

**HUBUNGAN FAKTOR INDIVIDU DAN FAKTOR PAPARAN
PESTISIDA TERHADAP KADAR ENZIM *CHOLINESTERASE*
PADA PETANI JAGUNG DESA BAUH GUNUNG SARI
KECAMATAN SEKAMPUNG UDIK KABUPATEN
LAMPUNG TIMUR- LAMPUNG**

(Skripsi)

**Oleh :
RIZKIA NADIA AL AFIFAH
2218011053**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**HUBUNGAN FAKTOR INDIVIDU DAN FAKTOR PAPARAN
PESTISIDA TERHADAP KADAR ENZIM *CHOLINESTERASE*
PADA PETANI JAGUNG DESA BAUH GUNUNG SARI
KECAMATAN SEKAMPUNG UDIK KABUPATEN
LAMPUNG TIMUR-LAMPUNG**

Oleh:

**RIZKIA NADIA AL AFIFAH
2218011053**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi

**: HUBUNGAN FAKTOR INDIVIDU DAN
FAKTOR PAPARAN PESTISIDA TERHADAP
KADAR ENZIM *CHOLINESTERASE* PADA
PETANI JAGUNG DESA BAUH GUNUNG
SARI KECAMATAN SEKAMPUNG UDIK
KABUPATEN LAMPUNG TIMUR -
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: Rizkia Nadia Al Afifah

No. Pokok Mahasiswa

: 2218011053

Program Studi

: Pendidikan Dokter

Fakultas

: Kedokteran



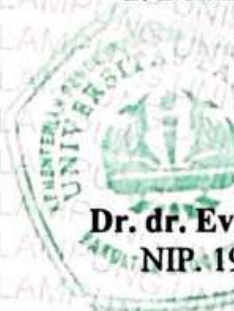
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

**Dr. dr. Fitria Saftarina, M.Sc., Sp.KKLP.,
FISPH., FISCN
NIP. 197809032006042001**

**dr. Muhammad Aditya Sp.JP., M.Epid
NIP. 198802272014041001**

2. Dekan Fakultas Kedokteran



**Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP. 197601202003122001**

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. dr. Fitria Saftarina, M.Sc.,
Sp.KKLP., FISP.H., FISC.M



Sekretaris

: dr. Muhammad Aditya Sp.JP.,
M.epid

Penguji

Bukan Pembimbing : dr. Imam Ghozali Sp.An-KMN.,
M.Kes.



2. Dekan Fakultas Kedokteran

Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.
NIP 19760120 200312 2 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Januari 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul **“HUBUNGAN FAKTOR INDIVIDU DAN FAKTOR PAPARAN PESTISIDA TERHADAP KADAR ENZIM CHOLINESTERASE PADA PETANI JAGUNG DESA BAUH GUNUNG SARI KECAMATAN SEKAMPUNG UDIK KABUPATEN LAMPUNG TIMUR - LAMPUNG”** adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam akademik atau yang dimaksud dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 12 Januari 2026
Mahasiswa,



Rizkia Nadia Al Afifah

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung Timur pada 1 Februari 2004 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Sarifudin dan Ibu Siti Samsiyah, S.Pd., serta memiliki saudara kandung yaitu Kurnia Putri.

Pendidikan penulis berawal dari Taman Kanak-Kanak ABA yang diselesaikan pada tahun 2010, Sekolah Dasar diselesaikan di Madrasah Ibtidaiyah (MI) Muhammadiyah Bauh Gunung Sari pada tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama diselesaikan di Madrasah Tsanawiyah 1 Sekampung Udik tahun 2019, dan Sekolah Menengah Atas diselesaikan di Madrasah Aliyah Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2022.

Pada tahun 2022 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam Lembaga Kemahasiswaan FSI IBNU SINA Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dan tergabung dalam Divisi Kaderisasi pada tahun 2023 serta bergabung dalam organisasi CIMSA Unila pada tahun 2023.

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّى يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sampai mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri” (Q.S. Ar-Ra’d ayat 11)

“Cita-cita besar memang tidak datang dengan jalan yang mudah.”

-

Skripsi ini dipersembahkan untuk Bapak Ibu tercinta dan keluarga yang menjadi penyemangat penulis untuk meraih cita-cita menjadi dokter

SANWACANA

Alhamdulillahirrabilalamin segala puji dan syukur senantiasa Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Hubungan Faktor Individu Dan Faktor Paparan Pestisida Terhadap Kadar Enzim *Cholinesterase* Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur-Lampung”** sebagai salah satu pemenuhan syarat untuk mencapai gelar sarjana di Fakultas Kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, masukan, bantuan, kritik, dan saran dari berbagai pihak. Dengan ini penulis ingin menyampaikan ucapan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa.
2. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
3. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. Dr. dr. Indri Windarti, S.Ked., Sp.PA., selaku Ketua Jurusan Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;

5. dr. Intanri Kurniati, S.Ked., Sp.PK., selaku Kepala Program Studi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
6. Dr. dr. Fitria Saftarina, S.Ked., M.Sc., Sp.KKLP., FISPH., FISC.M., selaku pembimbing pertama. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesabaran, kepengertian, kebaikan, kesempatan serta kesediaannya meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, memberikan kritik dan saran yang membangun selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala dukungan dan nasihat yang tidak pernah putus diberikan selama proses penyusunan skripsi, penulis sangat menghargai ilmu-ilmu yang telah pembimbing berikan.
7. dr.Muhammad Aditya Sp.JP selaku Pembimbing Kedua, yang bersedia meluangkan waktu dan tenaga, serta dengan sabar memberikan bimbingan, dukungan, kritik, saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini. Terima kasih atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;
8. dr. Imam Ghozali Sp.An-KMN.,M.Kes, selaku Pembahas, yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan masukan, kritik, saran, dan pembahasan yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak akan pernah saya lupakan. Terima kasih atas arahan dan nasihat yang tidak pernah putus diberikan selama proses penyusunan skripsi ini;
9. Bayu Anggileo Pramesona, S.Kep., Ns., MMR., Ph.D. selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan, motivasi, dan dukungan selama masa studi.

10. Bapak Sarifudin dan Ibu Siti Samsiyah tercinta, merupakan sosok orang tua yang luar biasa selalu memberikan cinta, support, doa, dan restu dalam setiap langkah hidup penulis. Terima kasih atas kasih sayang yang tulus, kesabaran tanpa batas, serta keyakinan yang selalu menguatkan penulis bahwa penulis bisa menjadi seorang dokter di masa depan yang berguna bagi masyarakat dan keluarga. Semoga Allah Swt. senantiasa melimpahkan rezeki, keberkahan, kesehatan, dan keselamatan di dunia dan akhirat kelak.
11. Saudara kandungku Kurnia Putri. Terima kasih banyak telah menjadi tempat berbagi cerita suka maupun duka, memberikan support, saran, semangat dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis.
12. Keluarga besarku : terima kasih banyak sudah banyak mendoakan dan mensupport penulis untuk mengejar impian penulis menjadi dokter.
13. Sobat Delapans : Amti, Asa, Mala, Khaf, Fadh, Ilma dan Usnida. Terima kasih telah menjadi keluarga dan sahabat yang selalu menghadirkan semangat, tawa, dan kebersamaan selama perjalanan preklinik di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
14. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, terimakasih banyak atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
15. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, terimakasih banyak atas bantuan dan dukungan administratif yang sangat membantu selama masa pendidikan.
16. Teman-teman sejawat angkatan 2022 (*Troponin-Tropomiosin*), terima kasih untuk segala memori indahanya selama 7 semester ini. Semoga perjuangan yang sudah kita lalui dapat membantu kita menjadi dokter yang profesional;

17. Seluruh responden penelitian : petani jagung Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur.
18. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga kepada diri saya sendiri yang selalu memilih berusaha dengan jujur dan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini.
19. Terakhir, untuk diri penulis sendiri. Terima kasih telah bertahan sejauh ini, buktikan bahwa kamu bisa menjadi orang sukses dan bermanfaat bagi orang lain. Selesainya skripsi bukanlah akhir, melainkan awal dari langkah baru yang lebih menantang kedepannya, tetap semangat jangan menyerah dan ingat usaha doa tidak akan mengkhianati hasil.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi kebermanfaatan bagi para pembacanya. Semoga kita semua senantiasa dalam lindungan dan rahmat Allah Swt. Aamiin.

Bandar Lampung, Januari 2026

Penulis

Rizkia Nadia Al Afifah

ABSTRAC

THE RELATIONSHIP BETWEEN INDIVIDUAL FACTORS AND PESTICIDE EXPOSURE FACTORS ON CHOLINESTERASE ENZYME LEVELS AMONG CORN FARMERS IN BAUH GUNUNG SARI VILLAGE SUBDISTRICT SEKAMPUNG UDIK DISTRICT REGENCY LAMPUNG TIMUR LAMPUNG

By

RIZKIA NADIA AL AFIFAH

Background: Indonesia is one of the largest corn-producing countries in the world, and the majority of its population works in the agricultural sector, which carries a high risk of continuous pesticide exposure that may inhibit cholinesterase enzyme activity. This study aimed to determine the association between individual factors and pesticide exposure factors with cholinesterase enzyme levels among corn farmers in Bauh Gunung Sari Village.

Methods: This study employed an observational analytic design with a cross-sectional approach and consecutive sampling technique. The research was conducted in Bauh Gunung Sari Village, Sekampung Udik Subdistrict, East Lampung Regency, Lampung Province. The variables studied included age, education level, personal hygiene, use of personal protective equipment (PPE), length of employment, duration of spraying, spraying method, and spraying frequency. Data were obtained from 56 corn farmers through questionnaires and cholinesterase enzyme examinations. Data analysis was performed using the Chi-square test.

Results: A total of 44.6% of corn farmers experienced decreased cholinesterase enzyme levels. Significant associations were found between personal hygiene ($p = 0.028$), age ($p = 0.020$), use of PPE ($p = 0.015$), spraying frequency ($p = 0.008$), and length of employment ($p = 0.010$) with cholinesterase enzyme levels. Education level ($p = 0.160$), spraying method ($p = 0.571$), and duration of spraying ($p = 0.984$) were not significantly associated with cholinesterase enzyme levels.

Conclusion: Personal hygiene behavior, age, use of personal protective equipment, spraying frequency, and length of employment were significantly associated with cholinesterase enzyme levels. Education level, spraying method, and duration of spraying were not associated with cholinesterase enzyme levels.

Keywords: Cholinesterase levels, Corn farmers, Individual factors, Pesticide exposure factors

ABSTRAK

HUBUNGAN FAKTOR INDIVIDU DAN FAKTOR PAPARAN PESTISIDA TERHADAP KADAR ENZIM *CHOLINESTERASE* PADA PETANI JAGUNG DESA BAUH GUNUNG SARI KECAMATAN SEKAMPUNG UDIK KABUPATEN LAMPUNG TIMUR LAMPUNG

Oleh

RIZKIA NADIA AL AFIFAH

Latar Belakang: Indonesia sebagai salah satu negara produsen jagung terbesar di dunia dan mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian dengan risiko tinggi terpapar pestisida terus menerus yang dapat menghambat aktivitas enzim *cholinesterase*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara faktor individu dan faktor paparan pestisida terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain analitik observasional dan memakai pendekatan *cross sectional* dengan teknik *consecutive sampling*, dilakukan di Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur - Lampung. Variabel yang diteliti meliputi umur, tingkat pendidikan, *personal hygiene*, penggunaan alat pelindung diri (APD), masa kerja, lama penyemprotan, cara penyemprotan dan frekuensi penyemprotan. Data diambil dari 56 sampel petani dikumpulkan melalui kuesioner dan pemeriksaan enzim *cholinesterase* dan dianalisis menggunakan uji *chi-square*.

Hasil: Sebanyak 44,6% petani jagung mengalami penurunan kadar *cholinesterase*. Terdapat hubungan bermakna antara *personal hygiene* ($p=0,028$); umur ($p=0,020$); penggunaan Alat pelindung diri ($p=0,015$); frekuensi penyemprotan ($p=0,008$); masa kerja ($p=0,010$) dengan enzim *cholinesterase*. Tingkat pendidikan ($p=0,160$); cara penyemprotan ($p=0,571$); dan lama penyemprotan ($p=0,984$) tidak berhubungan dengan enzim *cholinesterase*.

Simpulan: Perilaku *personal hygiene*, umur, penggunaan alat pelindung diri, frekuensi penyemprotan, dan masa kerja menunjukkan hubungan yang signifikan. Tingkat Pendidikan, cara penyemprotan, dan lama penyemprotan, tidak berhubungan dengan enzim *cholinesterase*.

Kata Kunci: faktor individu, faktor paparan pestisida, kadar *cholinesterase*, petani jagung

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Bagi Peneliti.....	6
1.4.2 Bagi Petani Jagung.....	6
1.4.3 Bagi Pemerintah	6
1.4.4 Bagi Peneliti Selanjutnya	7
1.4.5 Bagi Akademisi dan Institusi	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Pestisida	8
2.1.1 Definisi Pestisida.....	8
2.1.2 Klasifikasi Pestisida	9
2.1.3 Cara Pestisida Masuk Ke Tubuh Manusia	11
2.1.4 Teknik Aplikasi Pestisida.....	12
2.1.5 Dampak Pemakaian Pestisida	14
2.2 <i>Cholinesterase</i> (CHE)	19
2.2.1 Definisi <i>Cholinesterase</i>	19
2.2.2 Hubungan Paparan Pestisida dengan Kadar <i>Cholinesterase</i>	20
2.2.3 Faktor yang Memengaruhi Kadar <i>Cholinesterase</i>	21
2.2.4 <i>Spektrofotometer</i>	23
2.3 Tanaman Jagung.....	25

2.4 Kerangka Penelitian	28
2.4.1 Kerangka Teori.....	28
2.4.2 Kerangka Konsep	29
2.5 Hipotesis Penelitian.....	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Desain Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3 Populasi dan Sampel	31
3.3.1 Populasi	31
3.3.2 Sampel.....	32
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	32
3.4 Kriteria Sampel	33
3.4.1 Kriteria Inklusi	33
3.4.2 Kriteria Eksklusi.....	33
3.5 Variabel Penelitian	33
3.5.1 Variabel Independen	33
3.5.2 Variabel Dependen.....	34
3.6 Definisi Operasional.....	35
3.7 Instrumen Penelitian.....	38
3.7.1 Lembar Kuesioner	38
3.7.2 Uji Laboratorium.....	38
3.8 Uji Validitas dan Reliabilitas	38
3.8.1 Uji Validitas	38
3.8.2 Uji Reliabilitas	39
3.9 Pengumpulan Data	39
3.9.1 Data primer.....	39
3.9.2 Data Sekunder	42
3.10 Pengolahan Data.....	42
3.11 Alur Penelitian	43
3.12 Analisis Data	44
3.12.1 Analisis Univariat.....	44
3.12.2 Analisis Bivariat.....	44
3.13 Etika Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Gambaran Umum Penelitian	45
4.2 Hasil Penelitian	46

4.2.2 Analisis Bivariat.....	51
4.4 Pembahasan Penelitian.....	60
4.4.1 Analisis Univariat.....	60
4.4.2 Analisis Bivariat.....	71
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	92
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	102

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Efek dan Gejala Keracunan Pestisida	10
2. Definisi Operasional.....	35
3. Distribusi Frekuensi Kadar <i>Cholinesterase</i> Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	46
4. Distribusi Frekuensi Tingkat Pendidikan Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur.....	47
5. Distribusi Frekuensi Perilaku <i>Personal Hygiene</i> Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	47
6. Distribusi Frekuensi Umur Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	48
7. Distribusi Frekuensi Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	48
8. Distribusi Frekuensi Cara Penyemprotan Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur.....	49
9. Distribusi Frekuensi Lama Penyemprotan Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	49
10. Distribusi Frekuensi Penyemprotan Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur.....	50

11. Distribusi Frekuensi Masa Kerja Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur.....	50
12. Hubungan antara Tingkat Pendidikan dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	51
13. Hubungan antara Perilaku <i>Personal Hygiene</i> dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	52
14. Hubungan antara Umur dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	53
15. Hubungan antara Penggunaan Alat Pelindung Diri dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	54
16. Hubungan antara Cara Penyemprotan dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	56
17. Hubungan antara Lama Penyemprotan dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	57
18. Hubungan antara Frekuensi Penyemprotan dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	58
19. Hubungan antara Masa Kerja dengan Kadar <i>Cholinesterase</i> Pada Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prinsip Pengukuran <i>Spektrofotometer</i>	24
2. Kerangka Teori.....	28
3. Kerangka Konsep	29
4. Peta Desa Bauh Gunung Sari	45
5. Kegiatan petani meracik pestisida.....	115
6. Kegiatan petani menyemprot jagung	115
7. Kegiatan pengambilan sampel darah petani.....	115
8. Kegiatan wawancara dengan petani jagung	115
9. Proses pencampuran reagen dengan serum darah.....	116
10. Serum darah dimasukkan ke dalam PCR tube	116
11. Sampel darah di <i>sentrifuge</i>	116
12. Pengumpulan sampel darah menggunakan tabung <i>vacutainer</i> dan dimasukkan ke dalam <i>cooler box</i>	116
14. Salah satu hasil pemeriksaan enzim <i>cholinesterase</i>	117
13. Proses pemeriksaan enzim <i>cholinesterase</i> menggunakan spektrofotometer..	117

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lembar Persetujuan Etik	103
Lampiran 2. Surat Izin Melakukan Penelitian.....	104
Lampiran 3. Lembar Formulir <i>Informed Consent</i>	105
Lampiran 4. Lembar Persetujuan Keikutsertaan Penelitian	106
Lampiran 5. Lembar Karakteristik Responden	107
Lampiran 6. Lembar Kuesioner Penelitian	108
Lampiran 7. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Kuesioner	111
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	115
Lampiran 9. Master Tabel Penelitian	118
Lampiran 10. Hasil Kadar <i>Cholinesterase</i> Petani Jagung Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur	122
Lampiran 11. Hasil Analisis SPSS.....	124

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian, terlihat dari jumlah tenaga kerja di bidang pertanian yang mencapai 38,14 juta orang (Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian, 2023). Sektor pertanian sampai saat ini tetap penting dalam pembangunan ekonomi nasional dan berkontribusi dalam penyedia bahan pangan. Jagung merupakan palawija utama yang menjadi komoditas pokok dalam upaya menjaga ketahanan pangan di Indonesia (Analisis Kinerja Perdagangan Jagung, 2024). Negara Indonesia merupakan produsen jagung nomor 12 terbesar di dunia dengan hasil produksi jagung 13,2 juta MT (*World Agricultural Production*, 2025). Selain itu, Indonesia merupakan negara dengan luas area panen jagung sebesar 2.548.654,00 hektar. Persebaran area jagung secara nasional menunjukkan bahwa Provinsi Lampung menempati urutan nomor 6 dengan luas area 170.016,60 hektar (Badan Pusat Statistik, 2024). Kabupaten Lampung Timur merupakan kabupaten yang memiliki area jagung terluas di provinsi Lampung yaitu 130.458 hektar (Data Produksi dan Luas Area Jagung Provinsi Lampung, 2024). Selain itu, tercatat bahwa Kecamatan Sekampung Udik memiliki luas area panen terluas nomor 3 di daerah Kabupaten Lampung Timur, dengan luas lahan sebesar 14.734 hektar (BPS Lampung Timur, 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Lismawati *et al.*, (2020) di Kabupaten Ciamis Jawa Barat menyatakan bahwa luas lahan memiliki kontribusi yang berpengaruh signifikan dalam meningkatkan hasil panen tanaman. Rata-rata hasil dari produktivitas jagung di daerah tersebut mencapai 1.426 kg per hektar per musim tanam. Penggunaan pestisida terbukti memiliki kontribusi dalam

meningkatkan nilai produktivitas tanaman jagung yang cukup tinggi dibandingkan dengan kondisi sebelumnya yang lebih rendah akibat serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Indonesia memiliki target produksi komoditas jagung yang cukup tinggi, yaitu sekitar 30,35 juta ton tiap tahunnya. Namun, pencapaian target tersebut sering terkendala oleh serangan organisme pengganggu tumbuhan. Serangan OPT yang meluas sering kali memaksa petani untuk melakukan upaya pengendalian, dan penggunaan pestisida kimia menjadi pilihan utama dalam menanggulangi permasalahan tersebut (Kementerian Pertanian RI, 2022). Pestisida memainkan peran penting dalam mendukung hasil pertanian dengan cara menjaga tanaman dari serangan organisme pengganggu, sehingga berdampak pada peningkatan produktivitas dan mutu hasil panen (*Food And Agriculture Organization of the United Nations*, 2024).

Selain itu, penggunaan pestisida juga menimbulkan berbagai efek merugikan. Salah satunya seperti petani penyemprot pestisida yang menggunakan dosis melebihi takaran, tidak sesuai prosedur dan mencampur beberapa jenis pestisida memiliki potensi tinggi untuk terpapar langsung zat kimia berbahaya yang terkandung dalam pestisida tersebut. Paparan pestisida yang terjadi saat penyemprotan dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berujung pada munculnya penyakit (Sofiana *et al.*, 2022). Petani umumnya menggunakan berbagai jenis pestisida, di antaranya yang paling sering dipakai adalah golongan organofosfat dan karbamat. Kedua golongan pestisida tersebut memiliki kemampuan untuk menghambat kerja enzim *cholinesterase* dalam darah. Departemen Kementerian Kesehatan menetapkan prosedur pemeriksaan kadar *cholinesterase* sebagai metode pemantauan tingkat keracunan pestisida terhadap petani (Menteri Kesehatan Indonesia, 2021).

Enzim *cholinesterase* berperan sebagai katalisator yang sangat penting dalam mendukung fungsi tubuh, terutama dalam menjaga kinerja sistem saraf, otot, dan kelenjar agar tetap optimal. Penurunan kadar enzim *cholinesterase* dalam darah dapat terjadi akibat penumpukan residu pestisida yang dapat masuk ke

dalam tubuh melalui beberapa jalur, seperti kontak langsung dengan kulit, pernapasan, maupun saluran pencernaan. Selain itu, umur pekerja, durasi paparan pestisida, metode penyemprotan, serta kepatuhan terhadap penggunaan alat pelindung diri dapat memengaruhi tingkat enzim *cholinesterase* dalam tubuh. Ketika aktivitas enzim *cholinesterase* dalam jaringan menurun, tubuh mulai menunjukkan gejala keracunan. Gejala dan tanda keracunan pestisida bermacam-macam meliputi rasa lelah berlebihan, sakit kepala, mual hingga muntah, keringat berlebih, gangguan penglihatan, kejang, mata berair, melemahnya fungsi otot, dan bahkan dapat berujung pada kematian (Djojsumarto, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Siahaan (2020) menunjukkan bahwa pemeriksaan kadar enzim *cholinesterase* darah yang dilakukan terhadap 30 petani palawija di Desa Selat, Kecamatan Pelayung, Kabupaten Batang Hari, menunjukkan hasil bahwa 80,0% petani yang mengalami keracunan pestisida, ditandai dengan penurunan kadar enzim *cholinesterase*.

Berdasarkan laporan dari Sentra Informasi Keracunan Nasional (2017), sekitar 2,5% kasus keracunan di Indonesia disebabkan oleh paparan pestisida (Hasanah, Entianopa and Listiawaty, 2022). Masyarakat cenderung mengabaikan gejala-gejala yang muncul setelah penyemprotan pestisida. Mereka memilih tidak periksa ke fasilitas kesehatan atau berkonsultasi dengan tenaga medis. Kondisi tersebut menyebabkan banyak kasus keracunan yang tidak tercatat dan tidak tertangani dengan baik, sehingga dampak jangka panjang dari paparan pestisida tidak dapat dicegah (Nasution, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Astrina Aulia *et al.*, (2025), menemukan bahwa sebanyak 16,7% petani yang tidak memakai alat pelindung diri (APD) secara lengkap mengalami penurunan kadar enzim *cholinesterase*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan terdapat hubungan signifikan antara pemakaian APD dengan penurunan kadar *cholinesterase*, yang berarti penggunaan APD berperan penting dalam mencegah risiko keracunan pestisida. Selain itu, dalam penelitian tersebut ditemukan beberapa faktor lain yang juga memengaruhi kadar enzim tersebut, seperti tingkat pengetahuan dan *personal hygiene*.

Penelitian yang dilakukan oleh Aulia *et al.*, (2025) terhadap petani penyemprot pestisida menunjukkan bahwa adanya hubungan antara tingkat pengetahuan petani, lama kerja dan masa kerja petani terhadap penurunan kadar enzim *cholinesterase* dalam darah. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara lama penyemprotan >3-4 jam/hari dengan penurunan kadar enzim *cholinesterase* dalam darah. Penelitian yang dilakukan oleh Darmiati, (2021) menyatakan bahwa faktor pengetahuan memiliki pengaruh terhadap kejadian keracunan pestisida, di mana sebanyak 27,3% petani dengan pengetahuan kurang mengalami penurunan kadar *cholinesterase* dalam darah. Pandangan tersebut sejalan dengan pendapat (Farid *et al.*, 2019) yang menyatakan bahwa rendahnya pengetahuan petani menjadi penyebab utama meningkatnya risiko kecelakaan kerja dan timbulnya penyakit akibat kerja, sehingga berdampak pada menurunnya produktivitas kerja. Bahaya yang berhubungan dengan kesehatan harus diidentifikasi, dievaluasi, dan dikendalikan untuk mencegah terjadinya penyakit akibat kerja (Reese, 2017).

Berdasarkan pernyataan tersebut, para petani di hadapkan pada banyak faktor yang memicu terjadinya penurunan enzim *cholinesterase*. Oleh karena itu, penelitian mengenai hubungan faktor yang berisiko terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung menjadi penting untuk dilakukan. Mengingat penelitian tentang topik ini masih jarang dilakukan khususnya di kabupaten Lampung Timur, peneliti tertarik untuk mengkaji hubungan antara faktor individu dan faktor paparan pestisida dengan kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung di Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur, Lampung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Apakah terdapat hubungan antara faktor individu dan faktor paparan pestisida terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur-Lampung ?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara faktor individu dan faktor paparan pestisida terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur- Lampung.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengidentifikasi karakteristik faktor individu terdiri dari umur, *personal hygiene* dan tingkat pendidikan terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur-Lampung.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik faktor paparan pestisida terdiri dari cara penyemprotan, pemakaian alat pelindung diri, lama penyemprotan, frekuensi penyemprotan dan masa kerja terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur-Lampung.
3. Untuk mengidentifikasi tingkat kadar *cholinesterase* yang dialami oleh petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur-Lampung.

4. Untuk menjelaskan hubungan antara faktor individu terdiri dari umur, *personal hygiene* dan tingkat pendidikan terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur-Lampung.
5. Untuk menjelaskan hubungan antara faktor paparan pestisida terdiri dari cara penyemprotan, pemakaian alat pelindung diri, lama penyemprotan, frekuensi penyemprotan dan masa kerja terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur-Lampung.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Meningkatkan ilmu dalam melakukan penelitian yang baik dan menambah wawasan peneliti mengenai kesehatan dan keselamatan kerja pada petani khususnya dalam aspek kimia.

1.4.2 Bagi Petani Jagung

Meningkatkan kesadaran para petani untuk lebih memperhatikan keamanan saat menggunakan pestisida dan memahami bahayanya faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar enzim *cholinesterase* dalam darah.

1.4.3 Bagi Pemerintah

Penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam penyusunan kebijakan serta program promotif dan preventif terkait kesehatan dan keselamatan kerja petani, khususnya dalam pengendalian penggunaan pestisida dan pencegahan dampak paparan bahan kimia.

1.4.4 Bagi Peneliti Selanjutnya

Menambah referensi bagi peneliti lainnya yang berkaitan dengan topik kesehatan dan keselamatan kerja. Temuan dan kesimpulan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap literatur yang ada dengan memperkaya data dan informasi yang relevan mengenai topik yang diteliti.

1.4.5 Bagi Akademisi dan Institusi

Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi dan bahan pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang kesehatan dan keselamatan kerja, khususnya terkait paparan pestisida pada petani, serta mendukung kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pestisida

2.1.1 Definisi Pestisida

Pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *cida* yang berarti membunuh, sehingga secara umum dapat dimaknai sebagai zat pembunuh hama. Pestisida merupakan semua zat kimia, virus, bahan lain dan jasad renik yang dipergunakan untuk memberantas atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman (Menteri Pertanian RI, 2019). Pestisida pertanian, sebagai salah satu sarana perlindungan tanaman, mencakup beragam zat kimia, kombinasi bahan kimia, maupun bahan lain yang berasal dari ekstrak tumbuhan, mikroorganisme, atau hasil proses fermentasi. Seluruh bahan tersebut dimanfaatkan dalam berbagai tujuan yang berkaitan dengan pengelolaan tanaman dan lingkungannya.

1. Pestisida digunakan untuk mengatasi atau memusnahkan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang dapat menurunkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian.
2. Pestisida berfungsi sebagai pengatur tumbuhnya tanaman, baik untuk merangsang maupun menghambat proses pertumbuhan tertentu, termasuk mengeringkan tanaman bila diperlukan. Contoh penggunaannya adalah zat pengatur tumbuh yang mengoptimalkan perkembangan tanaman, *defoliant* yang berperan merontokkan daun, serta *dessicant* yang digunakan untuk mempercepat pengeringan daun (Djojsumarto, 2020).

2.1.2 Klasifikasi Pestisida

Insektisida organik sintetik dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian berdasarkan bahan kimia yang terkandung di dalamnya, yaitu (Hasibuan, 2015):

1) Organofosfat

Insektisida organofosfat merupakan kelompok senyawa *ester* dari asam fosfat. Insektisida jenis ini dihasilkan dari asam fosforik dan dikenal sebagai insektisida yang memiliki tingkat toksisitas paling tinggi dibandingkan jenis insektisida lainnya dan bersifat *irreversible*. Organofosfat sering menyebabkan keracunan pada manusia, karena mekanisme kerjanya adalah dengan menghambat *pseudocholinesterase* di plasma, *cholinesterase* pada sel darah merah, dan menghambat aktivitas enzim *asetilcholinesterase* (AChE) pada sel saraf, sehingga terjadi penumpukan *asetilkolin* (Ach) di dalam tubuh. Sedangkan normalnya enzim tersebut berfungsi menghidrolisis *asetilkolin* menjadi asetat dan kolin (Hasibuan, 2015).

Insektisida golongan organofosfat dalam proses keracunan pestisida memicu fosforilasi pada enzim cholinesterase hingga membentuk ikatan stabil yang menghambat pemecahan asetilkolin di area postsinaptik. Penumpukan asetilkolin yang terjadi kemudian menstimulasi reseptor nikotinik dan muskarinik di sistem saraf manusia secara terus-menerus. Kondisi tersebut menimbulkan gejala keracunan yang memengaruhi berbagai organ tubuh, khususnya pada pertemuan saraf pengendali kelenjar dan otot, sehingga mengganggu penghantaran impuls saraf. Manifestasi klinis akibat paparan organofosfat dapat muncul dalam berbagai bentuk sesuai dengan tingkat stimulasi asetilkolin pada saraf pusat dan perifer. (Hasibuan, 2015).

Tabel 2. 1 Efek dan Gejala Keracunan Pestisida

No	Efek	Gejala
1.	Nikotidik	Takikardi, tremor, <i>paralysis</i> , <i>dyspnea</i> , pegal-pegal, lemah.
2.	Sistem saraf pusat	Sakit kepala, gelisah, kelemahan umum, depresi respirasi, emosi tidak stabil.
3.	Muskarinik	Vomit, muntah, berkeringat, kejang perut, salivasi, lakrimasi, urinasi dan diare.

Sumber : (Zoofaghari, Maghami-Mehr and Abdolrazaghnejad, 2024)

2) Karbamat

Insektisida karbamat merupakan insektisida yang termasuk dalam golongan ester asam *N-metilkarbamat*. Insektisida karbamat berkembang setelah organofosfat. Mekanisme kerja karbamat sama dengan organofosfat, yaitu menghambat enzim *asetilcholinesterase* (AChE). Ketika enzim *asetilcholinesterase* terhambat, akan terjadi akumulasi *asetilkolin* dalam sistem saraf. Kondisi ini menyebabkan rangsangan saraf berlangsung terus-menerus tanpa henti, yang pada akhirnya menimbulkan gejala seperti tremor dan sakit kepala (Hasibuan, 2015). Gejala keracunan akibat karbamat biasanya muncul lebih cepat, dan berdasarkan tingkat toksisitas akutnya, senyawa ini dinilai lebih aman dibandingkan insektisida organofosfat karena penghambatan ini bersifat *reversibel* atau dapat dipulihkan (Djojsumarto, 2020).

3) Organoklorin

Insektisida organoklorin merupakan generasi awal dari insektisida organik sintesis, disebut juga *Chlorinated Hydrocarbon*. Organoklorin diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama, yaitu *dikloro difenil trikloroetan* (DDT) beserta analognya, *benzen heksaklorida* (BHC), dan senyawa *siklodien*. DDT banyak dipilih karena tingkat toksisitas akutnya relatif rendah. Senyawa organoklorin tergolong stabil karena laju degradasinya lebih lambat dibandingkan jenis pestisida lainnya,

sehingga cenderung bertahan lama di lingkungan. Mekanisme kerja organoklorin adalah dengan mengganggu aliran ion natrium dan kalium pada serat saraf, sehingga sel saraf terus-menerus menghantarkan impuls (Hasibuan, 2015). Pestisida organoklorin menimbulkan inaktivasi kanal Na^+ pada membran saraf, yang memicu terjadinya potensial aksi tidak terkendali di sebagian besar neuron, sekaligus mengganggu transport ion Ca^{2+} . Hambatan pada transportasi Ca^{2+} ini mengakibatkan gangguan proses repolarisasi dan meningkatkan eksitabilitas neuron, yang pada akhirnya dapat memicu tremor dan kejang (Hasibuan, 2015).

2.1.3 Cara Pestisida Masuk Ke Tubuh Manusia

Terdapat tiga jalur utama yang memungkinkan pestisida masuk ke dalam tubuh manusia, yaitu (Djojsumarto, 2020) :

a) Kulit

Kulit yang terpapar pestisida, maka zat kimia pestisida tersebut dapat diserap dan masuk ke dalam sistem tubuh, sehingga berisiko menyebabkan keracunan. Meskipun tidak semua paparan menyebabkan keracunan akut, jalur ini merupakan rute masuk pestisida yang paling sering terjadi. Secara internasional, lebih dari 90% insiden keracunan pestisida dilaporkan terjadi melalui kontak dengan kulit. Aktivitas dengan risiko tinggi seperti penyemprotan, pengaplikasian, pencampuran pestisida, serta pencucian peralatan aplikasi termasuk dalam kategori pekerjaan yang rentan terhadap jenis paparan ini (Djojsumarto, 2020).

b) Mulut

Terdapat beberapa penyebab masuknya pestisida ke dalam tubuh melalui mulut, antara lain:

- 1) Konsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi pestisida.
- 2) Kebiasaan makan, minum, atau merokok saat bekerja.

- 3) Paparan pestisida yang terbawa angin masuk ke mulut.
- 4) Kontak langsung melalui tangan, pakaian, atau sarung tangan yang tercemar saat mengusap keringat di wajah.
- 5) Kebiasaan meniup *nozzle* yang tersumbat dengan mulut.
- 6) Penyimpanan pestisida tanpa label yang berpotensi menyebabkan kecelakaan.
- 7) Upaya bunuh diri dengan menggunakan pestisida.
(Djojsumarto, 2020).

c) Hidung

Partikel pestisida yang sangat halus dapat masuk ke saluran pernapasan melalui inhalasi saat petani kontak dengan pestisida. Partikel pestisida yang terhirup hingga mencapai paru-paru mampu menimbulkan gangguan pada fungsi organ tersebut. Ukuran partikel pestisida < 10 mikron dapat menembus ke dalam paru-paru, sedangkan partikel berukuran > 50 mikron biasanya tidak mencapai paru-paru namun dapat mengiritasi selaput lendir di hidung dan tenggorokan. Pekerjaan yang memiliki risiko besar terhadap paparan melalui hidung meliputi pencampuran pestisida berbentuk partikel seperti bubuk atau tepung, penggunaan pestisida berbentuk gas atau yang dapat menghasilkan gas, serta penimbangan pestisida (Djojsumarto, 2020).

2.1.4 Teknik Aplikasi Pestisida

Menurut Djojsumarto, (2020), terdapat beberapa teknik mengaplikasikan pestisida pada bidang pertanian yaitu sebagai berikut:

a. Penyemprotan

Metode penyemprotan merupakan teknik aplikasi pestisida yang paling banyak digunakan baik di Indonesia maupun secara global. Diperkirakan sekitar 75% penggunaan pestisida di sektor

pertanian seluruh dunia dilakukan melalui penyemprotan. Meskipun populer, teknik ini sering memunculkan berbagai permasalahan bagi pengguna, konsumen, dan lingkungan. Menurut Dr. D. Omar, penyemprotan dinilai tidak efisien karena dari total bahan aktif yang disemprotkan ke area target, kurang dari 1% benar-benar efektif membunuh hama, sedangkan sekitar 99% lainnya hanya menempel di permukaan tanaman atau terbang ke lingkungan. Residu pestisida pada tanaman berpotensi mengganggu kesehatan, sementara sisa pestisida yang terbang akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Proses penyemprotan dilakukan dengan alat semprot (*sprayer*), diawali dengan mencampur pestisida dan bahan pembawa (umumnya air) untuk menghasilkan larutan semprot. Larutan ini dimasukkan ke dalam tangki alat semprot, lalu melalui *nozzle* (cerat, *spuyer*) diubah menjadi butiran halus yang disebut butiran semprot, yang kemudian diarahkan ke area sasaran (Djojsumarto, 2020).

b. Penaburan

Penaburan pestisida butiran dilakukan dengan cara menaburkan pestisida dalam bentuk butiran langsung ke area yang dituju, biasanya pada permukaan tanah, untuk mengendalikan hama pada area tersebut (Djojsumarto, 2020).

c. *Fogging*

Fogging adalah metode aplikasi pestisida bertekanan rendah yang menghasilkan butiran sangat halus hingga membentuk kabut asap. Proses ini dilakukan dengan memanaskan campuran pestisida dan pelarut hingga berubah menjadi kabut. Teknik *fogging* umum digunakan untuk mengatasi hama pada gudang dan perkebunan, serta sebagai upaya pengendalian *vector* penyakit (Djojsumarto, 2020).

d. Penghembusan

Metode penghembusan dilakukan dengan mengaplikasikan pestisida berbentuk tepung hembus menggunakan alat khusus

yang berfungsi meniupkan bahan tersebut ke area sasaran (Djojsumarto, 2020).

e. *Aerosol*

Aerosol memiliki prinsip yang hampir sama dengan fogging, namun tanpa melalui proses pemanasan. Metode ini kerap diaplikasikan di lingkungan rumah tangga maupun dalam pengendalian *vector* penyakit (Djojsumarto, 2020).

2.1.5 Dampak Pemakaian Pestisida

Pemakaian pestisida yang tidak tepat atau tidak bijaksana dapat mengakibatkan keracunan pestisida (Djojsumarto, 2020).

2.1.5.1 Definisi Keracunan Pestisida

Keracunan pestisida merupakan suatu kondisi yang terjadi ketika bahan-bahan kimia masuk ke dalam tubuh manusia melalui berbagai cara, termasuk kontak langsung, inhalasi, ingesti, dan absorpsi, yang berakibat pada dampak negatif terhadap kesehatan. Pekerja yang memakai pestisida misalnya petani, pekerja gudang pestisida memiliki risiko untuk mengalami keracunan pestisida (Djojsumarto, 2020).

2.1.5.2 Penggolongan Keracunan Pestisida

Paparan pestisida secara langsung kepada pengguna dapat menyebabkan keracunan, yang diklasifikasikan menjadi tiga jenis: keracunan akut ringan, keracunan akut berat, dan keracunan kronis :

1. Keracunan akut ringan, umumnya akan memunculkan gejala seperti iritasi ringan pada kulit, pusing, mual, sakit kepala, diare dan nyeri tubuhnya.
2. Keracunan akut berat, umumnya memperlihatkan gejala yang jelas seperti mual, nyeri perut, menggigil, kesulitan

bernapas, produksi air liur berlebihan, penyempitan pupil, serta peningkatan detak jantung dan denyut nadin. Pada kondisi yang lebih parah, penderita dapat mengalami kehilangan kesadaran, kejang, hingga berujung pada kematian.

3. Keracunan pestisida dalam jangka panjang atau kronis, biasanya berkembang secara perlahan dan sering kali sulit dikenali karena gejalanya tidak langsung muncul dan cenderung tidak spesifik. Dampak yang dapat ditimbulkan meliputi iritasi pada mata dan kulit, gangguan sistem pernapasan, kerusakan pada organ vital seperti hati, ginjal, dan sistem saraf, serta risiko kesehatan serius lainnya seperti keguguran, kelainan bawaan pada janin, hingga kanker (Djojsumarto, 2020).

2.1.5.3 Gejala-Gejala Keracunan Pestisida

Seseorang yang mengalami paparan pestisida dapat menunjukkan berbagai macam gejala. Terdapat beberapa gejala yang muncul langsung setelah terpapar pestisida, sementara sebagian lainnya baru tampak setelah beberapa jam, hari, atau bertahun-tahun kemudian. Penelitian yang dilakukan Hasibuan (2015), menjelaskan bahwa dampak keracunan pestisida dapat terjadi di berbagai area tubuh, seperti pada kulit dapat menunjukkan reaksi berupa gatal, ruam, bengkak, kemerahan, melepuh, sensasi terbakar, hingga produksi keringat yang berlebihan. Pada kepala dan mata, gejala yang mungkin muncul mencakup sakit kepala, mata merah, gatal, nyeri, berair, penglihatan kabur, serta pengecilan ukuran pupil. Di bagian perut, penderita bisa mengalami nyeri perut, diare, mual, dan muntah.

Gejala lain yang berhubungan dengan sistem pernapasan berupa nyeri dada, batuk, dan sesak napas. Kaki dan tangan juga dapat mengalami kejang otot, nyeri, dan kedutan. Pada tangan secara khusus, bisa terjadi kerusakan kuku, mati rasa, dan sensasi seperti geli. Sementara itu, di bagian hidung dan mulut, gejala yang timbul meliputi keluarnya ingus (ingusan) dan produksi air liur yang berlebihan. Apabila muncul satu atau lebih dari gejala tersebut, disarankan untuk segera menghentikan aktivitas, memberikan pertolongan pertama, dan mencari bantuan medis sesegera mungkin ke dokter atau fasilitas kesehatan seperti Puskesmas terdekat (Djojoseumarto, 2020).

2.1.5.4 Pencegahan Keracunan Pestisida

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengaplikasikan pestisida yaitu:

1. Sebelum melakukan penyemprotan
 - a. Anak-anak dilarang keras terlibat dalam aktivitas yang berkaitan dengan pestisida, termasuk berada di area penyemprotan, karena risiko paparan bahan kimia sangat tinggi.
 - b. Jangan menyemprot hama apabila tubuh dalam kondisi kurang sehat atau merasa lelah, karena hal ini dapat membahayakan keselamatan kerja.
 - c. Pastikan untuk mencatat nama produk pestisida yang digunakan beserta kode warna lingkaran yang tertera sebagai tanda kategorisasi bahaya.
 - d. Memakai alat pelindung diri secara lengkap, seperti masker, sarung tangan, dan pakaian pelindung, sejak tahap awal persiapan pestisida, termasuk saat melakukan pencampuran bahan.

- e. Jangan menyimpan benda-benda seperti makanan ringan, rokok, atau barang pribadi lainnya di dalam kantong pakaian kerja, karena bisa terkontaminasi bahan kimia.
- f. Lakukan pengecekan menyeluruh terhadap seluruh perlengkapan semprot sebelum digunakan, dan pastikan tidak ada kebocoran pada alat penyemprot yang bisa menyebabkan paparan tidak sengaja.
- g. Sediakan air bersih dan sabun di area kerja untuk keperluan mencuci tangan atau membersihkan diri. Pastikan air disimpan dalam wadah tertutup agar tetap higienis.
- h. Bawa serta handuk kecil yang bersih dalam kantong plastik yang tertutup rapat, guna membersihkan wajah atau tangan saat diperlukan di lokasi kerja.
- i. Dalam proses pengukuran pestisida, hindari menuangkan bahan langsung ke dalam tangki, kecuali jika itu merupakan instruksi dari produsen. Lebih aman jika menyiapkan ember berisi air lebih dahulu, lalu takar pestisida sesuai kebutuhan, aduk rata, baru kemudian dituangkan ke dalam tangki dan tambahkan air hingga mencapai volume yang diinginkan (Djojsumarto, 2016).

2. Saat melakukan aplikasi/ penyemprotan

- a. Penting untuk selalu memantau kekuatan tiupan angin sebelum melakukan penyemprotan. Menghindari semprotan saat angin bertiup terlalu kencang karena dapat menyebarkan pestisida secara tidak terkendali.
- b. Arah angin harus diperhatikan dengan saksama. Jangan melakukan penyemprotan dengan posisi

melawan arah angin karena dapat menyebabkan pestisida berbalik arah dan mengenai tubuh sendiri .

- c. Saat bekerja dengan pestisida, hindari membawa makanan, minuman, maupun rokok di dalam saku pakaian kerja untuk mengurangi risiko kontaminasi.
 - d. Selama proses penyemprotan atau penggunaan pestisida berlangsung, dilarang makan, minum, atau merokok guna mencegah zat beracun masuk ke dalam tubuh .
 - e. Gunakan kain atau handuk bersih yang dikhususkan untuk mengusap keringat pada wajah. Jangan menggunakan sarung tangan, lengan baju atau tangan yang kemungkinan telah terpapar pestisida.
 - f. Apabila lubang semprot (*nozzel*) mengalami penyumbatan, jangan membersihkannya dengan cara meniup menggunakan mulut, karena dapat membahayakan kesehatan (Djojosumarto, 2016).
3. Sesudah melakukan aplikasi/ penyemprotan
- a. Setelah menyelesaikan aktivitas kerja, pastikan untuk mencuci tangan menggunakan sabun hingga benar-benar bersih guna menghindari kontaminasi.
 - b. Setibanya di rumah, langsunglah membersihkan diri dengan mandi dan segera kenakan pakaian yang bersih sebagai langkah higienis.
 - c. Bila lokasi kerja cukup jauh dan perlu mandi di area sekitar tempat kerja, bawalah pakaian ganti dalam plastik yang tertutup rapat. Setelah mengganti pakaian, simpan baju kerja di kantong tersendiri agar tidak tercampur.
 - d. Pisahkan pakaian kerja saat mencuci dan jangan dicampur dengan pakaian lain untuk menjaga kebersihan dan mencegah penyebaran kuman.

- e. Kegiatan seperti merokok, makan, dan minum sebaiknya dilakukan sesudah membersihkan diri melalui mandi atau minimal mencuci tangan dengan sabun (Djojoseumarto, 2016).

2.2 Cholinesterase (CHE)

2.2.1 Definisi Cholinesterase

Cholinesterase adalah enzim penting di dalam jaringan tubuh yang berfungsi untuk memastikan fungsi sel saraf, otot, serta kelenjar berjalan optimal. Enzim ini juga berfungsi dalam menjaga kesehatan sistem saraf serta aktivitas neuromuskular. Secara klinis, terdapat dua tipe *cholinesterase* yaitu sebagai berikut.

1). Asetilcholinesterase (AChE)

Asetilcholinesterase sering disebut *cholinesterase* sejati maupun *cholinesterase* eritrosit. Enzim ini ditemukan pada membran sinaps neuron kolinergik baik di sistem saraf pusat maupun perifer. Selain itu, enzim ini juga terdapat di *neuromuscular junction*, serta di membran eritrosit. Peran utama enzim ini adalah menghentikan transmisi impuls saraf dengan cara menguraikan *neurotransmitter asetilkolin* di celah sinaps menjadi kolin dan asam asetat. Proses ini penting agar kontraksi otot dapat dihentikan dan sel saraf siap menerima impuls berikutnya. Tanpa peran AChE, reseptor saraf akan terus distimulasi oleh asetilkolin secara berlebihan, yang berujung pada kejang otot dan akhirnya kelumpuhan (Djojoseumarto, 2020).

2) Pseudocholinesterase (PChE)

Pseudocholinesterase dikenal sebagai *butirilcholinesterase* (BChE) atau *cholinesterase* plasma. Enzim ini diproduksi di hati dan tersebar di berbagai organ seperti darah, hati, ginjal, pankreas, dan otak. Walaupun PChE juga dapat memecah asetilkolin, substrat alaminya hingga kini belum diketahui secara pasti. Namun demikian, PChE berperan penting dalam mengurai berbagai senyawa ester, baik yang berasal dari kolin maupun bukan, termasuk obat-obatan tertentu seperti suksinilkolin dan

anestesi lokal berbasis ester. Dalam konteks toksikologi, PChE kerap digunakan sebagai penanda awal paparan pestisida OP dan CM karena konsentrasinya di plasma menurun lebih cepat dibandingkan AChE di sel darah merah. Oleh karena itu, pemeriksaan kadar enzim ini di dalam darah dapat dimanfaatkan untuk membantu diagnosis kemungkinan keracunan pestisida (Djojsumarto, 2020).

2.2.2 Hubungan Paparan Pestisida dengan Kadar Cholinesterase

1. Organoklorin

Insektisida organoklorin dikenal memiliki efektivitas tinggi dalam memberantas hama, namun penggunaannya menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Saat ini, pemakaiannya telah dibatasi secara ketat karena sifat-sifatnya yang tidak ramah lingkungan, antara lain tingkat ketahanan yang sangat tinggi di dalam tubuh maupun alam, kelarutan yang besar dalam lemak, serta proses degradasi yang berlangsung sangat lambat (Hasibuan, 2015).

Insektisida jenis ini bekerja secara cepat dengan menargetkan sistem saraf pusat. Mekanisme kerjanya melibatkan gangguan pada keseimbangan ion natrium dalam serabut saraf, sehingga memicu sel saraf mengirimkan impuls secara terus-menerus. Paparan *organoklorin* dapat menyebabkan berbagai gejala, seperti mual, pusing, sakit kepala, muntah, diare, tubuh tergetas, rasa gugup, tremor, kejang, hingga hilangnya kesadaran (Hasibuan, 2015).

2. Karbamat

Karbamat merupakan insektisida yang memiliki kemampuan toksisitas serupa dengan organofosfat karena dapat menghambat kerja enzim *cholinesterase* (ChE) melalui proses karbamilasi. Insektisida karbamat juga memiliki sifat mudah terurai sehingga toksisitasnya mudah hilang dari jaringan tubuh dan tidak menumpuk dalam lemak.

Enzim *asetilcholinesterase* yang berfungsi memecah asetilkolin akan terikat oleh karbamat, sehingga enzim kehilangan kemampuannya untuk bekerja secara optimal. Kondisi tersebut menyebabkan penumpukan *asetilkolin* di sinaps saraf yang memicu rangsangan saraf berkelanjutan sehingga dapat menimbulkan gejala berupa gemetar, , pandangan kabur, produksi air liur berlebihan (Hasibuan, 2015).

3. Organofosfat

Organofosfat bekerja dengan menghambat enzim *cholinesterase* (ChE) pada sel saraf melalui mekanisme *fosforilasi* yang menyebabkan konsentrasi *asetilkolin* meningkat dan terus menempel pada reseptor muskarinik maupun nikotinik di sistem saraf pusat dan perifer. Akibatnya, muncul tanda-tanda keracunan yang memengaruhi seluruh tubuh, terutama pada titik-titik pertemuan saraf (*neural inter junction*). Secara umum, keracunan organofosfat ditandai dengan pandangan kabur, produksi air liur dan busa di mulut yang berlebihan, gerakan otot yang tidak terkendali, keringat berlebih, denyut jantung sangat cepat, serta nyeri perut yang disertai kejang (Hasibuan, 2015).

2.2.3 Faktor yang Memengaruhi Kadar *Cholinesterase*

2.2.3.1 Faktor Paparan (Eksternal)

1. Posisi penyemprotan terhadap arah angin (cara penyemprotan).

Posisi penyemprot yang berlawanan dengan arah angin menyebabkan butiran pestisida akan lebih mudah terbawa ke arah tubuh penyemprot, sehingga meningkatkan risiko masuknya bahan kimia ke saluran pernapasan maupun kulit.

2. Penggunaan alat pelindung diri (APD).

Pemakaian APD yang sesuai standar dan digunakan secara benar terbukti mampu mengurangi risiko masuknya pestisida ke dalam tubuh sehingga penurunan *cholinesterase* dapat ditekan.

3. Lama penyemprotan

Pedoman penggunaan pestisida menegaskan bahwa petani tidak diperbolehkan melakukan penyemprotan lebih dari empat jam dalam satu hari. Semakin sering dan semakin lama penyemprotan dilakukan, maka peluang petani untuk terpapar pestisida juga semakin besar sehingga risiko keracunan meningkat. Data menunjukkan bahwa persentase petani yang mengalami keracunan sedang lebih tinggi daripada yang menyemprot lebih dari empat jam per hari dibandingkan dengan petani yang menyemprot selama empat jam atau kurang. Dengan demikian, semakin lama kontak dengan pestisida maka akan meningkatkan kemungkinan terjadinya keracunan pestisida secara signifikan.

4. Frekuensi penyemprotan

Penyemprotan pestisida sebaiknya dilakukan sesuai aturan agar risiko keracunan dapat dicegah. Jumlah penyemprotan yang disarankan tidak lebih dari dua kali dalam seminggu. Pada umumnya, petani terutama dengan lahan kecil melakukan penyemprotan sendiri menggunakan alat yang mereka miliki, sehingga mereka lebih bebas menentukan waktu penyemprotan. Namun, paparan pestisida yang dilakukan terlalu sering dengan jarak waktu yang singkat dapat meningkatkan kadar residu pestisida dalam tubuh manusia.

5. Masa kerja

Masa kerja petani dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kurang dari atau sama dengan lima tahun yang dikategorikan sebagai masa kerja baru, serta lebih dari lima tahun yang dianggap sebagai masa kerja lama karena dalam rentang waktu tersebut umumnya sudah terjadi efek toksisitas kronis. Seiring bertambahnya lama masa kerja, kadar *cholinesterase* dalam darah petani cenderung semakin menurun.

2.2.3.2 Faktor Individu (Internal)

1. Umur

Umur yang bertambah menyebabkan fungsi metabolisme tubuh menurun, aktivitas *cholinesterase* menjadi lebih rendah, dan kemampuan tubuh melawan efek toksisitas pestisida juga berkurang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani berusia ≥ 40 tahun memiliki kemungkinan hampir dua kali lipat lebih besar untuk mengalami keracunan dibandingkan dengan petani yang berusia < 40 tahun.

2. *Personal hygiene*

Kebiasaan menjaga kebersihan diri setelah melakukan penyemprotan, seperti mencuci tangan dan mengganti pakaian, dapat mengurangi sisa pestisida yang menempel di kulit dan pakaian sehingga menekan paparan.

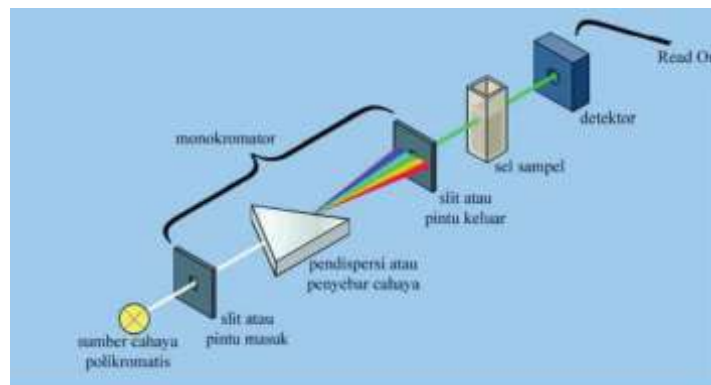
3. Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan formal seseorang memengaruhi luasnya pengetahuan yang dimilikinya. Individu dengan pendidikan yang lebih tinggi cenderung memiliki pemahaman yang lebih mendalam mengenai pestisida serta potensi bahaya yang mungkin ditimbulkannya, jika dibandingkan dengan mereka yang memiliki tingkat pendidikan lebih rendah. Akibatnya, orang-orang dengan latar belakang pendidikan yang lebih tinggi umumnya lebih mampu dalam mengelola penggunaan pestisida secara bijak dan bertanggung jawab (Ahmadipour and Nakhei, 2024).

2.2.4 Spektrofotometer

Berbagai metode tersedia untuk menentukan kadar enzim *cholinesterase*, salah satunya menggunakan teknik *spektrofotometri*. Metode ini bersifat kuantitatif karena mengukur besarnya penyerapan cahaya pada panjang

gelombang tertentu. *Spektrometer* berperan memancarkan sinar dengan panjang gelombang spesifik dari spektrum, sedangkan fotometer digunakan untuk menilai intensitas cahaya yang diteruskan maupun diserap. *Spektrofotometer* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi atau dipancarkan oleh suatu sampel pada panjang gelombang tertentu (Triastuti *et al.*, 2023).



Gambar 1. Prinsip Pengukuran *Spektrofotometer*

Secara umum, prinsip kerja *spektrofotometer* dapat dijelaskan melalui urutan sederhana, yaitu dimulai dari sumber cahaya, dilanjutkan ke *monokromator*, kemudian melewati sel sampel, diterima oleh detektor, dan akhirnya ditampilkan hasil pengukurannya pada sistem pembaca (*read out*) (Albuhamad, 2024). Setiap komponen pada *spektrofotometer* memiliki fungsi tersendiri.

1. Sumber sinar *polikromatis* bertugas memancarkan cahaya dengan berbagai panjang gelombang.
2. *Monokromator* berperan memilih panjang gelombang tertentu dengan cara mengubah cahaya dari sumber *polikromatis* menjadi cahaya *monokromatis*.
3. Sel sampel digunakan sebagai wadah untuk menempatkan bahan uji.
4. Detektor digunakan untuk menampung cahaya yang keluar dari sampel kemudian mengonversinya menjadi sinyal listrik agar dapat dianalisis secara kuantitatif.

5. Sistem *read out* menerima sinyal listrik dari detektor, lalu menampilkannya dalam bentuk hasil pembacaan yang dapat diinterpretasikan (Albuhamad, 2024).

Metode *spektrofotometri* memberikan keunggulan berupa kemampuan mengukur jumlah zat pada konsentrasi sangat rendah dengan prosedur yang relatif sederhana. Tingkat akurasi pengukuran tinggi karena data yang diperoleh secara langsung dicatat oleh detektor dan ditampilkan dalam bentuk angka digital atau grafik hasil pengolahan regresi (Albuhamad, 2024). Dalam penelitian ini, data yang dihasilkan berupa angka digital yang diambil pada tiga titik waktu pengukuran, yaitu 30 detik, 60 detik, dan 90 detik. Rumus menghitung nilai rata-rata dari hasil pengukuran untuk memperoleh perubahan rata-rata absorbansi per detik ($\Delta A/30$ detik).

$$U/I = \frac{(A1 - A2) + (A2 - A3)}{60 \text{ sec}} \times 68500$$

Hasil perhitungan dengan rumus tersebut akan menghasilkan kadar *cholinesterase* dalam satuan U/L. Menurut *Lab Test Guide*, kadar normal *cholinesterase* berada pada kisaran 4.62-11.50 U/L, sedangkan kadar di bawah 4.62 U/L dikategorikan abnormal.

2.3 Tanaman Jagung

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas pangan penting dunia yang berasal dari *famili Poaceae* dan banyak dikembangkan di daerah beriklim tropis hingga subtropis. Jagung berperan penting sebagai sumber karbohidrat utama, bahan pakan ternak, dan bahan baku industri, sehingga kebutuhan terhadap komoditas ini terus mengalami peningkatan. Secara morfologis, tanaman jagung memiliki akar serabut, batang yang tersusun atas ruas dan buku, daun berbentuk pita, serta bunga jantan (tassel) dan bunga betina (tongkol) yang terdapat terpisah tetapi masih dalam satu individu tanaman (monoecious). Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan bersuhu hangat berkisar antara 21–30°C, didukung oleh

ketersediaan air yang cukup serta kondisi tanah yang gembur dan subur. Dari sisi fisiologi, pertumbuhan jagung terbagi ke dalam fase vegetatif dan fase generatif, di mana masing-masing fase memerlukan perlakuan dan kebutuhan hara yang berbeda. Keberhasilan produksi jagung sangat ditentukan oleh pengelolaan budidaya yang tepat, meliputi pemupukan, pengairan, serta pengendalian organisme pengganggu tanaman, karena gangguan pada salah satu tahap pertumbuhan dapat secara langsung menurunkan produktivitas dan hasil panen (FAO, 2019; Kementerian Pertanian RI, 2020).

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) mengalami beberapa tahap pertumbuhan yang memerlukan strategi pengendalian hama dan penyakit yang berbeda pada setiap fasenya. Secara umum, petani mengenal fase vegetatif yang dimulai dari perkecambahan hingga pembentukan daun, fase generatif yang mencakup proses pembungaan dan pembentukan tongkol, serta fase pemasakan biji. Pada tahap vegetatif awal, tanaman jagung cenderung lebih mudah terserang hama daun dan bersaing dengan gulma, sehingga petani sering melakukan aplikasi pestisida untuk melindungi pertumbuhan tanaman muda. Pada fase generatif, upaya pengendalian hama lebih diarahkan pada perlindungan bunga dan tongkol, mengingat gangguan pada tahap ini dapat menyebabkan penurunan hasil panen yang cukup besar (Kasryno et al., 2018).

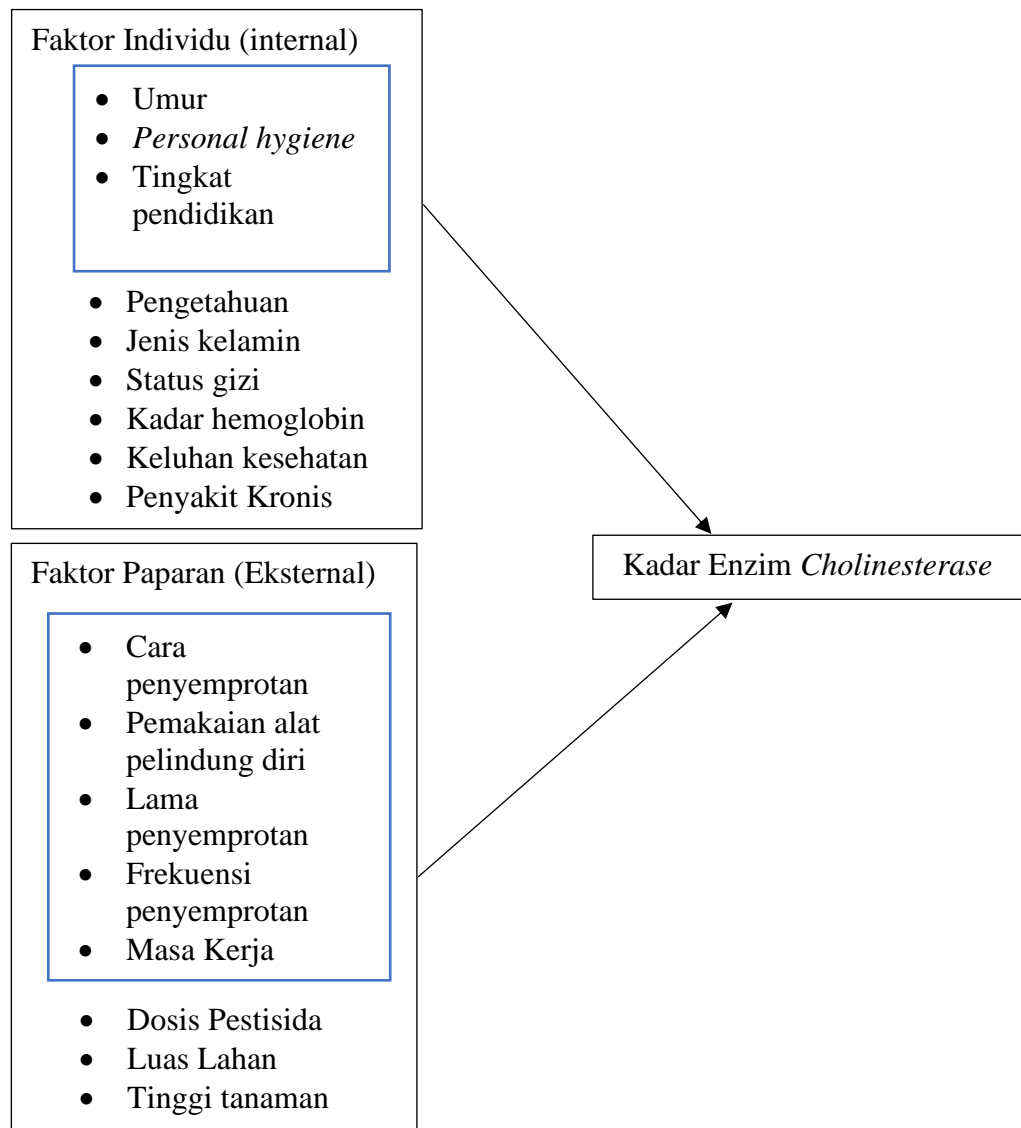
Dalam satu periode tanam, petani jagung umumnya melakukan penyemprotan pestisida sebanyak 3–6 kali, bergantung pada intensitas serangan hama, kondisi lingkungan, serta fase pertumbuhan tanaman. Petani biasanya melakukan penyemprotan pertama pada fase vegetatif awal, yaitu ketika tanaman berumur sekitar 10–14 hari setelah tanam dengan tinggi sekitar 10–20 cm, dengan tujuan melindungi tanaman muda dari serangan hama daun dan gulma awal. Petani kemudian melanjutkan penyemprotan secara bertahap pada fase vegetatif lanjutan hingga mendekati fase generatif, saat tinggi tanaman mencapai kurang lebih 40–100 cm, terutama untuk mengendalikan hama yang menyerang daun, batang, dan calon tongkol. Pada fase generatif, petani melakukan penyemprotan secara lebih selektif dan berdasarkan ambang kendali organisme pengganggu tanaman agar proses penyerbukan dan pembentukan biji tidak

terganggu. Praktik penyemprotan yang dilakukan secara berulang tanpa memperhatikan ambang kendali berpotensi meningkatkan paparan pestisida pada petani serta menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan (FAO, 2019; Kementerian Pertanian RI, 2020; WHO, 2019).

Arah penyemprotan pestisida pada tanaman jagung menjadi salah satu faktor penting dalam penerapan pengendalian hama yang efektif dan aman. Petani dianjurkan melakukan penyemprotan searah dengan hembusan angin dan menghindari penyemprotan yang berlawanan arah angin untuk menekan risiko paparan pestisida serta meningkatkan efektivitas penempelan larutan pada tanaman. Selain itu, petani perlu menyesuaikan arah semprotan dengan letak sasaran hama, misalnya mengarahkan semprotan ke bagian bawah daun atau ke area tongkol sesuai dengan lokasi organisme pengganggu tanaman. Penyemprotan yang tidak memperhatikan arah angin dan ketepatan sasaran dapat meningkatkan risiko keracunan pestisida bagi petani serta menyebabkan pencemaran lingkungan di sekitarnya (Kementerian Pertanian RI, 2020; WHO, 2019).

2.4 Kerangka Penelitian

2.4.1 Kerangka Teori

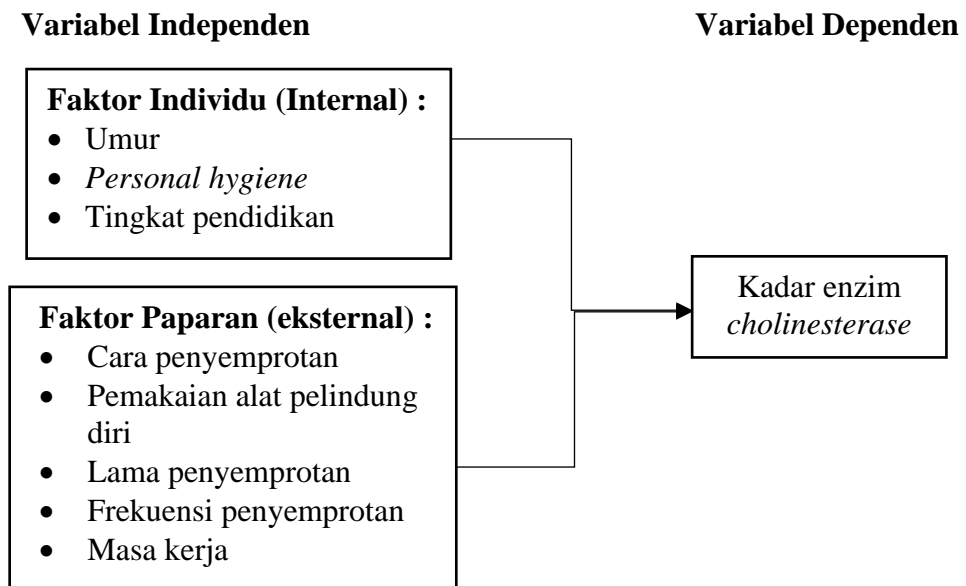


Gambar 2. Kerangka Teori

Sumber : (National Research Council, 2019)

Keterangan : : Variabel yang diteliti

2.4.2 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

2.5 Hipotesis Penelitian

H₀ : Tidak terdapat hubungan antara faktor individu (umur, *personal hygiene* dan tingkat pendidikan) terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur.

H_a : Terdapat hubungan antara faktor individu (umur, *personal hygiene* dan tingkat pendidikan) terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur.

H₀ : Tidak terdapat hubungan antara faktor paparan (cara penyemprotan, pemakaian alat pelindung diri, lama penyemprotan, frekuensi penyemprotan dan masa kerja) terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur.

Ha : Terdapat hubungan antara faktor paparan (cara penyemprotan, pemakaian alat pelindung diri, lama penyemprotan, frekuensi penyemprotan dan masa kerja) terhadap kadar enzim *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah analitik observasional dan memakai pendekatan *cross sectional*. Tujuannya untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Metode penelitian ini dilakukan dengan mengukur faktor risiko dan dampak paparan dalam satu waktu pengukuran dan pengumpulan secara bersamaan tanpa mengikuti perkembangan responden dari waktu ke waktu.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur - Lampung. Waktu pelaksanaan penelitian direncanakan pada bulan Oktober 2025 sesuai waktu tanam jagung.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Petani jagung di Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur yang tercantum dalam surat keputusan kelompok tani yang bernama subur tani dimana anggotanya laki-laki berjumlah 65 orang.

3.3.2 Sampel

Sampel adalah sebagian dari total populasi (Notoatmodjo, 2018). Besar sampel dihitung menggunakan rumus slovin sebagai berikut (Dahlan, 2013):

$$n: \frac{N}{1 + N(d)^2}$$

Keterangan:

n : Besar sampel.

N : Jumlah populasi.

d²: batas toleransi kesalahan (5%) dengan tingkat kepercayaan 95%

$$n = \frac{65}{1 + 65(0,05)^2}$$

$$n = \frac{65}{1,1625}$$

$$n = 55,9$$

$$n = \sim 56 \text{ orang.}$$

Didapatkan jumlah sampel penelitian sebanyak 56 orang petani.

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Penelitian ini memakai teknik *consecutive sampling* dimana pengambilan responden secara berurutan berdasarkan kedatangan atau kunjungan ke rumah responden hingga jumlah sampel sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Teknik ini termasuk kategori *non-probability sampling* dan dianggap lebih praktis untuk diterapkan, sesuai dengan kondisi populasi penelitian yang terbatas, memudahkan pengumpulan data lapangan, serta tetap menjaga *representativitas* sampel (Notoatmodjo, 2018).

3.4 Kriteria Sampel

3.4.1 Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Petani jagung aktif melakukan penyemprotan pestisida dalam 2 minggu terakhir, sebelum dilakukan penelitian.
2. Berjenis kelamin laki-laki.
3. Umur 20-60 tahun.
4. Bersedia menjadi responden atas keinginan sendiri.
5. Petani yang minimal masa kerja > 1 tahun.

3.4.2 Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Petani yang sakit atau masih dalam pengawasan seorang dokter tidak diikutkan dalam penelitian karena beberapa penyakit dapat menurunkan kadar *cholinesterase* dalam darah seperti penyakit hati yaitu hepatitis dan sirosis hati. Selain penyakit hati, beberapa penyakit sistemik seperti infeksi kronis, gangguan ginjal, dan kelainan metabolik juga dapat memengaruhi kadar *cholinesterase* (Villeda-González, Gómez-Olivares and Baiza-Gutman, 2024).
2. Petani yang menggunakan obat-obatan tertentu seperti antibiotik (*Chloramphenicol*, *Amoxicillin*) antikonvulsan (*Carbamazepine*, *Phenytoin*) atau antikolinergik (*Atropin*, *Scopolamine*) dapat mengganggu aktivitas enzim *cholinesterase*, baik secara langsung maupun melalui pengaruh metabolik (Park, Kim and Kim, 2015).

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Independen

Variabel independen penelitian ini adalah :

1. Pemakaian alat pelindung diri

2. Umur
3. *Personal hygiene*
4. Cara penyemprotan
5. Tingkat pendidikan
6. Lama penyemprotan
7. Frekuensi penyemprotan
8. Masa kerja

3.5.2 Variabel Dependen

Kadar enzim *cholinesterase* petani jagung di Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur, Lampung.

3.6 Definisi Operasional

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

Nama Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Kerja	Hasil Ukur	Skala Ukur
Variabel Dependen					
Enzim <i>Cholinesterase</i>	<i>Cholinesterase</i> merupakan enzim yang terdapat di dalam cairan seluler dengan fungsi utama menghidrolisis <i>Acetylcholine</i> menjadi <i>cholin</i> dan asam asetat (Colovic, et al., 2013).	<i>Spektrofotometer</i>	Pemeriksaan <i>cholinesterase</i> menggunakan serum darah responden.	1. Tidak normal : < 4.62 kU/L 2. Normal laki-laki : 4.62-11.50 kU/L (Lab Test Guide, 2021).	Nominal
Variabel Independen					
Tingkat pendidikan	Pendidikan adalah proses pencarian ilmu untuk mengembangkan kemampuan berpikir, mencerminkan kemampuan mental dalam menyelesaikan tugas, serta menjadikan seseorang layak menduduki suatu jabatan, sehingga tidak bisa dipisahkan dari masyarakat (Rahman <i>et al.</i> , 2022)	Kuesioner	Kuesioner diisi oleh responden dan didamping oleh peneliti.	1.Rendah (Tidak sekolah/Tidak tamat SD/Tamat SD/SMP) 2.Tinggi (SMA/Perguruan Tinggi) (Rusimah,2011)	Ordinal
Perilaku <i>personal hygiene</i>	<i>Personal hygiene</i> merupakan upaya individu dalam menjaga kebersihan dan kesehatan diri guna mencapai kesejahteraan fisik maupun psikologis (Tarwoto, 2010).	Kuesioner	Kuesioner diisi oleh responden dan didamping oleh peneliti.	1.Tidak memenuhi syarat : apabila pekerja tidak menerapkan kriteria yang ditetapkan. 2.Memenuhi syarat : apabila pekerja (mencuci tangan menggunakan sabun, mengganti pakaian dan mandi setelah melakukan pekerjaan paling lambat sebelum istirahat).	Nominal

(Sumber : Riska & Asbath, 2018)					
Umur	Umur adalah lamanya hidup petani yang dinyatakan dalam tahun.	Kuesioner	Kuesioner diisi oleh responden dan didamping oleh peneliti.	1. ≥ 40 tahun 2. < 40 tahun (Aulia <i>et al.</i> , 2025)	Ordinal
Perilaku penggunaan alat pelindung diri (APD)	Alat Pelindung Diri (APD) merupakan perlengkapan keselamatan yang dipakai untuk melindungi tubuh dari potensi bahaya di lingkungan kerja yang dapat menimbulkan kecelakaan maupun penyakit akibat kerja (Tarwaka, 2008).	Kuesioner	Kuesioner diisi oleh responden dan didamping oleh peneliti.	1. Tidak lengkap : (<5 jenis) 2. Lengkap : (5 jenis) (Sumber : Okvitasari & Anwar, 2017)	Nominal
Cara penyemprotan	Posisi petani dalam melakukan penyemprotan hama.	Kuesioner Identitas	Kuesioner diisi oleh responden dan didamping oleh peneliti.	1. Tidak memenuhi syarat : apabila cara penyemprotan berlawanan dengan arah angin. 2. Memenuhi syarat: apabila cara penyemprotan searah dengan arah angin (Sumber : Okvitasari & Anwar, 2017)	Nominal
Lama penyemprotan	Durasi waktu yang digunakan petani saat melakukan penyemprotan hama dalam satu hari secara terus menerus.	Kuesioner Identitas	Kuesioner diisi oleh responden dan didamping oleh peneliti.	1. Lama : Apabila responden bekerja >4 jam sehari 2. Tidak Lama : Apabila responden bekerja ≤ 4 jam Sehari (Sumber : Sati, 2014)	Nominal

Frekuensi penyemprotan	Berapa kali petani menyemprot hama tanaman dalam satu minggu.	Kuesioner Identitas	Kuesioner diisi oleh responden dan didampingi oleh peneliti.	1. Tidak ideal (>2 kali/minggu) 2. Ideal (≤ 2 kali/minggu). (Aulia <i>et al.</i> , 2025)	Nominal
Masa kerja	Berapa lama sudah menjadi petani jagung.	Kuesioner Identitas	Kuesioner diisi oleh responden dan didampingi oleh peneliti.	1. ≥ 5 tahun 2. < 5 tahun (Aulia <i>et al.</i> , 2025)	Ordinal

3.7 Instrumen Penelitian

3.7.1 Lembar Kuesioner

Mengetahui informasi tentang cara penyemprotan yang digunakan, penggunaan alat pelindung diri, lama penyemprotan, frekuensi penyemprotan, masa kerja, tingkat pendidikan, umur dan *personal hygiene*.

3.7.2 Uji Laboratorium

Menggunakan sampel darah yang diukur dengan *spektrofotometer* untuk mengetahui kadar *cholinesterase* dalam tubuh.

3.8 Uji Validitas dan Reliabilitas

Instrumen penelitian ini merupakan hasil adaptasi dari kuesioner yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya pada penelitian sebelumnya. Oleh sebab itu, penelitian ini tidak lagi melakukan uji validitas dan reliabilitas secara ulang. Adapun rincian uji validitas dan reliabilitas dari instrumen tersebut dijelaskan sebagai berikut.

3.8.1 Uji Validitas

Kuesioner mengenai *personal hygiene*, pemakaian alat pelindung diri (APD), serta teknik penyemprotan pestisida mengacu pada penelitian Nur Rachmatullah (2022) berjudul *Determinan Keracunan pada Petani Sayur Pengguna Pestisida di Desa Kanreapia, Kec. Tombolo Pao, Kab. Gowa*. Pada instrumen penyemprotan yang terdiri dari empat butir pertanyaan, nilai r hitung berada pada rentang 0,6429–0,7845 dan melebihi r tabel 0,3061, sehingga seluruh pertanyaan terbukti valid. Instrumen *personal hygiene* yang terdiri dari lima butir pertanyaan memperoleh nilai r hitung 0,6624–0,8339 ($> 0,3061$), sedangkan instrumen penggunaan APD dengan enam butir pertanyaan menunjukkan nilai r hitung 0,6584–0,7813 ($> 0,3061$); hasil tersebut

menegaskan bahwa semua pertanyaan dalam kedua instrumen juga valid.

3.8.2 Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas kuesioner dilakukan menggunakan *Alpha Cronbach*. Hasil uji menunjukkan nilai r sebesar 0,643 pada instrumen cara penyemprotan, 0,791 pada instrumen *personal hygiene*, dan 0,794 pada instrumen penggunaan APD, yang seluruhnya lebih besar dari 0,6. Hasil tersebut menegaskan bahwa setiap instrumen reliabel. Dengan demikian, kuesioner yang dipakai dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas, sehingga dapat digunakan tanpa perlu dilakukan pengujian ulang karena sudah sesuai dengan konteks penelitian serta karakteristik populasi yang serupa.

3.9 Pengumpulan Data

3.9.1 Data primer

Data primer diperoleh melalui kuesioner yang dibagikan kepada para petani mencakup cara penyemprotan, penggunaan alat pelindung diri, dan *personal hygiene*. Selain itu, penelitian ini juga mengandalkan data primer lain berupa hasil pemeriksaan laboratorium enzim *cholinesterase* menggunakan alat *spektrofotometer*.

5.9.1.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a) *Stopwatch*
- b) *Spektrofotometer*
- c) *Blue's tip dan Yellow's tip*
- d) Tabung reaksi
- e) *Mikropipet*
- f) *Waterbath*
- g) *Sentrifuge*

- h) *Cuvette*
- i) *Tourniquet*
- j) *Sput*
- k) Tabung *vacutainer* (*serum separator tube*)
- l) Rak tabung *vacutainer*
- m) *Cooler box*
- n) PCR tube

Bahan

- a) R1: *Pyrophosphate* pH 7.6 (95 mmol/L), *Potassium hexacyanoferrate* (III) (2.5 mmol/L)
- b) R2: *Butyrylthiocholine* (7.5 mmol/L)
- c) Sampel darah
- d) *Aquabides*
- e) Kapas alkohol
- f) *Tissue*
- g) Kapas kering

5.9.1.2 Prosedur penelitian

A. Pengambilan Sampel Darah Vena

Prosedur pengambilan darah vena pada petani dilakukan dengan membersihkan area tusukan menggunakan kapas alkohol dan membiarkannya mengering. *Tourniquet* dipasang sekitar 3–4 jari di atas lipatan siku, kemudian tangan dibuka dan digenggam beberapa kali agar vena dapat teraba. Area cubiti didesinfeksi menggunakan kapas alkohol, tusukkan spuit steril berukuran 3 cc hingga ujung jarum masuk ke vena. Responden diminta membuka kepalan tangan secara perlahan, ambil darah sampai 3 cc, letakkan kapas kering di atas tempat suntikan dan jarum dilepas perlahan, kemudian area tusukan ditutup dengan plester setelah aliran darah berhenti (Health, 2018).

B. Cara *Handling* Sampel Darah

Sampel darah kemudian ditempatkan dalam tabung *vacutainer* bertutup kuning berisi gel separator (*serum separator tube*) yang berfungsi memisahkan serum dan sel darah merah. Selanjutnya, setelah semua sampel darah telah dimasukkan kedalam tabung *vacutainer*, kemudian di letakkan pada rak tabung *vacutainer* yang akan dimasukkan ke dalam *cooler box* dengan suhu sekitar 2-8°C, kemudian sampel dibawa ke laboratorium patologi klinik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dalam waktu tempuh sekitar 60 menit (Yuniarty *et al.*, 2024).

C. Pengukuran Enzim *Cholinesterase*

1. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan di *sentrifuge* selama 10 menit dengan kecepatan 4000 rpm untuk mendapatkan serum darah.
2. Reagen 1 (R1) dilarutkan dengan 30 mL aquabides, kemudian dicampur hingga homogen dan didiamkan selama 15 menit pada suhu ruang. Reagen 2 (R2) dilarutkan dengan 1 mL aquabides, kemudian dicampur hingga homogen dan didiamkan selama 15 menit pada suhu ruang. Reagen disimpan pada suhu 2–8 °C, tidak boleh dibekukan, dan harus dilindungi dari cahaya.
3. Pembuatan larutan blanko yaitu dengan mencampurkan 20 μ L *distilled water* dan 1000 μ L (R1) secara merata ke dalam tabung reaksi. Kemudian inkubasi ± 3 menit menggunakan inkubator dengan suhu 37°C, selanjutnya tambahkan 250 μ L (R2) campuran sampai merata dan masukkan kedalam *cuvet*.
4. Hidupkan *Spektrofotometer* dengan menekan tombol “On”. Kemudian *kalibrasi spektrofotometer* dilakukan dengan mengatur panjang gelombang 405 nm/menit, memasukkan *cuvet* yang berisi larutan blanko, lalu tekan tombol CAL (kalibrasi). Baca absorbansi

setelah 2 menit, lalu hidupkan *stopwatch*. Baca kembali absorbansi setelah menit 1, 2 dan 3.

5. Pemeriksaan *cholinesterase* menggunakan sampel (serum darah) atau kontrol. Campurkan 20 μL sampel (serum darah) dan 1000 μL (R1) secara merata ke dalam tabung reaksi. Kemudian inkubasi ± 3 menit menggunakan inkubator dengan suhu 37°C , selanjutnya tambahkan 250 μL (R2) campurkan sampai merata. Kemudian larutan tersebut dipindahkan kedalam *cuvet*, dan dimasukkan ke dalam *spektrofotometer*. Baca absorbansi setelah 2 menit, lalu hidupkan *stopwatch*. Baca kembali absorbansi setelah menit 1 (A1), 2 (A2) dan 3 (A3).

6. Rumus perhitungan dengan faktor, ChE activity (U/L) =
$$\frac{(A1-A2)+(A2-A3)}{1 \text{ min}} \times 68500.$$

3.9.2 Data Sekunder

Data sekunder berasal dari SK petani Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur.

3.10 Pengolahan Data

Pengolahan data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. *Editing*

Editing adalah tahapan awal untuk meninjau data yang sudah dikumpulkan.

2. *Coding*

Coding adalah proses mengelompokkan data ke dalam kategori tertentu dengan cara memberikan tanda atau kode berupa angka pada setiap kategori agar lebih mudah dianalisis.

3. *Tabulating*

Tabulating adalah memberi kode pada data untuk kemudian dihitung, dijumlahkan, dan ditampilkan dalam bentuk tabel sehingga lebih terstruktur dan mudah dipahami.

4. *Cleaning*

Cleaning adalah memeriksa ulang data yang sudah diinput. Proses ini bertujuan untuk mendeteksi adanya kesalahan, terutama terkait ketepatan kode yang dipakai dengan hasil entri. Setelah data dinyatakan bersih, analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS.

5. *Computer output*, tahap akhir di mana hasil analisis yang diproses melalui komputer dicetak dalam bentuk keluaran akhir sebagai dasar dalam penyusunan laporan penelitian.

3.11 Alur Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Penelitian ini diawali dengan memilih topik penelitian kemudian melakukan tinjauan literatur terhadap penelitian dengan topik serupa untuk merumuskan landasan teori dan mengidentifikasi celah penelitian. Selanjutnya penyusunan proposal, pengurusan izin penelitian, serta pelaksanaan koordinasi dengan pihak terkait.

2. Pelaksanaan

Setelah perizinan etik diperoleh, pengambilan data mulai dilakukan pada responden dengan menyesuaikan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Tahap selanjutnya yaitu, pelaksanaan yang diawali dengan pemberian lembar persetujuan partisipasi (*informed consent*) kepada responden. Selanjutnya, responden diminta untuk mengisi kuesioner, dan dilakukan pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan enzim *cholinesterase* dan hasilnya dicatat secara sistematis.

3. Pengolahan data

Data penelitian diperoleh dari responden, kemudian diolah melalui analisis SPSS guna memperoleh temuan penelitian.

4. Pemaparan Hasil

Pada tahap akhir, hasil penelitian yang telah dianalisis kemudian diinterpretasikan dan dibahas secara mendalam untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Hasil dipaparkan dalam seminar untuk memperoleh masukan dalam penyajian data.

3.12 Analisis Data

3.12.1 Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk memberikan gambaran distribusi frekuensi dan persentase dari masing-masing variabel yang meliputi umur, tingkat pendidikan, masa kerja, *personal hygiene*, lama penyemprotan, pemakaian alat pelindung diri, dan cara penyemprotan.

3.12.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat memiliki tujuan untuk menganalisis hubungan antar variabel independen dengan variabel dependen dengan menggunakan uji statistik uji *Chi Square*, karena *Uji Chi Square* digunakan untuk menguji hubungan atau perbedaan antara dua variabel dalam bentuk data kategori. Dalam penelitian ini, analisis *Chi-square* digunakan untuk uji komparasi dengan derajat kepercayaan sebesar 95% (Notoatmodjo, 2018). Dalam analisis statistik, tingkat signifikansi ditetapkan pada batas 0,05. Artinya, apabila nilai $p\text{ value} \leq 0,05$ maka (H_0) ditolak dan (H_a) diterima, yang menunjukkan adanya hubungan antara variabel independen dan dependen, begitupun sebaliknya.

3.13 Etika Penelitian

Penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang tertuang dalam surat keputusan dengan nomor surat 5349/UN26.18/PP.05.02.00/2025.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Faktor individu didapatkan bahwa mayoritas petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur berusia ≥ 40 tahun (58,9%), perilaku *personal hygiene* tidak memenuhi syarat (64,3%) dan memiliki tingkat pendidikan rendah (53,6%).
2. Faktor paparan pestisida didapatkan bahwa mayoritas petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur memiliki cara penyemprotan tidak memenuhi syarat (51,8%), penggunaan alat pelindung diri (APD) tidak lengkap (62,5%), lama penyemprotan (>4 jam/hari) sebesar (67,9%), frekuensi penyemprotan tidak ideal (>2 kali/minggu) sebesar (60,7%), serta masa kerja ≥ 5 tahun sebesar (57,1%).
3. Sebanyak 44,6% petani jagung Desa Bauh Gunung Sari Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur mengalami penurunan kadar *cholinesterase*.
4. Terdapat hubungan antara faktor individu (umur dan perilaku *personal hygiene*), faktor paparan pestisida (penggunaan alat pelindung diri, frekuensi penyemprotan pestisida, dan masa kerja) dengan kadar *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur.
5. Tidak terdapat hubungan antara faktor individu (tingkat Pendidikan), faktor paparan pestisida (cara penyemprotan dan lama penyemprotan) dengan kadar *cholinesterase* pada petani jagung Desa Bauh Gunung Sari, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan kadar *cholinesterase* pada petani jagung di Desa Bauh Gunung Sari,

Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengalaman akademik yang bermanfaat dalam meningkatkan kemampuan peneliti dalam melakukan penelitian yang sistematis dan ilmiah, serta memperluas wawasan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja petani, khususnya terkait paparan bahan kimia pestisida.

2. Bagi Petani Jagung

Petani jagung diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan kepatuhan terhadap praktik kerja yang aman, khususnya dalam penggunaan alat pelindung diri (APD) secara lengkap, menjaga personal hygiene setelah penyemprotan, serta membatasi frekuensi dan dosis penyemprotan pestisida sesuai anjuran. Selain itu, petani disarankan untuk memperhatikan kondisi kesehatan tubuh dan segera memeriksakan diri ke fasilitas kesehatan apabila mengalami gejala yang mengarah pada keracunan pestisida.

3. Bagi Pemerintah

Pemerintah daerah dan instansi terkait di bidang kesehatan seperti puskesmas dan bidang pertanian diharapkan dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan serta program promotif dan preventif terkait kesehatan dan keselamatan kerja petani. Upaya tersebut dapat berupa penguatan pengawasan penggunaan pestisida, pembatasan frekuensi penyemprotan sesuai rekomendasi, penyediaan sumur di ladang dan subsidi alat pelindung diri yang memenuhi standar guna mencegah dampak kesehatan jangka panjang.

4. Bagi Akademisi dan Institusi Pendidikan

Institusi pendidikan diharapkan dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai bahan referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan dan keselamatan kerja, khususnya dalam konteks *agromedicine*. Selain itu, penelitian ini dapat mendukung kegiatan pendidikan, penelitian lanjutan, serta pengabdian kepada masyarakat di sektor pertanian.

5. Bagi Peneliti Selanjutnya

Peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan desain penelitian longitudinal agar dapat menggambarkan perubahan kadar *cholinesterase* akibat paparan pestisida dalam jangka panjang. Selain itu, dapat menambahkan variabel lain seperti jenis, dosis, dan konsentrasi pestisida, kadar residu pestisida, serta faktor lingkungan kerja. Penggunaan metode sampling acak, ukuran sampel yang lebih besar, serta analisis multivariat juga disarankan untuk meningkatkan kekuatan statistik dan mengetahui variabel yang paling berpengaruh terhadap kadar *cholinesterase*. Studi kualitatif juga dapat dilakukan untuk menggali lebih dalam perilaku dan persepsi petani terkait penggunaan pestisida dan keselamatan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadipour H, Nakhei Z.2024. The effect of education on safe use of pesticides based on the health belief model. BMC Research Notes.17(1).
- Albuhamad.2024. Introduction to Spectrophotometry. Journal Al-Manara College of Medical Sciences.1(1).
- Amin, N. R. 2022. Determinan keracunan pada petani sayur pengguna pestisida di Desa Kanreapia Kecamatan Tombolo Pao Kabupaten Gowa (Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar). Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan.
- Analisis Kinerja Perdagangan Jagung. 2024. Analisis Kinerja Perdagangan Jagung. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Aulia A, Astrina A, Septiawan R, Dewi C, Fitriani Y. 2025. Hubungan Faktor Risiko Paparan Organofosfat terhadap Penurunan Kadar Cholinesterase pada Kelompok Tani At-Tanwir Lembah Gumanti. Media Kesehatan Masyarakat Indonesia.23(3):242–249.
- Aulia A, Nurhaida N, Muslim FO, Efendi M, Nengcy S, Faradisha J, Azari SN. 2024. Hubungan faktor risiko paparan organofosfat terhadap penurunan kadar cholinesterase pada kelompok tani At-Tanwir Lembah Gumanti. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 23(3): 242–249.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Data Produksi dan Luas Area Jagung di Provinsi Lampung : Badan Pusat Statistik Lampung.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Timur.2025. Kabupaten Lampung Timur Dalam Angka 2025 : Badan Pusat Statistik Lampung Timur.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Statistik ketenagakerjaan sektor pertanian indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Chemistry R, German Society for Clinical. 1992. Diagnostic reagent for quantitative in vitro determination of cholinesterase in serum or plasma on photometric systems. Germany: Diasys Diagnostic Systems.
- Dahlan MS. 2013. Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan. Jakarta: Salemba Medika.
- Darmiati D. 2021. Faktor-faktor yang berhubungan dengan risiko keracunan pestisida pada petani. Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan. 2(1):81.

- Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura. 2024. Data Produksi dan Luas Area Jagung Provinsi Lampung 2024. Bandar Lampung: Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura.
- Danudianti, Y., Setiani, O., & Ipmawati, P. 2016. Analisis Faktor & Faktor Risiko Yang Mempengaruhi Tingkat Keracunan Pestisida Pada Petani Di Desa Jati , Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(1), 427– 435.
- Djojosumarto P. 2016. *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Djojosumarto P. 2020. *Pengetahuan Dasar Pestisida Pertanian dan Penggunaannya*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Farid A, Suryani D, Rahayu M, Setiawan T. 2019. Hubungan karakteristik petani terhadap persepsi penerapan K3 (Keselamatan Kesehatan Kerja) pada petani Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Kesehatan*. 1(1):1–8.
- FAO. (2019). *Maize: Production and protection*. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2024. *Pesticides Use and Trade 1990–2022*. United Nations.
- Hardi, Ikhtiari H, Baharuddin A. 2020. Hubungan Pemakaian Pestisida terhadap Kadar Cholinesterase Darah pada Petani Sayur Jenetallasa-Rumbia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Jurnal Kesmas)*. 16(1):54–60.
- Hasanah L, dkk. 2023. *Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian Tahun 2023–Februari 2023*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Hasanah N, Entianopa, Listiawaty R. 2022. Faktor yang berhubungan dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada petani penyemprot pestisida di Puskesmas Paal Merah II. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 2(9):1–8.
- Hasibuan R. 2015. *Insektisida Organik Sintetik dan Biorasional*. Edisi 1. Yogyakarta: Plantaxia.
- Ibrahim JT, Mufriantje F. 2021. Sumber daya manusia sektor pertanian dalam berbagai perspektif. Malang: Psychology Forum bekerja sama dengan DPPs UMM.
- Kasryno, F., Pasandaran, E., & Fagi, A. M. (2018). *Jagung: Teknik produksi dan pengembangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian,

Kementerian Pertanian Republik Indonesia

- Karki R, Tharu N, Kaphle M. 2025. Knowledge and practices regarding safe pesticide use among farmers in the Bardiya District, Nepal: A cross-sectional study. *Journal of Public Health Research*. 14(2): 1–11.
- Kemenkes Republik Indonesia. 2021. Pedoman Kesehatan Kerja Sektor Pertanian. Jakarta: Direktorat Kesehatan Kerja.
- Kementerian Pertanian RI. 2023. Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian RI. 2022. Pentingnya Pengelolaan OPT dilakukan secara terpadu pada komoditas hortikultura. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). Pedoman budidaya tanaman jagung. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.
- Kumar D, Sinha SN. 2024. Chronic exposures to cholinesterase-inhibiting pesticides adversely affects the health of agricultural workers in India. *Environmental Research*. 252(2): 118961.
- Lestari SA, Pervitasari M, Nurfajriah S. 2019. Gambaran Kadar Cholinesterase Darah Petani Penyemprot Pestisida di Desa Bolang Kabupaten Karawang Jawa Barat. *Jurnal Mitra Kesehatan*. 2(1):35–40.
- Lismawati, Insan Noor T, Yuniawan Isyanto A. 2020. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas usahatani padi di lahan sawah irigasi pedesaan (suatu kasus di Desa Gunungsari Kecamatan Sadananya Kabupaten Ciamis). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*. 7(3):676–683.
- Mahyuni EL, Harahap U. 2023. The Farmer's Personal Hygiene Improvement Through the Use of Hand Soap Gel Extract of Acem Acem Leaf. *Abdimas Talenta: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 8(1):10–18.
- Mardiyanti E, Gunawan G, Hafizh R. 2023. Persepsi generasi Z terhadap profesi petani (studi kasus mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa). *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*. 5(2): 383–390.
- Menteri Kesehatan Indonesia. 2021. Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia 2021. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Menteri Pertanian RI. 2019. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Mohammad FK, Shaikh A, Ahmed A. 2024. Changes of blood cholinesterase activities among agricultural workers: a meta-analytic report. *Toxicology*

Reports. 13: 1-8.

- Nasution L. 2022. Pestisida dan Teknik Aplikasi. Buku Ajar Pestisida dan Teknik Aplikasi. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- National Research Council. 2019. Science and Decisions: Advancing Risk Assessment. Washington DC: The National Academies Press.
- Notoatmodjo S. 2018. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta.
- Notoatmodjo, S.2014. Ilmu Perilaku Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nugraheni R, Susilo A. 2025. Occupational Safety in Agriculture: A Systematic Literature Review of Practices and Health Outcomes. *International Journal of Multi Discipline Science*. 8(1):19–30.
- Oktafiani I, Sitohang MY, Saleh R. 2021. Sulitnya regenerasi petani pada kelompok generasi muda. *Jurnal Studi Pemuda*. 10(1): 1–12.
- Osang AR, Lampus BS, Wuntu AD. 2016. Hubungan antara masa kerja dan arah angin dengan kadar kolinesterase darah pada petani padi pengguna pestisida di Desa Pangian Tengah Kecamatan Passi Timur Kabupaten Bolaang Mongondow. *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT*. 5(2):151–157.
- Parawansa, A. K. 2024. Buku Referensi Tanaman Jagung Untuk Petani dan Masyarakat. Tahta Media Group.
- Park JY, Kim KA, Kim SL. 2015. Chloramphenicol is a potent inhibitor of cytochrome P450 isoforms CYP2C19 and CYP3A4 in human liver microsomes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 47(11):3464–3469.
- Rahman A, Hidayat R, Lestari S, Widodo T. 2022. Pengertian pendidikan, ilmu pendidikan dan unsur-unsur pendidikan. *Al Urwatul Wutsqa: Kajian Pendidikan Islam*. 2(1):1–8.
- Ranzez MC, Anwarudin O, Makhmudi M. 2020. Peranan orang tua dalam mendukung regenerasi petani padi (*Oryza sativa* L) di Desa Srikaton Kecamatan Buay Madang Timur. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 1(2): 117–128.
- Reese CD. 2017. Occupational Safety and Health: Fundamental Principles and Philosophies. Boca Raton: CRC Press (Taylor & Francis Group).
- Sari HP, Suhartono S, Raharjo M. 2023. Paparan pestisida organofosfat terhadap kadar kolinesterase pada saat penyemprotan. *Journal of Telenursing (JOTING)*. 5(2):2999–3007.
- Sapbamrer R. 2018. Pesticide Use, Poisoning, and Knowledge and Unsafe Occupational Practices in Thailand. *New Solutions*. 28(2):283–302.

- Siahaan S. 2020. Faktor yang berhubungan dengan kejadian keracunan pestisida pada petani sayur dan palawija di Desa Selat Kecamatan Pemayung Kabupaten Batang Hari tahun 2018. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 20(3):1079.
- Sofiana KD, Pratama A, Lestari H, Wulandari S. 2022. Analisis penggunaan jumlah bahan aktif pestisida dan banyaknya keluhan masalah kesehatan pada petani di wilayah agroindustri Jember. *Buletin Poltanesa*. 23(1):140–146.
- Tarwaka. 2008. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Tarwoto W. 2010. *Kebutuhan Dasar Manusia dan Proses Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika
- Titaley S, Souisa GV. 2021. Kadar Cholinesterase dalam Darah Petani di Dusun Taeno, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon. *2-TRIK: Tunas-Tunas Riset Kesehatan*. 11(3)
- Triastuti WE, Handayani R, Nugroho T, Putra A. 2023. Analisa kandungan logam berat krom pada air sumur menggunakan spektrofotometri. *Jurnal Kejuangan*. 1(1):1–7.
- United States Department of Agriculture. 2025. *World Agricultural Production*. Ekonomika APK. Washington DC: USDA.
- VCU Health Department of Pathology. 2018. *Blood Collection Procedures Patient Preparation*. Richmond: VCU Health.
- Villeda-González JD, Gómez-Olivares JL, Baiza-Gutman LA. 2024. New paradigms in the study of the cholinergic system and metabolic diseases: Acetyl- and butyrylcholinesterase. *Journal of Cellular Physiology*. 239(8):1274.
- WHO.2020. Preventing health risks from pesticide exposure: Guidelines for safe use and handling of pesticides. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2019). *Preventing health risks from the use of pesticides in agriculture*. WHO Press.
- Yuniarty T, Prasetyo H, Lestari D, Wahyuni S. 2024. *Modul Praktikum Hematologi*. Jakarta: Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia.
- Zoofaghari S, Maghami-Mehr A, Abdolrazaghnejad A. 2024. Organophosphate poisoning: review of prognosis and management. *Advanced Biomedical Research*. 13(1):1–10.