., Wu, H., Han, J., Zhang, H., Xu, J., & Qian, M. 2021. Fungicide bromuconazole has the potential to induce hepatotoxicity at the physiological, metabolomic and transcriptomic levels in rats. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)* 280(1): 116940.
- Wulandari, D. D., Ragil Santoso, A. P., & Wulansari, D. D. 2020. Efek Paparan Kronis Pestisida terhadap Kadar Aspartat Aminotransferase (AST) dan Alanin Aminotransferase (ALT) pada Subyek Petani. *Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist* 3(2): 39.