

E-MODUL PRAKTIKUM EKOLOGI PESTISIDA

Kode Mata Kuliah: 220301663P017

Disusun oleh:

Dr. E. Akhmad Syaifudin, M.P.

Indah Sri Lestari, S.P., M.Sc.

Dr. Ir. H. Akhyar Roeslan, M.P.

Muhammad Ugianur, S.Sos.



**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN**

LEMBAR PENGESAHAN

Telah disetujui dan disahkan sebagai e-modul praktikum dalam

Mata Kuliah Ekologi Pestisida

E-modul praktikum ini telah melalui proses verifikasi dan dinyatakan layak digunakan dalam pelaksanaan kegiatan praktikum pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Samarinda, April 2026

Menyetujui

Koordinator Program Studi



Kadis Mujiono, S.P., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19810323 200604 1 002

Koordinator Praktikum



Dr. Ir. Encik Akhmad Syaifuddin, MP.
NIP. 19620824 198803 1 002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. H. Fahrussyah, M.P.
NIP. 19671108 199203 1 002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga E-Modul Praktikum Ekologi Pestisida ini dapat disusun sebagai panduan bagi mahasiswa dalam melaksanakan praktikum secara sistematis dan ilmiah. Harapan disusunnya penuntun praktikum dapat membantu para mahasiswa lebih mudah mempelajari tentang praktikum Ekologi Pestisida. Materi dan penuntun praktikum yang telah ditulis memperhatikan fasilitas yang tersedia di dalam laboratorium, pengetahuan dan keterampilan dalam bidang Hama Tumbuhan yang perlu nantinya dikuasai mahasiswa. Materi praktikum yang dilakukan meliputi Kalibrasi alat semprot, Perhitungan Dosis Pestisida, Uji Dampak Pestisida terhadap organisme Non-Target, Pengaruh Persistensi Berbagai herbisida terhadap pertumbuhan Gulma, Pengaruh Herbisida terhadap Pertumbuhan Budidaya dan Residu Pestisida pada Tanah dan Tanaman.

Terima kasih kepada Tim Penyusun buku penuntun praktikum yang telah menyelesaikan. Semoga buku penuntun praktikum Ekologi Pestisida ini bisa bermanfaat bagi pemakai dan pembaca. Apabila ada kesalahan penulisan, kritik dan saran bisa disampaikan kepada pengampu praktikum.

Samarinda, April 2026
Tim Penyusun

TATA TERTIB DALAM PRAKTIKUM

Peraturan dalam praktikum ini bertujuan untuk menciptakan rasa aman dan nyaman dalam bekerja. Berikut ini tata tertib harus ditaati dan dilaksanakan oleh semua peserta praktikum atau praktikan:

1. Kegiatan praktikum akan dilakukan pada jam 13.00-15.00.
2. Mahasiswa harus hadir 10 menit sebelum praktikum dimulai.
3. Kegiatan praktikum akan diawali dengan test tertulis, sesuai dengan jadwal acara praktikum.
4. Selama praktikum, mahasiswa dan asisten diwajibkan menggunakan alat pengaman seperti jas laboratorium (dengan benar), masker dan sarung tangan karet.
5. Menjaga kesopanan, ketenangan dan ketertiban di laboratorium
6. Menonaktifkan atau mensilentkan handphone (HP).
7. Membersihkan alat, tempat dan ruang yang telah digunakan (kursi dirapikan, papan tulis dibersihkan, lantai disapu, sampah dibuang ke tempat yang telah disediakan).
8. Melaporkan kepada penanggungjawab laboratorium apabila terjadi kecelakaan (alat hilang, rusak, pecah, bahan kimia tumpah, terhirup, tertelan, kebakaran dll).
9. Mahasiswa yang tidak (akan) mengikuti acara kegiatan praktikum, wajib melaporkan diri kepada penanggung jawab praktikum satu hari sebelum pelaksanaan praktikum itu dimulai.
10. Hal-hal yang belum disebutkan di atas, akan diatur sesuai dengan keadaan.

Selama bekerja di laboratorium, praktikan tidak diperbolehkan:

1. Makan, minum, merokok, dan melakukan aktivitas lain yang tidak ada kaitannya dengan acara praktikum.
2. Melakukan aktivitas yang dapat membahayakan diri sendiri dan orang lain
3. Mengganggu jalannya acara praktikum dan penelitian
4. Bermain-main dengan alat dan bahan berbahaya dan bermalasan
5. Menggunakan alat-alat laboratorium yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan rencana kerja
6. Mengambil alat atau bahan tanpa seijin dan sepengetahuan penanggung jawab laboratorium
7. Membuang bahan/zat berbahaya (korosif, karsinogenik, mudah terbakar) dan padatan ke tempat cucian.
8. Mengambil, mengotori, menghilangkan, merusak atau memecahkan peralatan dan sarana/prasarana laboratorium.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	1
KATA PENGANTAR.....	2
TATA TERTIB DALAM PRAKTIKUM	3
DAFTAR ISI.....	4
ACARA I. Perhitungan Dosis Pestisida.....	5
ACARA II. Uji Dampak Pestisida terhadap Organisme Non Target (Bioassaay dengan organisme non-target)	9
ACARA III. Pengaruh Pestisida terhadap Kualitas Tanah	13
ACARA IV. Uji Dampak Pestisida terhadap Keanekaragaman Serangga	20
ACARA V. Pengaruh Herbisida terhadap Pertumbuhan Tanaman Budidaya	23
ACARA VI. Simulasi Risiko Ekologi Pestisida	25
Referensi	26

ACARA I. Perhitungan Dosis Pestisida

1.1 Tujuan Praktikum

Tujuan dari praktikum ini adalah:

- a. Mahasiswa mampu memahami informasi dosis pada label pestisida.
- b. Mahasiswa mampu menghitung kebutuhan pestisida berdasarkan luas lahan.
- c. Mahasiswa mampu menentukan konsentrasi larutan pestisida yang akan digunakan.
- d. Mahasiswa mampu menerapkan prinsip tepat dosis dalam penggunaan pestisida.

1.2 Dasar Teori

Pestisida

Pestisida merupakan bahan kimia atau biologis yang digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman seperti serangga, gulma, dan patogen tanaman. Penggunaan pestisida yang tepat dapat meningkatkan produktivitas pertanian, namun penggunaan yang tidak tepat dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Penggunaan pestisida perlu adanya penerapan 6T berdasarkan Kumpulan Peraturan Pestisida tahun 2020. Berikut merupakan prinsip 6T:

1. Tepat jenis yaitu disesuaikan jenis pestisida yang digunakan dengan jenis organisme pengganggu tumbuhannya, misalnya untuk mengendalikan serangga menggunakan insektisida, mengendalikan cendawan menggunakan fungisida, pengendalian gulma menggunakan herbisida.
2. Tepat dosis yaitu banyaknya pestisida yang diaplikasikan persatuan luas atau berat atau volume sasaran disesuaikan dengan rekomendasi yang ditetapkan, misalnya kg/hektar.
3. Tepat cara yaitu disesuaikan antara bentuk formulasi pestisida dan alat aplikasi yang digunakan, misalnya penyemprotan, pemadaman, penaburan, pengolesan.
4. Tepat sasaran yaitu disesuaikan dengan jenis komoditi tanaman serta jenis dan cara hidup organisme pengganggu tumbuhan yang akan diaplikasikan pestisida.
5. Tepat waktu yaitu pada waktu populasi organisme pengganggu tumbuhan telah mencapai ambang pengendalian dan sebagian besar dalam stadium peka, keadaan cuaca memenuhi syarat.
6. Tepat tempat yaitu disesuaikan dengan keadaan tempat yang akan diaplikasikan pestisida, misalnya lahan kering, lahan berair, rawa, gudang.

Penggunaan bahan kimia pertanian modern merupakan salah satu cara untuk melakukan kontrol organisme pengganggu tanaman. Penggunaan pestisida perlu adanya dosis yang tepat dalam suatu aplikasi. Kesalahan dalam menentukan dosis dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman, peningkatan resistensi

terhadap hama, pencemaran lingkungan, serta potensi keracunan pada manusia dan makhluk hidup lain yang tidak menjadi sasaran. Praktik aplikasi pestisida dalam pertanian yang berkelanjutan, penerapan pestisida harus sesuai dengan prinsip lima keakuratan, yaitu jenis yang tepat, dosis yang tepat, waktu yang tepat, sasaran yang tepat, dan metode aplikasi yang tepat. Prinsip-prinsip tersebut, akurasi dosis menjadi sangat krusial karena mempengaruhi efektivitas pengendalian hama serta kemungkinan dampak terhadap lingkungan.

Dosis Aplikasi merupakan jumlah pestisida yang akan digunakan untuk melakukan penyemprotan dengan area seluas satu hektar (L/ha, kg/ha). Konsentrasi merupakan jumlah pestisida yang akan dilarutkan kedalam 1 liter air (mL/L, mg/L). Keduanya berhubungan erat dengan volume semprot, yaitu jumlah air dan pestisida yang akan digunakan untuk proses penyemprotan dengan luas area 1 hektar (Oktaviani et al., 2025).

Dosis dan konsentrasi ditentukan oleh produsen atau lembaga penelitian yang berwenang setelah melalui penelitian yang mendalam. Takaran ini harus ditaati. Kenyataannya di lapangan, takaran aplikasi bisa "d disesuaikan" menurut keadaan. Terdapat beberapa keadaan yang memaksa kita untuk "menyesuaikan" (umumnya, tetapi tidak selalu berarti menaikkan) takaran aplikasi tersebut, yaitu:

1. Takaran aplikasi umumnya diberikan dalam suatu kisaran (range). Sebagai contoh, dosis antara 1-1,5 liter/ha dan konsentrasi antara 1,5-2 ml/liter air. Jika serangan OPT tidak terlalu berat (meskipun sudah melampaui ambang pengendalian atau ambang ekonomi), gunakan takaran yang rendah. Jika serangan cukup berat, gunakan takaran yang tinggi.
2. Pengujian untuk menetapkan takaran aplikasi dilakukan pada OPT yang masih peka terhadap pestisida tersebut. Jika OPT (terutama hama dan penyakit, kadang-kadang juga gulma) sudah berkurang kepekaannya terhadap pestisida tersebut, sering kali diperlukan takaran yang lebih tinggi.
3. Untuk herbisida tanah, takaran bisa berbeda jika jenis atau tipe tanahnya berbeda. Untuk tanah yang berat atau kandungan liatnya tinggi, takaran harus dinaikkan untuk mengkompensasi bahan aktif yang mungkin diikat oleh koloid tanah. Demikian halnya pada tanah yang sangat ringan, herbisida akan mudah tercuci ke bawah (da Lopes & Djaelani, 2022)

Perhitungan dosis pestisida biasanya mengacu pada informasi yang tertera pada label produk, seperti konsentrasi bahan aktif, rekomendasi dosis per hektar, jumlah cairan semprot, dan luas kawasan yang akan diaplikasikan. Perhitungan dosis diharapkan mahasiswa harus dapat menghitung kebutuhan pestisida dengan akurat sebelum menerapkannya di lapangan. Melalui kegiatan praktikum ini, mahasiswa diharapkan dapat mengerti cara membaca informasi di label pestisida dan menghitung kebutuhan pestisida berdasarkan luas area serta volume semprot yang digunakan.

Prinsip Tepat Dosis

Tepat dosis merupakan salah satu prinsip penting dalam penggunaan pestisida. Dosis pestisida yang terlalu rendah dapat menyebabkan pengendalian hama menjadi tidak efektif, sedangkan dosis yang terlalu tinggi dapat meningkatkan risiko pencemaran lingkungan dan keracunan organisme non-target serta terjadinya resistensi. Dengan demikian penggunaan pestisida harus mengikuti dosis formulasi yang telah direkomendasikan pada label kemasannya.

Dosis pestisida biasanya dinyatakan dalam satuan:

- liter per hektar (L/ha)
- kilogram per hektar (kg/ha)
- mililiter per liter air (ml/L)

Volume Semprot

Volume semprot merupakan jumlah larutan pestisida yang digunakan untuk menyemprot suatu area tertentu. Volume semprot dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- jenis tanaman
- ukuran tanaman
- tipe alat semprot
- kondisi lingkungan

Perhitungan kebutuhan pestisida dapat dilakukan dengan rumus berikut:

Volume semprot per hektar:

Volume semprot (L/ha) = Volume larutan yang digunakan / luas area yang disemprot

Perhitungan kebutuhan pestisida:

Jumlah pestisida = dosis anjuran × luas lahan

1.3 Metode Kerja

a. Alat dan Bahan

Alat

- Hand sprayer atau sprayer manual
- Gelas ukur
- Stopwatch
- Timbangan digital
- Meteran
- Ember atau wadah larutan

Bahan

- Air bersih
- Decis
- Pegasus

- Roundop
- Label pestisida contoh

b. Prosedur Kerja

1. Siapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan.
2. Larutkan pestisida sesuai dengan dosis di label untuk diencerkan sesuai kebutuhan

c. Perhitungan

Contoh perhitungan:

Jika dosis pestisida yang dianjurkan adalah 2 L/ha, maka kebutuhan pestisida untuk luas lahan tertentu dapat dihitung sebagai berikut:

Kebutuhan pestisida = Dosis × Luas lahan

Contoh:

Dosis pestisida = 2 L/ha Luas lahan = 0,5 ha

Kebutuhan pestisida = $2 \times 0,5 = 1$ liter

d. Analisis Data

Mahasiswa diminta untuk:

1. Menghitung kebutuhan pestisida untuk luas lahan tertentu.
2. Membandingkan hasil perhitungan antar kelompok.
3. Menjelaskan faktor yang mempengaruhi ketepatan dosis pestisida.

1.4 Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa perhitungan dosis pestisida penting dalam praktik pertanian?
2. Apa dampak penggunaan pestisida dengan dosis yang terlalu tinggi?
3. Faktor apa saja yang mempengaruhi volume semprot di lapangan?
4. Bagaimana hubungan antara prinsip lima tepat dengan keberhasilan pengendalian hama?

1.5 Pretest dan Post test

- Pretest

1. Apa yang dimaksud dengan pestisida?
2. Sebutkan prinsip 6T pestisida!
3. Sebutkan alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum ini!

- Post test

1. Jika dosis pestisida yang dianjurkan adalah 2 L/ha, maka kebutuhan pestisida untuk luas lahan 10 ha?

ACARA II. Uji Dampak Pestisida terhadap Organisme Non Target (Bioasaay dengan organisme non-target)

2.1 Tujuan

Mahasiswa mampu mengidentifikasi dan menguji toksisitas pestisida terhadap organisme akuatik sederhana

2.2 Dasar Teori

Sebagian besar pestisida memiliki sifat toksik bagi berbagai organisme non-target selain spesies target yang dituju, karena spesies hama dan non-hama memiliki karakteristik struktural dan fisiologis yang sama. Organisme non-target salah satunya adalah termasuk ikan. Konsekuensi paparan satu jenis pestisida pada satu waktu, seperti pestisida organoklorin (OC), organofosfat (OP), atau karbamat, telah menjadi subjek utama dari banyak penelitian ekotoksikologi yang melibatkan ikan. Pestisida mengalami biomagnifikasi di sepanjang rantai makanan dan bioakumulasi pada spesies akuatik. Melalui rantai makanan, proses ini dapat mengakibatkan konsentrasi pestisida yang lebih tinggi dan kemungkinan dampak pada kesehatan manusia. Konsumsi ikan dapat membuat manusia terpapar pestisida yang terakumulasi. Ikan telah terbukti memiliki dampak pada susunan nutrisi air banjir, mengoksidasi permukaan tanah, dan memiliki efek positif pada pertumbuhan padi, yang menjadikannya bagian penting dari siklus nutrisi padi di sawah. Ikan menyediakan nutrisi bagi sawah melalui produk limbahnya dan pembusukan ikan mati. Pestisida kimia adalah senjata bermata dua yang berpotensi membahayakan manusia dan lingkungan sama seperti membahayakan hama target. Ketika terpapar stres kontaminasi, spesimen ikan mas mengalami perubahan yang cukup besar pada karakteristik molekuler, seluler, histologis, dan fisiologisnya (Ray & Shaju, 2023).

Penggunaan pestisida yang tidak tepat dapat membahayakan kesehatan petani dan konsumen, mikroorganisme non target serta berdampak pada pencemaran lingkungan tanah dan air. Pestisida telah mencemari hampir semua bagian dari lingkungan dan residu pestisida ditemukan di tanah, udara, dan air permukaan serta air tanah. Kontaminasi yang dihasilkan oleh pestisida dapat menimbulkan risiko signifikan terhadap lingkungan dan organisme non-target mulai dari mikroorganisme tanah yang bermanfaat hingga serangga, tanaman, ikan, dan burung. Petani yang masih memiliki sikap tidak baik dikarenakan petani masih kurang menyadari tentang bahaya dan dampak dari pestisida dan berdampak terhadap lingkungan sekitar (Sinambela, 2024).

2.3 Metode Kerja

a. Alat dan bahan

Alat:

- Akuarium
- Pipet
- Larutan pestisida beberapa konsentrasi

- Aquades

Bahan:

- Ikan guppy
- Abamektin
- Sipermetrin
- Benomil
- Bupirimat

b. Perlakuan

Perlakuan	Konsentrasi
P0	Kontrol
P1	Abamektin (0,5ml/l)
P2	Sipermetrin (2 ml/l)
P3	Benomil (2ml/l)
P4	Bupirimat (0,5 ml/l)

c. Prosedur Kerja

a. Persiapan Organisme

- Pilih ikan guppy yang sehat dan aktif
- Tempatkan dalam wadah untuk aklimatisasi selama 24 jam sebelum perlakuan
- Selama aklimatisasi gunakan air bersih, pertahankan suhu dan beri pakan secukupnya
- Hentikan pemberian pakan 12-24 jam untuk mengurangi variasi metabolic dan pencemaran air
- Keluarkan ikan apabila menunjukkan gejala lemah atau sakit.

b. Persiapan Larutan Pestisida

- Siapkan pestisida dengan konsentrasi tertentu
- Encerkan pestisida yang akan digunakan sesuai dosis dan konsentrasi
-

c. Persiapan Wadah Uji

- Siapkan wadah uji sesuai jumlah perlakuan dan ulangan
- Masukkan volume air yang sama ke setiap wadah (1000mL)
- Tambahkan larutan pestisida sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan
- Beri label pada setiap wadah (perlakuan dan ulangan)
- Pastikan wadah seragam

d. Memasukkan ikan

- Masukkan ikan kedalam setiap wadah dengan jumlah yang sama secara hati-hati.
- Hindari stress mekanik saat melakukan pemindahan
- Tempatkan semua wadah perlakuan dengan kondisi yang sama (cahaya dan suhu)
- Selama pengujian umumnya ikan tidak akan diberi pakan untuk menjaga kualitas air agar tidak menurun dan lebih konsisten.

d. Pengamatan

1. Mortalitas
2. Perubahan perilaku
3. Waktu kematian

e. Parameter

- Persentase mortalitas
- LC50 (Konsentrasi mematikan 50% populasi)

f. Perhitungan Mortalitas

a. Mortalitas

$$Mortalitas (\%) = \frac{\text{Jumlah ikan mati}}{\text{Jumlah ikan awal}} \times 100$$

b. Mortalitas terkoreksi (apabila kontrol terjadi kematian)

$$Mortalitas (\%) = \frac{\text{Mortalitas perlakuan} - \text{Mortalitas Kontrol}}{100 \times \text{Mortalitas Kontrol}} \times 100$$

Tabel Pengamatan Kondisi Ikan pada pengujian

Perlakuan	Pengamatan hari ke....			
	1	2	3	4
Kontrol				
Abamektin (0,5ml/l)				
Sipermetrin (2 ml/l)				
Benomil (2ml/l)				
Bupirimat (0,5 ml/l)				

Hitung Presentasi Mortalitas pada Ikan dengan menggunakan rumus diatas.

g. Pertanyaan

1. Tuliskan rumus dari mortalitas
2. Perlakuan apa saja yang dibutuhkan saat melakukan proses praktikum?

ACARA III. Pengaruh Pestisida terhadap Kualitas Tanah

3.1 Tujuan:

Mengetahui residu pestisida dan dampaknya pada mikroorganisme tanah

3.2 Dasar Teori

a. Tanah sebagai Indikator Kualitas

Tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting untuk kehidupan semua makhluk di bumi. Fungsinya banyak sekali, seperti membantu berbagai aktivitas hidup, menjaga beragamnya kehidupan, dan meningkatkan hasil produksi. Selain itu, tanah juga membantu mengatur dan memisahkan air dari campuran, serta menyaring, menyangga, mendegradasi, mengimobilisasi, dan mendetoksifikasi berbagai bahan organik dan anorganik, seperti limbah dari industri dan kota serta endapan dari udara. Tanah juga berperan penting dalam menyimpan dan mengembalikan kembali hara serta unsur-unsur lainnya dalam biosfer bumi. Selain itu, tanah juga mendukung pembentukan struktur sosial-ekonomi dan melindungi kekayaan arkeologis yang berkaitan dengan tempat tinggal manusia.

Pestisida yang digunakan dalam pertanian bisa membuat tanah tercemar karena proses pengendapan dan masuknya pestisida ke dalam tanah. Hal ini bisa menyebabkan penurunan kesuburan tanah serta berbagai masalah lingkungan lainnya. Selain itu, pestisida yang merusak tanah juga bisa terbawa oleh air ke sungai-sungai dekat, sehingga menyebabkan pencemaran air sungai. Penggunaan pestisida kimia dapat merusak kualitas tanah dan air sungai, yang berdampak besar terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Tanah yang terkontaminasi pestisida bisa menyebabkan penurunan hasil panen pertanian dan juga membuat tanaman tercemar, yang berpotensi merusak kesehatan manusia. Pencemaran air sungai juga dapat mengancam keberlangsungan ekosistem sungai dan keberadaan organisme air

Tanah merupakan suatu ekosistem yang mengandung berbagai jenis biota (organisme) dengan morfologi dan sifat fisiologi yang berbeda-beda. Ada yang hanya terdiri atas beberapa individu, ada pula yang jumlahnya mencapai jutaan per gram tanah. Banyaknya biota berpengaruh terhadap sifat kimia dan fisik tanah serta pertumbuhan tanaman (Saraswati et al., 2007). Aktivitas mikroba tanah yang terganggu akibat penggunaan pestisida mempengaruhi kualitas gizi tanah dan memberikan gangguan ekologis yang serius. Rendahnya mikroba tanah juga dapat mengurangi kontribusi mikroba terhadap kesuburan tanah. Mikroba terlibat dalam proses mendasar seperti pembentukan tanah dan siklus hara serta memiliki hubungan penting

antara ketersediaan hara tanah dan produktivitas tanaman. Mikroba tanah terlibat langsung dalam siklus nutrisi melalui transformasi bentuk organik dan anorganik (Ellouze et al., 2014) (Benu et al., 2020).

Residu pestisida adalah zat tertentu yang terkandung dalam hasil pertanian bahan pangan atau pakan hewan yang dapat menimbulkan efek yang bersifat tidak langsung terhadap konsumen, namun dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan kesehatan diantaranya berupa gangguan pada syaraf dan metabolisme enzim (Yusnani, 2013).

b. Interaksi pestisida dalam lingkungan tanah

Kadar dan perilaku pestisida di lingkungan tanah dikendalikan oleh sejumlah proses utama, meliputi adsorpsi–desorpsi, degradasi (biotik dan abiotik), pelindian (leaching), serta limpasan (runoff) menuju badan air permukaan. Proses-proses tersebut menentukan distribusi, mobilitas, persistensi, serta potensi pencemaran pestisida pada kompartemen lingkungan seperti tanah, air tanah, dan perairan permukaan. Adsorpsi–desorpsi dan degradasi merupakan mekanisme dominan yang memengaruhi dinamika pestisida di dalam tanah. Sebagian besar pestisida yang diaplikasikan akan berinteraksi dengan fraksi bahan organik dan mineral liat melalui proses adsorpsi, atau mengalami transformasi melalui aktivitas mikroorganisme serta reaksi kimia seperti hidrolisis dan oksidasi. Intensitas dan arah proses tersebut dipengaruhi oleh karakteristik fisikokimia pestisida dan sifat tanah. Pestisida memiliki variasi sifat fisikokimia, seperti tingkat kelarutan dalam air, sifat hidrofilitas atau hidrofobitas, bentuk ionik atau non-ionik, serta karakter asam atau basa lemah. Sementara itu, sifat tanah yang berperan meliputi tekstur, struktur, kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), dan pH. Variasi komposisi tanah pada berbagai lokasi menyebabkan perilaku pestisida menunjukkan heterogenitas yang tinggi dalam lingkungan tanah (Rasool et al., 2022)

c. Adsorpsi /Desorpsi pestisida dalam tanah

Proses yang mengontrol aksesibilitas pestisida untuk berbagai proses penyebaran dan perubahan adalah adsorpsi dan desorpsi pestisida di dalam tanah. Proses adsorpsi/desorpsi telah banyak diteliti dan diketahui dipengaruhi oleh berbagai variabel yang berkaitan dengan sifat tanah dan komposisinya. Variabel utama meliputi kandungan lempung tanah, bahan organik padat, bahan organik terlarut, pH dan salinitas tanah. Adsorpsi adalah proses dimana partikel adsorbat berinteraksi dengan situs penyerapan di permukaan adsorben. Salah satu prosedur terpenting yang memengaruhi interaksi pestisida dengan lingkungan tanah adalah proses adsorpsi. Tingkat transformasi pestisida menjadi senyawa terdegradasi dan juga proses lain yang menentukan nasib pestisida di lingkungan tanah dengan mengatur transportasinya di

sedimen tanah sangat dipengaruhi oleh proses adsorpsi. Adsorpsi pestisida mengakibatkan penurunan degradasi pestisida oleh mikroba, atau meningkatkan degradasi non-biologis karena mengkatalisis hidrolisis

A. Sifat-sifat pestisida yang memengaruhi adsorpsinya di dalam tanah

Perilaku pestisida di dalam tanah dan lingkungan bergantung pada adsorpsi yang pada gilirannya bergantung pada dua faktor utama: sifat pestisida dan sifat tanah. Sifat molekuler pestisida seperti kelarutan, ionisasi, hidrofilitas, dan lipofilitas sangat penting.

B. Kelarutan pestisida

Kelarutan pestisida nonionik dalam air terkadang dianggap sebagai indikator adsorpsi. Interaksi antara air dan pestisida sangat penting karena adsorpsi di tanah terjadi dalam medium berair. Diuron memiliki kelarutan rendah dalam air (42 mg/l pada 25 °C) sehingga tidak teradsorpsi di tanah dan mengalami biodegradasi. Fenuron sangat larut dalam air sehingga memiliki daya absorpsi rendah. Karena itu, fenuron menunjukkan mobilitas tinggi dalam sistem tanah dan air alami. Oleh karena itu, menetapkan aturan umum dapat menyebabkan situasi yang membingungkan karena kompleksitas berbagai mekanisme adsorpsi.

C. Hidrofilitas dan lipofilitas pestisida

Hidrofilitas dan lipofilitas pestisida memengaruhi pengikatan pestisida dengan tanah. Hidrofilitas mengacu pada afinitas pestisida terhadap molekul air dan dijelaskan melalui kelarutan dalam air. Lipofilitas, di sisi lain, dinilai berdasarkan kemampuan pestisida untuk terurai menjadi lipid atau lemak, minyak, dan pelarut non-polar, yang diukur dengan koefisien partisi oktanol-air (K_{ow}). Biasanya senyawa yang larut dalam air teradsorpsi lemah pada konstituen organik tanah dibandingkan dengan senyawa lipofilik. Proses utama dalam interaksi hidrofobik meliputi adsorpsi senyawa non-ionik, namun dalam kasus senyawa yang bersifat polar, interaksi hidrofilik lebih relevan. Secara mendalam, senyawa dengan kelarutan air yang lebih tinggi diperkirakan akan mudah diangkut ke air permukaan dan air tanah (Rasool et al., 2022)

3.3 Metode Kerja

a. Alat dan Bahan

1. Uji aktivitas mikroba dengan menghitung jumlah koloni jamur

Alat :

- Pipa/Ring/Cetok
- Wadah plastik
- Cawan petri
- Pinset
- Jarum ent
- Slide dan cover glass
- Optilab
- Mikroskop
- Pipet
- Tube

Bahan :

- Tanah organik dan tanah dengan aplikasi pestisida masing-masing sebanyak 1kg
- Media PDA

2. Pengukuran Respirasi Tanah Untuk Mengetahui Aktivitas Mikroba Dalam Tanah

Alat :

- Dua buah stoples bertutup.
- Empat buah tabung film.
- Massa tanah 250 g.
- KOH 0,2 N.
- Akuades.
- Indikator warna penolptalin.
- Indikator warna metil oranye.
- HCl 0,1 N.

b. Prosedur Kerja

1. Uji aktivitas mikroba dengan menghitung jumlah koloni jamur, bakteri, nematoda (Fajriyanti et al., 2021)

a. Preparasi sampel tanah

- Pengambilan sampel tanah pada lahan organik dan konvensional dengan pipa/cetok untuk mendapatkan tanah bagian atas (5 cm tanah yang terambil pada bagian atas pipa), bawah (5 cm tanah terbawah pada pipa) dan tengah (tanah ditengah tengah pipa).
- Sampel tanah ditimbang 10 g kemudian dimasukkan ke tube dan ditambahkan aquadest steril melalui spuit injeksi.

- Sampel kemudian dihomogenkan dengan cara divortex yang setelah itu di sentrifugasi dengan kecepatan 500 rpm selama 10 menit.

b. Pemiakan fungi tanah

- Campuran sampel tanah yang telah memisah diambil supernatannya sebanyak 100µL secara aseptis menggunakan mikropipet.
- Sampel kemudian dipindahkan ke atas media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diratakan menggunakan spreader. Inkubasi dilakukan pada suhu ruangan 28 ± 2oC selama 7 hari.

2 Pengukuran Respirasi Tanah Untuk Mengetahui Aktivitas Mikroba Dalam Tanah (Herdiyanto, 2022)

Cara Kerja:

1. Tanah dimasukkan ke dalam stoples kemudian diberi 2 tabung film berisi 5 ml 0,2 N KOH dan 10 ml air dan ditutup sampai kedap udara.
2. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang di tempat gelap.
3. Hal yang sama dilakukan pada kontrol, yaitu stoples tanpa tanah.
4. Pada akhir inkubasi ditambahkan 2 tetes penolptalin ke dalam tabung film KOH kemudian dititrasi dengan HCl sampai warna merah hilang dan dicatat volume HCl yang diperlukan.
5. Selanjutnya ditambahkan 2 tetes metil oranye dan dititrasi lagi dengan HCl sampai warna kuning berubah menjadi warna merah muda (pink) lalu volume HCl yang diperlukan dicatat.
6. Menurut Anas (1989) jumlah volume HCl yang digunakan pada tahap ke dua titrasi berhubungan langsung dengan jumlah CO₂ yang difiksasi. Jumlah CO₂-C yang dihasilkan per kg tanah lembab per hari dihitung dengan rumus:

$$r = \frac{(a - b) \times t \times 12 \times \frac{1000}{BKM}}{n}$$

Dimana: a = HCl contoh tanah (ml), b = HCl kontrol (ml), t = normalitas HCl (N), n = jumlah hari inkubasi dan BKM = bobot kering tanah (g).

Tabel 1. Pengamatan Respirasi Tanah.

Stoples	Volume HCl untuk Mengubah Warna Merah Menjadi Bening (ml)	Volume HCl untuk Mengubah Warna Kuning Menjadi Merah Muda (ml)	Normalitas HCl (N)	Massa Tanah BKM (g)	Jumlah Hari Inkubasi (n)	Respirasi Tanah (mg CO₂-C/kg/hari)
Berisi Tanah (a)	0,1	250	3	...
Kontrol (b)	0,1	-	3	

Pertanyaan

Tugas Individu

1. Berdasarkan data yang diperoleh dari praktikum cobalah Anda hitung nilai respirasi tanah tersebut:

Stoples	Volume HCl untuk Mengubah Warna Merah Menjadi Bening (ml)	Volume HCl untuk Mengubah Warna Kuning Menjadi Merah Muda (ml)	Normalitas HCl (N)	Massa Tanah BKM (g)	Jumlah Hari Inkubasi (n)	Respirasi Tanah (mg CO₂-C/kg/hari)
Berisi Tanah (a)	0,55	0,4	0,1	250	3	...
Kontrol (b)	0,2	0,1	0,1	-	3	

2. Bagaimana nilai respirasi pada tanah yang diamati tersebut, apakah tergolong tinggi atau rendah? Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi nilai respirasi tanah?
3. Amati perubahan yang terjadi pada media pada hari ke 3.
4. Hitung jumlah koloni yang tumbuh.
5. Amati mikroba secara mikroskopis pada hari ke 7. Gunakan optilab untuk dokumentasi mikroskopis. Dokumentasikan semua kegiatan tersebut.

ACARA IV. Uji Dampak Pestisida terhadap Keanekaragaman Serangga

4.1 Tujuan:

Mengukur pengaruh aplikasi pestisida terhadap populasi serangga non-target.

4.2 Dasar Teori

Agroekosistem padi sawah mempunyai keragaman flora dan fauna yang rendah sehingga keseimbangan yang tercipta bersifat labil. Serangga hama merupakan masalah utama dalam usaha tani padi sejak di persemaian sampai menjelang panen dan pascapanen. Permasalahan serangga di bidang pertanian tidak terlepas dari peran serangga sebagai hama. Serangga merupakan salah satu kelompok binatang yang merupakan hama utama bagi banyak jenis tanaman yang dibudidayakan manusia. Indeks keragaman dapat digunakan untuk menyatakan hubungan kelimpahan spesies dalam suatu komunitas. Indeks keragaman dengan variabel yang menggolongkan struktur komunitas meliputi: jumlah spesies, kelimpahan relatif, spesies (kesamaan), dan homogenitas dan ukuran dari area sampel (Sumarmiyati et al., 2019).

Dampak Penggunaan Pestisida terhadap Keanekaragaman Hayati Serangga (Quandahor et al., 2024)

a. Efek Langsung

Pestisida diketahui berbahaya bagi serangga, dengan kematian langsung yang sering dilaporkan, dan serangga non-target adalah yang paling rentan dibandingkan dengan serangga lainnya. Pestisida ini bekerja secara langsung dengan mengganggu sistem saraf serangga atau merusak eksoskeletonnya, menyebabkan kelumpuhan dan kematian. Pestisida memengaruhi serangga yang bermigrasi ke lahan yang disemprot dan serangga yang ada selama perlakuan. Pestisida seperti malathion, metamidophos, abamectin, acetamiprid, imidacloprid, dan acephate dilaporkan beracun bagi serangga target dan non-target. Efek langsung aplikasi insektisida memengaruhi populasi serangga, lebah, dan ngengat, tetapi tidak pada hama target.

b. Dampak Tidak Langsung

Toksikan menunjukkan efek tidak langsung ketika organisme lain menjadi rentan terhadap bahan aktif pestisida. Efek tidak langsung pestisida dapat dianggap sebagai efek samping yang memengaruhi struktur ekologis spesies yang terpengaruh daripada mode aksi spesifik dari berbagai bahan kimia. Berbagai toksikan individu juga dapat memiliki efek buruk pada keanekaragaman spesies dan interaksi mereka dalam ekosistem. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar pestisida yang digunakan dalam pertanian berkontribusi secara signifikan terhadap penurunan keanekaragaman serangga karena efek samping pada spesies non-target. Meskipun upaya telah dilakukan untuk mengklasifikasikan setiap jenis pestisida

dan organisme targetnya, seperti burung, tumbuhan, serangga, dan arthropoda lainnya, efek tidak langsung pestisida ini pada interaksi tingkat trofik di antara berbagai kelompok organisme belum ditangani. Misalnya, beberapa herbisida yang disetujui melalui penilaian risiko untuk keamanannya terhadap lingkungan dan organisme lain kemudian ditemukan mengurangi tanaman non-target yang menyediakan makanan bagi penyerbuk dan serangga bermanfaat lainnya. Akibatnya, interaksi trofik yang mendasari keanekaragaman hayati dapat berkurang.

4.3 Metode Kerja

a. Alat dan Bahan

- Light trap
- Jaring serangga
- Yellow sticky trap
- Pitfall trap
- Alkohol
- Botol koleksi
- Saringan
- Botol koleksi sebagai tempat serangga
- Hand counter untuk menghitung jumlah serangga
- Kuas untuk mempermudah pengambilan serangga
- Petridish
- Pinset
- Kaca pembesar untuk membantu melihat serangga
- Mikroskop untuk membantu identifikasi serangga
- Kamera digital
- Kertas label
- Tali rafia
- Kantung plastic
- Buku identifikasi serangga, kamera dan alat dokumentasi lainnya.
-

Indeks keragaman (*richness*) dianalisis menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon- Wiener (Lestari & Martono, 2026) sebagai berikut:

$$H = - \sum_{t=1}^s p_i \ln p_i$$

keterangan:

H = jumlah jenis dalam seluruh plot sampel

S = kekayaan spesies atau total jumlah jenis spesies

Pi = proporsi dari jumlah spesies I di plot sampel atau proporsidari jumlah individu setiap jenis dan jumlah individu seluruh jenis

Tabel 1. Kategori keanekaragaman serangga berdasarkan nilai menurut Odum (1993):

Nilai	Kategori
$H' \leq 1$	Rendah
$1 < H' < 3$	Sedang
$H' \geq 3$	Tinggi

b. Cara kerja

1. Bagi plot menjadi dua bagian: satu diberi pestisida dan satu control (tanpa pestisida)
2. Ambil sampel menggunakan alat yellow sticky trap, pitfall, dan sweep net.
3. Pengambilan artropoda dilakukan menggunakan *sweepnet* diayunkan pada lahan diatas tajuk tanaman
4. *pitfall* yang telah dibenamkan sejajar dengan tanah di lima titik lokasi tiap petak lahan
5. *yellow sticky trap* yang dipasang di lima titik lokasi tiap perlakuan dengan ketinggian diatas tajuk tanaman
6. *pitfall* dan *yellow sticky trap* di biarkan selama 24 jam kemudian diambil, untuk pitfall dimasukkan ke dalam botol kaca dan dibawa ke laboratorium untuk identifikasi.
7. Amati, hitung dan identifikasi jumlah spesies serta individu serangga yang telah diperoleh dengan menggunakan buku identifikasi.
8. Analisis menggunakan indeks keragaman (Shannon-wiener) antara kedua plot.

4.4 Pertanyaan

Pre test

1. Jelaskan fungsi penggunaan yellow sticky trap, pitfall, dan sweep net.
2. Jelaskan secara singkat apa yang dimaksud dengan keanekaragaman serangga.
3. Sebutkan dua faktor lingkungan yang dapat memengaruhi keanekaragaman serangga di suatu lahan.
4. Menurut kalian, bagaimana pestisida dapat memengaruhi populasi serangga selain hama?

Post Test

1. Berdasarkan hasil praktikum, bagaimana perubahan jumlah spesies atau individu serangga setelah aplikasi pestisida? Jelaskan penyebabnya.
2. Analisis hubungan antara penggunaan pestisida dengan keseimbangan ekosistem serangga.
3. Jika suatu pestisida menyebabkan penurunan serangga predator, apa implikasinya terhadap populasi hama?

ACARA V. Pengaruh Herbisida terhadap Pertumbuhan Tanaman Budidaya

5.1 Tujuan:

Untuk mengetahui pengaruh jenis herbisida terhadap pertumbuhan tanaman budidaya

5.2 Dasar Teori

Herbisida sangat penting dalam pertanian saat ini karena dapat mengatasi gulma dan membantu pertumbuhan tanaman yang bisa dipanen terus-menerus. Namun, penggunaan herbisida telah menyebabkan kekhawatiran karena adanya kontaminasi, yang bisa merugikan lingkungan, keanekaragaman hayati, dan keamanan pangan secara serius. Tren terbaru menunjukkan penggunaan herbisida secara keseluruhan semakin berkurang, yang menunjukkan peralihan menuju jenis herbisida yang lebih spesifik dan tepat sasaran. Selain itu, penggunaan herbisida sistemik dan pra-tumbuh meningkat. Pertanian di seluruh dunia masih menghadapi beberapa masalah karena dampak buruk lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran herbisida, baik di tempat penggunaannya maupun di tempat lainnya. Karena kekhawatiran semakin besar, dibutuhkan pengembangan herbisida baru yang lebih selektif atau herbisida berbasis bio yang bisa terurai setelah berhasil mengendalikan gulma yang dituju, sehingga mengurangi atau menghilangkan dampak negatif terhadap lingkungan (Parven et al., 2025).

Berdasarkan waktu penggunaannya, ada 3 jenis herbisida, yaitu: a. Herbisida pra tanam adalah jenis herbisida yang digunakan untuk membunuh gulma yang sudah tumbuh sebelum tanaman ditanam. Jenis herbisida ini umumnya digunakan untuk mendukung sistem pengolahan tanah konservasi, seperti tanpa pengolahan tanah sama sekali atau dengan pengolahan tanah secara minimum. Herbisida pra tumbuh adalah jenis herbisida yang diberikan ke area tanam sebelum gulma dan tanaman pertanian tumbuh, atau di area di mana tanaman sudah tumbuh namun gulma belum muncul. Herbisida pascatumbuh adalah jenis herbisida yang diberikan ke dalam area tanaman di mana baik gulma maupun tanaman utamanya sudah tumbuh bersama-sama. Untuk yang ketiga, herbisida yang sering digunakan adalah jenis herbisida selektif. Artinya, herbisida yang digunakan haruslah jenis yang hanya membasahi gulma secara selektif tanpa membahayakan atau membunuh tanaman padi (Aditiya, 2021).

5.3 Metode Kerja

a. Alat dan Bahan

- Herbisida Gramoxone
- Paracol
- Metafuron 20 WDG
- Air
- Bak semai
- tanah tercemar herbisida

- benih Buncis
- kacang panjang
- Cabai
- Jagung

c. Cara Kerja:

1. Ambil tanah yang sebelumnya sudah diaplikasikan herbisida dengan dosis:
Kontrol
Gramoxone: 1 l/ha, 2 l/ha dan 3 l/ha
Paracol: 1 l/ha, 2 l/ha dan 3 l/ha
Metafuron: 20 g/ha, 40 g/ha dan 60 g/ha
2. Setelah itu letakkan pada bak semai dan letakkan pada tempat yang teduh.
3. Semaikan benih kedelai, kacang hijau dan lombok
4. Jaga kelembaban tanah
5. Catat berapa hari benih mulai berkecambah. Lakukan pengamatan terhadap pertumbuhan benih yang terjadi pada hari ke-5, ke-7, ke-10 dan ke-14.

5.4 Pertanyaan

Pre test

1. Jelaskan pengertian herbisida dan fungsi penggunaannya dalam sistem pertanian.
2. Apa perbedaan antara herbisida kontak dan herbisida sistemik? Jelaskan secara singkat.
3. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi perkecambahan benih pada tanaman budidaya.
4. Mengapa kedelai, kacang hijau, dan cabai dapat menunjukkan respons yang berbeda terhadap aplikasi herbisida?

Post Test

1. Jelaskan hubungan antara peningkatan dosis herbisida dengan tingkat penghambatan pertumbuhan tanaman.
2. Mengapa beberapa tanaman masih mampu tumbuh pada dosis tertentu, sedangkan yang lain mengalami hambatan atau kematian? Kaitkan dengan fisiologi tanaman.
3. Interpretasikan apakah herbisida yang digunakan bersifat selektif atau non-selektif berdasarkan hasil praktikum.

ACARA VI. Simulasi Risiko Ekologi Pestisida

6.1 Tujuan:

Melatih mahasiswa melakukan analisis risiko ekologi.

6.2 Dasar Teori

Ekosistem terestrial memiliki karakteristik yang kompleks karena terdiri atas berbagai organisme dengan peran yang berbeda, seperti produsen, konsumen, dan dekomposer, yang saling berinteraksi dalam suatu jaringan makanan. Berbeda dengan ekosistem perairan yang relatif lebih sederhana, ekosistem darat memiliki struktur interaksi yang lebih dinamis dan tidak linier, sehingga analisis dampak pestisida menjadi lebih sulit dilakukan. Selain itu, banyak organisme yang belum sepenuhnya diketahui karakter ekologisnya, sehingga menambah tingkat ketidakpastian dalam penilaian risiko ekologis. Untuk mengevaluasi potensi dampak pestisida terhadap lingkungan, digunakan pendekatan analisis risiko ekologi (*ecological risk assessment*) yang mengintegrasikan antara tingkat paparan pestisida di lingkungan dan efek toksik yang ditimbulkannya terhadap organisme. Pendekatan ini umumnya dilakukan secara bertahap (*tiered approach*), dimulai dari analisis sederhana berbasis data laboratorium hingga analisis yang lebih kompleks yang mendekati kondisi lapangan. Pada tahap awal, digunakan data toksisitas seperti LD₅₀, LC₅₀, dan NOEC yang kemudian dibandingkan dengan estimasi konsentrasi pestisida di lingkungan untuk menentukan tingkat risiko. Salah satu metode yang umum digunakan dalam analisis risiko adalah pendekatan kuantitatif berbasis perbandingan antara paparan dan efek toksik, seperti Risk Quotient (RQ) atau Toxicity Exposure Ratio (TER). Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan antara konsentrasi pestisida di lingkungan dengan parameter toksisitas organisme uji. Nilai rasio ini digunakan sebagai indikator awal untuk menilai apakah suatu pestisida berpotensi menimbulkan risiko ekologis. Semakin tinggi nilai rasio, semakin besar potensi risiko terhadap organisme dan ekosistem, sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut (Utsumi et al., 2011)

6.3 Metode Kerja

- Gunakan data literatur tentang toksisitas pestisida (LD₅₀, LC₅₀).
- Hitung Risk Quotient (RQ) = Estimated Environmental Concentration / Toxicity Endpoint.

6.4 Pertanyaan

Diskusikan apakah nilai RQ menunjukkan risiko tinggi atau rendah bagi ekosistem.

Referensi

- Benu, M. M. M., Adutae, A. S. J., & Mukkun, L. (2020). Dampak Residu Pestisida Terhadap Keanekaragaman Jamur Tanah Pada Lahan Sayuran. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 22(2), 80–88. <https://doi.org/10.29244/jitl.22.2.80-88>
- da Lopes, Yos. F., & Djaelani, A. K. (2022). *Modul 08 Pestisida Pertanian dan Teknik Aplikasinya* (8).
- Fajriyanti, A. R., Triatmoko, B., & Nugraha, A. S. (2021). Isolasi Jamur Tanah dari Muara Sungai di Desa Kilensari Kecamatan Panarukan Serta Skrining Aktivitas Antibakteri Terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 6(2), 189. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v6i2.44007>
- Herdiyanto, D. (2022). *Pengukuran Respirasi Tanah untuk Mengetahui Aktivitas Mikroba dalam Tanah*.
- Lestari, I. S., & Martono, E. (2026). Keanekaragaman Serangga pada Pertanaman Padi Varietas IR-64 dan Ciherang di Desa Wijirejo, Kecamatan Pandak, Bantul, Yogyakarta Inscet Diversity in Varieties Rice IR-64 and Ciherang in Wijirejo Village, Pandak, Bantul Yogyakarta. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*.
- Oktaviani, Arinafril, Suwandi, Mulawarman, Fadli, R., & Tricahyati, T. (2025). *Buku Pedoman Pestisida dan Teknik Aplikasinya* (Cetakan Pertama). UNSRI PRESS. www.unsri.unsripress.ac.id
- Parven, A., Meftaul, I. M., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. (2025). Herbicides in modern sustainable agriculture: environmental fate, ecological implications, and human health concerns. In *International Journal of Environmental Science and Technology* (Vol. 22, Number 2, pp. 1181–1202). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05818-y>
- Quandahor, P., Kim, L., Kim, M., Lee, K., Kusi, F., & Jeong, I. H. (2024). Effects of Agricultural Pesticides on Decline in Insect Species and Individual Numbers. In *Environments - MDPI* (Vol. 11, Number 8). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/environments11080182>
- Rasool, S., Rasool, T., & Gani, K. M. (2022). A review of interactions of pesticides within various interfaces of intrinsic and organic residue amended soil environment. *Chemical Engineering Journal Advances*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.100301>
- Ray, S., & Shaju, S. T. (2023). Bioaccumulation of pesticides in fish resulting toxicities in humans through food chain and forensic aspects. In *Environmental Analysis Health and Toxicology* (Vol. 38, Number 3). Korean Society of Environmental Health and Toxicology. <https://doi.org/10.5620/eaht.2023017>
- Aditiya, D. R. (2021). Herbisida : Risiko terhadap Lingkungan dan Efek Menguntungkan. In *SainteknoI* (Vol. 19, Number 1). <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/sainteknoI>
- Sinambela, B. R. (2024). Dampak Penggunaan Pestisida dalam Kegiatan Pertanian terhadap Lingkungan Hidup dan Kesehatan. *Jurnal Agrotek*, 8(2).
- Sumarmiyati, Handayani, F., & Sundari. (2019). Keragaman serangga pada pertanaman padi sawah di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 5(2). <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050213>
- Utsumi, T., Miyamoto, M., & Katagi, T. (2011). *Ecotoxicological Risk Assessment of Pesticides in Terrestrial Ecosystems*.
- Yusnani. (2013). Identifikasi Residu Pestisida Golongan Organofosfat Pada Sayuran Kentang Di Swalayan Lottemart Dan Pasar Terong Kota Makassar. *Jurnal MKMI*, 133–138.

PENULISAN LAPORAN DAN SISTEM PENULISAN LAPORAN

Penulisan Laporan

Laporan praktikum ditulis secara individu meskipun praktikum dilakukan secara berkelompok. Setiap bagian laporan harus sesuai dengan kegiatan yang dilakukan dalam praktikum. Beberapa bagian utama dalam penulisan laporan praktikum adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan

- Latar Belakang: Bagian ini memaparkan alasan pentingnya topik yang diteliti serta konteks percobaan yang dilakukan dengan menyesuaikan acara praktikum yang dilakukan.
- Rumusan Masalah: Menyatakan secara jelas masalah yang ingin dipecahkan melalui acara praktikum.
- Tujuan: Merumuskan dengan jelas yang ingin dicapai dalam acara praktikum tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

- Berisi teori-teori yang relevan dan mendukung pemahaman tentang acara praktikum yang dilakukan.

3. Metode percobaan

- Alat dan Bahan: Menyebutkan alat dan bahan yang digunakan dalam acara praktikum secara lengkap dan akurat.

4. Hasil dan Pembahasan

- Hasil Percobaan: Menyajikan data yang diperoleh dari acara praktikum, baik dalam bentuk tabel, grafik, maupun deskripsi.
- Pembahasan: Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil praktikum dengan teori yang ada, serta menjelaskan alasan dari hasil yang diperoleh.

5. Penutup

- Kesimpulan: Merangkum hasil percobaan dan menjawab tujuan.
- Saran: Memberikan rekomendasi atau saran untuk perbaikan atau pengembangan percobaan di masa mendatang.

6. Daftar Pustaka

7. Lampiran

Contoh Format Laporan

FORMAT LAPORAN AKHIR EKOLOGI PESTISIDA

JUDUL
HALAMAN PENGESAHAN
KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI

PENGARUH PERSISTENSI BERBAGAI HERBISIDA TERHADAP PERTUMBUHAN GULMA DAN PENGARUH HERBISIDA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN BUDIDAYA

I. PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Tujuan

II. TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1. Ekologi Pestisida
- 2.2. Gulma Teki-tekian, Gulma Daun Sempit dan Gulma Daun Lebar
- 2.3. Herbisida
- 2.4. Persistensi Herbisida Terhadap Pertumbuhan Gulma
- 2.5. Tanaman Budidaya (sesuai dgn tanaman kelompok)
- 2.6. Respon Tanaman Budidaya Terhadap Herbisida
- 2.7. Interaksi antara Herbisida, Gulma dan Tanaman Budidaya

III. METODE PRAKTIKUM

- 1.1. Waktu dan Tempat
- 1.2. Bahan dan Alat
- 1.3. Cara Kerja

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

V. KESIMPULAN DAN SARAN

- 5.1. Kesimpulan
- 5.2. Saran

DAFTAR PUSTAKA (Min. 8 referensi)

LAMPIRAN

Keterangan :

1. Laporan akhir ditulis tangan menggunakan kertas A4 dengan margins
 - Atas : 4
 - Bawah : 3
 - Kanan : 3
 - Kiri : 4
2. Menggunakan cover warna hijau

Sistem Penilaian Laporan

Komponen yang dinilai	Bobot	Kriteria Penilaian
Pendahuluan	15%	Memuat latar belakang dan tujuan dari acara praktikum yang dilakukan.
Tinjauan Pustaka	15%	Memuat landasan teori yang relevan dan sesuai dengan referensi ilmiah sesuai acara praktikum.
Metode	10%	Memuat alat dan bahan praktikum sesuai dengan acara praktikum.
Hasil & Pembahasan	40%	Memuat hasil perhitungan dan analisis data yang telah dilakukan dengan tepat.
Kesimpulan dan Saran	10%	Kesimpulan dan saran dibuat berdasarkan acara praktikum yang dilakukan dan untuk perbaikan praktikum berikutnya.
Daftar Pustaka	5%	Memuat referensi ilmiah yang sesuai dengan yang ditulis.
Lampiran	5%	Memuat lampiran berdasarkan acara praktikum.
Total	100%	