

**PENYUSUNAN E-MONOGRAF BERBASIS RISET POTENSI KAPANG  
INDIGENOUS DALAM BIODEGRADASI PESTISIDA ORGANOFOSFAT  
DENGAN *MOLECULAR DOCKING***



**OLEH:**

**PUJI RIZMA RAHAYU**

**NIM.2002111017**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**UNIVERSITAS PGRI MADIUN**

**TAHUN 2025**

**HALAMAN SAMPUL**

**PENYUSUNAN E-MONOGRAF RISET POTENSI KAPANG  
INDIGENOUS DALAM BIODEGRADASI PESTISIDA ORGANOFOSFAT  
DENGAN *MOLECULAR DOCKING***

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Universitas PGRI Madiun untuk memenuhi Salah satu

Persyaratan dalam Menyelesaikan Program Srata 1

Program Studi Pendidikan Biologi

**OLEH:**

**PUJI RIZMA RAHAYU**

**NIM.2002111017**

**PENDIDIKAN BIOLOGI**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**UNIVERSITAS PGRI MADIUN**


**2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN


Skripsi oleh Puji Rizma Rahayu telah diperiksa dan disetujui untuk diuji.

Madiun, 10 Januari 2025

Pembimbing I,

  
Puji Rizma Rahayu, S.Si., M.Si  
NIDN. 0715068601

Madiun, 10 Januari 2025

  
Drs. R. Bakti Kiswardianta, M.Pd  
NIDN.0707016501

### LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN PANITIA UJIAN

Skripsi oleh Puji Rizma Rahayu telah dipertahankan di depan panitia pengujian pada tanggal 24 Januari 2025

#### Panitia Penguji



Joko Widiyanto, S.Pd., M.Pd

Ketua

NIDN.0616067505



Nurul Kusuma Dewi, S.Si., M.Sc.

Sekretaris

NIDN.07260786502



Pujiati, S.Si., M.Si.

Anggota

NIDN. 0715068601



Drs. R. Bakti Kiswardianta, M.Pd.

Anggota

NIDN. 0707016501



Dr. Drh. C. Novi Primiani, M.Pd.

Anggota

NIDN. 0727116903



Taugetahui,  
Dekan FKIP

D. Sardulo Gembong, M.Pd.

NIDN. 022096503

Mengesahkan,  
Kaprosdi Pendidikan Biologi



Joko Widiyanto, S.Pd., M.Pd

NIDN.0616067505

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Puji Rizma Rahayu  
NIM : 2002111017  
Program Studi : Pendidikan Biologi  
Fakultas : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Madiun, 24 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



Puji Rizma Rahayu

NIM.2002111017

## MOTTO DAN KATA PERSEMBAHAN

### MOTTO

*“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan ” (Q.S.Al-Insyirah :5-6)*

### SKRIPSI INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA:

1. Kedua Orang tua saya, Bapak Saiful Arifin dan Ibu Siti Wahyuni yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan inspirasi dalam setiap langkah hidup saya. Terima kasih atas segala cinta, kasih sayang serta pengorbanan yang tiada henti. Semoga karya sederhana ini dapat menjadi bukti kecil dari perjuangan dan doa yang kalian titipkan dalam setiap Langkah hidup saya.
2. Kakek saya, Supono yang selalu menjadi panutan dan sumber inspirasi dalam hidup saya. Terima kasih atas segala doa, kasih sayang dan nasihat yang tak ternilai harganya untuk menjadi pendorong bagi saya untuk terus berjuang dan menyelesaikan perjalanan akademik ini.
3. Masku, Bayu Prayogo yang selalu menjadi pendamping setia dalam perjalanan ini. Terima kasih atas segala doa, dukungan serta semangat yang tiada henti. Di saat saya merasa Lelah dan ingin menyerah, kehadiran Mas selalu menjadi penguat dan penyemangat untuk terus maju.
4. Teman-temanku yang terus memberikan dukungan moral serta bantuan dalam berbagai bentuk selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh teman-temanku yang telah memberikan dukungan satu sama lain.

Penulis berharap semoga Allah SWT. senantiasa memberikan hidayah dan Rahmat-Nya kepada pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini, serta dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan.

6. Terakhir, kepada diri saya sendiri terima kasih banyak telah berjuang sejauh ini. Perjalanan ini tidak mudah, tetapi saya berhasil melewatinya. Semoga ini menjadi pengingat bahwa saya lebih kuat dari yang saya kira, bahwa setiap usaha akan membuahkan hasil dan bahwa tidak ada mimpi yang terlalu jauh selama saya terus berjuang. Semoga ini awal dari perjalanan yang lebih besar dan lebih indah ke depannya.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT. dan berkat bimbingan serta Rahmat-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “Penyusunan E-Monograf Berbasis Riset Potensi Kapang Indigenous Dalam Biodegradasi Pestisida Organofosfat dengan Molecular Docking’.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan – Universitas PGRI Madiun. Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini, walau demikian penulis telah berusaha dengan semaksimal mungkin hingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan atas bimbingan dan kerjasama dari semua pihak.

Pada kesempatan ini pula, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan serta petunjuk dari beberapa pihak, khususnya kepada :

1. Dr. H.Supri Wahyudi Utomo, M.Pd., selaku Rektor Universitas PGRI Madiun.
2. Dr. Sardulo Gembong, M.Pd., Dekan FKIP Universitas PGRI Madiun.
3. Joko Widiyanto, S.Pd., M.Pd., Ketua Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberi izin penelitian sehingga skripsi ini berjalan dengan lancar.



4. Pujiati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberikan bimbingan serta arahan dalam penulisan skripsi ini.
5. Drs. R.Bekti Kiswardianta, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II yang telah berperan dalam memberikan arahan bagi penulis.
6. Dr. Drh. C. Novi Primiani, M.Pd. selaku Dosen Penguji III yang telah berperan dalam memberikan arahan dan bimbingan bagi penulis
7. Semua dosen dan segenap civitas akademika Universitas PGRI Madiun Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Biologi yang telah banyak memberikan ilmu dan bimbingan selama perkuliahan ini.

Penulis berharap semoga Allah SWT. senantiasa memberikan hidayah dan Rahmat-Nya kepada pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikan penulisan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan.

Madiun, 24 Januari 2025  
Penulis,

Puji Rizma Rahayu

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PANITIA PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN .....	v
MOTTO DAN KATA PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakakang Masalah.....	2
B. Fokus Penelitian.....	5
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
F. Definisi Istilah.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
A. Kajian Teori.....	9
B. Kajian Penelitian yang Relevan .....	28
C. Kerangka Berpikir.....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>

A. Jenis Penelitian.....	31
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
C. Sumber Sata .....	31
D. Instrument Penelitian .....	32
E. Teknik Pengumpulan Data .....	34
F. Validitas Data .....	35
G. Teknik Analisis Data .....	35
H. Prosedur Penelitian.....	39
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>42</b>
A. E-monograf Berbasis Riset .....	42
B. Data Karakteristik Tanah Tercemar Pestisida .....	41
C. Identifikasi Protein Aspergillus di KEGG.....	52
D. Mekanisme Degradasi Pestisida dengan Molecular Docking.....	54
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>	<b>61</b>
A. E-Monograf Berbasis Riset.....	61
B. Hasil Identifikasi Kapang Pendegradasi Pestisida .....	63
C. Hasil Identifikasi Protein Aspergillus di KEGG .....	65
D. Hasil Molecular Docking .....	65
<b>BAB VI .....</b>	<b>71</b>
A. Simpulan .....	73
B. Saran .....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>81</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Kriteria Kevalidan e-monograf .....	34
Tabel 3.2 Validasi media e-monograf bioteknologi .....	35
Tabel 3.3 Validasi materi e-monograf bioteknologi .....	36
Tabel 3.4 Kevalidan e-monograf.....	37
Tabel 4.1 Hasil Validasi ahli media .....	42
Tabel 4.2 Hasil Validasi ahli materi (sebelum revisi).....	43
Tabel 4.3 Hasil Validasi ahli materi (sesudah revisi) .....	44
Tabel 4.4 Kriteria Kevalidan e-monograf.....	46
Tabel 4.5 Hasil Perbaikan e-monograf.....	48
Tabel 4.6 Hasil Identifikasi Kapang Indigenous Pendegradasi Pestisida Organofosfat .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumus umum pestisida organofosfat dan fungsinya.....	11
Gambar 2.2 Struktur kimia berbagai pestisida organofosfat.....	12
Gambar 2.3 Berbagai cara klasifikasi pestisida .....	15
Gambar 2.4 Proses pemindahan dan penguraian pestisida di tanah.....	18
Gambar 2.5 Kelompok enzim oksidasi, reductase, dan hydrolase dari mikroba .....	21
Gambar 2.6 Sifat, cara kerja, Nasib dan contoh insektisida organofosfat .....	22
Gambar 3.1 Metode penelitian yang digunakan pada <i>molecular docking</i> .....	40
Gambar 4.1 Tampilan e-monograf .....	41
Gambar 4.2 Hasil skrining kapang indigenous dengan pestisida organofosfat.... .....	49
Gambar 4.3 Data <i>Aspergillus niger</i> di KEGG.....	51
Gambar 4.4 Enzim hydrolase pada <i>Aspergillus niger</i> .....	52
Gambar 4.5 Kode Enzim Arydialkylesterase .....	53
Gambar 4.6 Enzim Arydialkylesterase atau paraoxon .....	53
Gambar 4.7 Reaksi kimia aryldialkylphosphatase .....	53
Gambar 4.8 Reaksi kimia paraoxon .....	54
Gambar 4.9 Reaksi kimia parathion .....	54
Gambar 4.10 Struktur protein dan senyawa.....	56
Gambar 4.11 Visualisasi dengan aplikasi PyMol dengan Discovery Studio ...	58
Gambar 5.1 Hasil docking molecular antara enzim PON1 dari <i>Aspergillus niger</i> dengan molekul chlorpyrifos.....	64
Gambar 5.2 Keseluruhan interkasi reseptor dan ligan dari PON1 dengan senyawa chlorpyrifos .....	65
Gambar 5.3 Interkasi 2D enzim arydialkylesterase dengan chlorpyrifos .....	68
Gambar 5.4 Interaksi ligan chlorpyrifos dengan <i>Aspergillus niger</i> PON1 .....	69

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian .....	81
Lampiran 2 Validasi E-monograf .....	85
Lampiran 3 Bimbingan Skripsi .....	90
Lampiran 4 Hasil Cek Plagiasi .....	91
Lampiran 5 Validasi Daftar Pustaka .....	92
Lampiran 6 Daftar Riwayat Hidup .....	99