

**DETEKSI KONTAMINAN PADA FORMULASI
CAMPURAN *METARHIZIUM SP* DAN BAHAN
ORGANIK DENGAN *ELECTRONIC NOSE*
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**Indriani Lutfiyyatunnisa
1306620035**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2024**

ABSTRAK

INDRIANI LUTFIYYATUNNISA. Deteksi Kontaminan pada Formulasi Campuran *Metarhizium sp* dan Bahan Organik dengan *Electronic Nose* Menggunakan *Machine Learning*. Dibawah bimbingan Bambang Heru Isawanto dan Agustin Sri Mulyatni.

Penggunaan campuran agensia hayati dan limbah bahan organik dapat dijadikan alternatif dari pupuk kimia sebagai produk bioinsektisida yang ramah lingkungan. Namun, keberadaan organisme agensia hayati dalam bahan organik dan rentan kontaminasi pada komposisi tertentu sulit dideteksi secara dini. Pada penelitian ini *Electronic nose* (E-nose) digunakan untuk deteksi kontaminan pada formulasi campuran *Metarhizium anisopliae* dan bahan organik berupa limbah ampas tebu berdasarkan pola aromanya. E-nose yang digunakan versi II dengan jumlah sensor sebanyak 16 sensor tipe *Metal Oxide Semiconductor* (MOS). Fitur diekstrak dari data respon e-nose yang diambil dari 50 sampel campuran jamur agensia hayati dengan bahan organik yang terdiri dari empat variasi perlakuan. Penelitian dilakukan dengan empat sampel dengan perlakuan bahan organik saja, bahan organik dengan *M. anisopliae*, bahan organik dengan *M. anisopliae* dan *Aspergillus niger* serta bahan organik dengan *M. anisopliae* dan *Trichoderma harzianum*. Total terdapat 50 sampel dengan lima kali pengulangan dengan waktu pengambilan data yang berbeda. Untuk analisis komponen utama data menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dengan fitur statistik deskriptif nilai maksimum, minimum, median, rata-rata, dan standar deviasi. Model *Machine learning* yang digunakan adalah *Support Vector Machine* (SVM) dengan tiga kernel yang berbeda dan *Random Forest* (RF). Akurasi dari variasi data ekstraksi fitur dan model ini untuk data uji dan data tes masing-masing menghasilkan 100% dan 100%.

Kata-kata kunci: agensia hayati, *electronic nose*, ekstraksi fitur, *machine learning*

ABSTRACT

INDRIANI LUTFIYYATUNNISA. Contaminant Detection in Mixed Formulations of *Metarhizium* sp and Organic Materials with Electronic Nose Using Machine Learning. Under supervised Bambang Heru Isawanto and Agustin Sri Mulyatni.




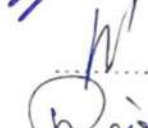


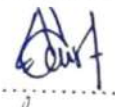

The use of a mixture of biological agents and organic matter waste can be used as an alternative to chemical fertilizers as an environmentally friendly bioinsecticide product. However, the presence of biological agent organisms in organic materials and susceptible to contamination in certain compositions is difficult to detect early. In this study, *Electronic nose* (E-nose) was used for contaminant detection in a mixed formulation of *Metarhizium anisopliae* and organic material in the form of bagasse waste based on its aroma pattern. The E-nose used is version II with a total of 16 *Metal Oxide Semiconductor* (MOS) type sensors. Features were extracted from e-nose response data taken from 50 samples of a mixture of biological agent fungi with organic materials consisting of four treatment variations. The research was conducted with four samples treated with organic matter alone, organic matter with *M. anisopliae*, organic matter with *M. anisopliae* and *Aspergillus niger* and organic matter with *M. anisopliae* and *Trichoderma harzianum*. There were a total of 50 samples with five repetitions with different data collection times. For data principal component analysis using Principal Component Analysis (PCA) with descriptive statistical features of maximum, minimum, median, mean, and standard deviation values. Machine learning models used are Support Vector Machine (SVM) with three different kernels and Random Forest (RF). The accuracy of these extraction feature and model variations for test data and test data resulted in 100% and 100% respectively.

Keywords: biological agent, electronic nose, feature extraction, machine learning

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

DETEKSI KONTAMINAN PADA FORMULASI CAMPURAN *METARHIZIUM SP* DAN BAHAN ORGANIK DENGAN *ELECTRONIC NOSE* MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING*

Nama : Indriani Lutfiyatunnisa
No. Registrasi : 1306620035

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si NIP. 196405111989032001	 	01/07 24
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: Dr. Esmar Budi, M.T NIP. 197207281999031002		01/07 24
Ketua	: Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si NIP. 198205262008121001		23/07 24
Sekretaris	: Riscr Fahdiran, M.Si NIP. 198307172009121008		22/07 24
Anggota			
Pembimbing I	: Dr.rer.nat Bambang Heru Iswanto, M.Si NIP. 196804011994031002		24/07 24
Pembimbing II	: Agustin Sri Mulyatni, S.P., M.P NIP. 700198410002		26/07 24
Penguji	: Haris Suhendar, M.Sc NIP. 199404282022031006		25/07 24

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 15 Juli 2024.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Deteksi kontaminan pada formulasi campuran *Metarhizium sp* dan bahan organik dengan *Electronic Nose* menggunakan *Machine Learning*”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 15 Juli 2024



Indriani Lutfiyyatunnisa



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Indriani Lutfiyyatunnisa
NIM : 1306620035
Fakultas/Prodi : FMIPA / S1-Fisika
Alamat email : indritunnisa@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Deteksi Kontaminan pada Formulasi Campuran *Metarhizium sp* dan Bahan Organik dengan
Electronic Nose Menggunakan *Machine Learning*

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 9 Agustus 2024

Penulis

(Indriani Lutfiyyatunnisa)

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya yang dilimpahkan terus-menerus sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan syarat kelulusan program Sarjana di Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta. Dalam kesempatan ini, penulis membuat skripsi dengan judul: **“DETEKSI KONTAMINAN PADA FORMULASI CAMPURAN *METARHIZIUM SP* DAN BAHAN ORGANIK DENGAN *ELECTRONIC NOSE* MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING*”**.

Dalam proses persiapan, pembuatan, dan penyelesaian skripsi ini penulis merasakan kesulitan-kesulitan dan halangan-halangan yang dihadapi, akan tetapi akhirnya dapat terselesaikan dengan keyakinan bahwa Allah SWT. selalu membimbing penulis dan berkat semangat dan dukungan dari semua pihak. Dalam kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. rer. nat Bambang Heru Iswanto, M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah sabar dalam membimbing, mengarahkan, dan memberikan pencerahan dalam penyusunan skripsi ini,
2. Agustin Sri Mulyatni, S.P., M.P., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan arahan dalam penelitian untuk skripsi ini,
3. Dr. Umiatin, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta yang selalu memberikan motivasi dan arahan kepada mahasiswa untuk dapat segera menyelesaikan skripsi,
4. Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan terkait akademik selama menempuh pendidikan,
5. Seluruh dosen Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika serta tenaga pendidik yang sudah memberikan ilmunya dan berbagi pengalaman selama masa perkuliahan berlangsung selama 4 tahun ini,

6. Lembaga Pusat Penelitian Kelapa Sawit Unit Bogor (PPKS UB) dan seluruh teknisi yang memberikan arahan bimbingan dalam melakukan penelitian,
7. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung, mendoakan, memberikan semangat dan kasih sayang yang tiada putus hingga saat ini,
8. Kak Tyas, Kak Nadia, Kak Salsa, Kak Dewi, Rizki, Tiara, Citra, dan Raisa yang senantiasa menemani dan membantu penelitian saat berada di Bogor,
9. Sahabat-sahabat seperjuangan perkuliahan untuk Delila, Uji, Ina, Atika, Hanum, Adayila, Siska, dan Sannya serta Sahabat seperjuangan untuk Liska, Monic, Diva, Amini, dan Fatimah yang telah memberikan kekuatan semangat dan nasihat untuk tetap berjuang pada saat melaksanakan perkuliahan hingga akhir,
10. Kepada teman motivasi, Ahmad Zul Fajri yang telah memberikan nasihat dan pelajaran berharga dalam kehidupan untuk tidak menyerah dalam berproses,
11. Teman-teman seperjuangan di Robotic Club 2021/2022 untuk Alifia, Fida, Refina, dan Abdau yang telah menemani perjuangan organisasi, berbagi ilmu, motivasi dan semangat untuk bisa berprestasi di perlombaan,
12. Teman-teman komputasi fisika dan teman-teman seperjuangan angkatan Nukleon Fisika Universitas Negeri Jakarta yang telah saling bertukar ilmu saat perkuliahan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik.

Jakarta, 15 Juli 2024



Indriani Lutfiyyatunnisa

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. <i>Metal Oxide Semiconductor (MOS) Sensors</i>	7
1. Sifat Elektrik Bahan	7
2. Konduktivitas dan Resistivitas Listrik	8
B. <i>Electronic Nose</i>	11
1. Pengertian	11
2. Cara kerja	13
C. Klasifikasi	21
1. <i>Pre-Processing Data</i>	21
2. Ekstraksi Fitur	22
D. <i>Machine Learning</i>	24
1. <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	25

2. <i>Random Forest</i> (RF)	27
E. Formulasi Campuran <i>Metharhizium anisopliae</i> dengan Bahan Organik...	28
F. Penelitian Relevan	31
G. Kerangka Berpikir	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
A. Tempat dan Waktu Penelitian	36
B. Metode Penelitian	36
1. Alat dan Bahan	37
2. Prosedur Penelitian	43
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	49
1. Teknik Pengumpulan Data	49
2. Teknik Analisis Data	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Hasil Penelitian	53
1. Pengambilan Data	53
2. <i>Pre-Processing Data</i>	53
3. Ekstraksi Fitur	56
4. <i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	58
5. Klasifikasi	63
B. Pembahasan	68
1. Ekstraksi fitur statistik yang efektif	68
2. Klasifikasi <i>Machine Learning</i>	69
C. Kelebihan dan Kekurangan Penelitian	70
1. Kelebihan	70
2. Kekurangan	70
BAB V PENUTUP	71
A. Kesimpulan	71
B. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	79
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	85