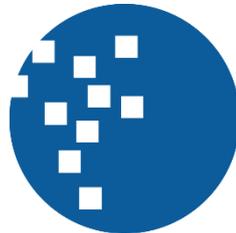


**PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING  
DEEP LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES**



**UMN**

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

**TUGAS AKHIR**

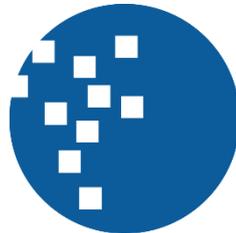
**Ryukin Aranta Lika**

**00000029240**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA  
TANGERANG**

**2022**

**PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING  
DEEP LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES**



**UMN**

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Komputer

**Ryukin Aranta Lika**

**00000029240**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA  
TANGERANG**

**2022**

i

Plant Parasitic Nematode Classification Using Deep Learning in Microscopic Images.  
Ryukin Aranta Lika, Universitas Multimedia Nusantara

## HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Ryukin Aranta Lika

Nomor Induk Mahasiswa : 00000029240

Program studi : Teknik Komputer

Tugas Akhir dengan judul:

PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 21 Juni 2022



(Ryukin Aranta Lika)

UMM  
UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul  
PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING DEEP  
LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES

Oleh

Nama : Ryukin Aranta Lika  
NIM : 00000029240  
Program Studi : Teknik Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi

Telah disetujui untuk diajukan pada  
Sidang Ujian Tugas Akhir Universitas Multimedia Nusantara

Tangerang, 06 Juni 2022

Pembimbing



(Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T)  
(0321099301)

Ketua Program Studi Teknik Komputer



(Samuel, M.T.I)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul  
PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING DEEP  
LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES

Oleh  
Nama : Ryukin Aranta Lika  
NIM : 00000029240  
Program Studi : Teknik Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi

Telah diujikan pada hari Selasa, 21 Juni 2022  
Pukul 10.00 s.d 12.00 dan dinyatakan  
LULUS  
Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang



(Samuel, M.T.I)  
(0304038902)

Penguji



(Dareen Kusuma Halim, S.Kom., M.Eng.Sc)  
(0317129202)

Pembimbing



(Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T)  
(0321099301)

Ketua Program Studi Teknik Komputer



(Samuel, M.T.I)

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas academica Universitas Multimedia Nusantara, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryukin Aranta Lika  
NIM : 00000029240  
Program Studi : Teknik Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Jenis Karya : \*~~Tesis/Skripsi~~/Tugas Akhir (\*coret salah satu)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Multimedia Nusantara Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul.

PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING DEEP  
LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Multimedia Nusantara berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 13 Juni 2022

Yang menyatakan,



(Ryukin Aranta Lika)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat yang diberikan dalam pembuatan Tugas Akhir yang berjudul “PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES”, sehingga Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ninok Leksono, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Multimedia Nusantara.
3. Samuel M.T.I., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Multimedia Nusantara.
4. Nabila Husna Shabrina, sebagai Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya Tugas Akhir ini.
5. Keluarga dan teman saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Serta pihak lainnya yang telah berkontribusi dalam penelitian yang dilaksanakan.

Semoga karya ilmiah dalam bentuk Tugas Akhir ini dapat bermanfaat, baik sebagai sumber referensi maupun sumber inspirasi.

Tangerang, 13 Juni 2022



(Ryukin Aranta Lika)

# PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES

Ryukin Aranta Lika

## ABSTRAK

Nematoda adalah klasifikasi filum hewan yang memiliki variasi jenis yang tinggi, dengan sebagian spesies berupa parasit tanaman yang dapat merugikan industri pertanian dan perkebunan. Hasil produksi menurun dan ekspor produk pertanian Indonesia ditolak karena keberadaan Nematoda parasit. Maka dari itu diperlukan sistem identifikasi Nematoda yang akurat terhadap spesies yang sering ditemukan di Indonesia, agar pencegahan dan penanggulangan parasit dapat dilakukan dengan efektif tanpa keberadaan ahli taksonomi di tempat. Metode klasifikasi berdasarkan morfologi menggunakan *deep learning* dapat mempercepat proses identifikasi karena implementasi tersedia secara publik, tidak memerlukan peralatan khusus, serta penggunaannya mudah. Dalam penelitian ini, diteliti 3 model *deep learning* dalam melakukan klasifikasi Genus Nematoda, yaitu model ResNet101v2, CoAtNet-0, dan EfficientNetV2M, dengan penggunaan augmentasi data berupa sintesis dengan RumiGAN dan transformasi gambar (pembalikan gambar, perubahan pencahayaan, kontras, pengaburan, serta penambahan kebisingan). *Optimizer* yang digunakan dibuat sama pada semua model untuk menjaga konsistensi hasil. Ditemukan bahwa model EfficientNetV2M memiliki akurasi tertinggi sebesar 97% pada dataset yang digunakan. Penambahan variasi data dengan augmentasi transformasi gambar, serta penggunaan dua transformasi secara serentak tidak selalu menghasilkan peningkatan performa pada semua model. Augmentasi yang digunakan harus cocok secara kontekstual pada dataset yang digunakan. Kemudian augmentasi sintesis gambar dengan RumiGAN belum dapat dilakukan karena Generator gagal konvergen dan fitur diskriminatif Nematoda hilang pada resolusi yang digunakan. Sintesis data dengan GAN pada data dengan perbedaan yang kecil antar kelas nya dinilai tidak dapat dilakukan tanpa mengorbankan akurasi dari dataset.

**Kata kunci:** Nematode Identification, Deep Learning, Image Analysis

# PLANT PARASITIC NEMATODE CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING IN MICROSCOPIC IMAGES

Ryukin Aranta Lika

## ***ABSTRACT (English)***

*Nematodes are a phylum classification groups that varies in types, where some groups are plant-parasitic that can cause damage in agriculture industries. These plant-parasitic groups can cause decrease in productions and, in one case, get an export from Indonesia to Japan rejected. Therefore, developing an accurate Nematode classification system towards common species found in Indonesia is important, as pest-control and classification can be performed without taxonomist present. Deep learning classification techniques helps in speeding up Nematode classification process as its implementation are readily available, does not require any specialized tools, and easy to use. In this paper, we evaluate 3 deep learning models (ResNet101v2, CoAtNet-0, and EfficientNetV2M) classification performance with data augmentation, such as image synthesis using RumiGAN and image transformations (flip, brightness, contrast, blur, and noise). Optimizers and parameters are set to the same value for all evaluated models for consistency. We found that EfficientNetV2M produces the best accuracy with 97% on our test datasets. Data augmentations using image transformation, whether single or double image transformations, does not always yield improvement in model accuracy. The augmentation methods used must produces data variation that are contextually correct in the dataset used. Subsequently, image synthesis using RumiGAN cannot be done correctly yet, due to Generator failed to converge and discriminating features lost in low resolution image. Image synthesis with GAN for dataset with small differences between classes were determined to be impossible without sacrificing accuracy of the dataset itself.*

**Keywords:** *Nematode Identification, Deep Learning, Image Analysis*

U N I V E R S I T A S  
M U L T I M E D I A  
N U S A N T A R A

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT (English)</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Batasan Penelitian .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Tinjauan Teori.....	10
2.2.1 Convolutional Neural Network (CNN).....	10
2.2.1.1 Residual Networks (ResNet) .....	11
2.2.1.2 EfficientNet.....	11
2.2.2 Transformer Deep Learning .....	12
2.2.2.1 CoAtNet .....	12
2.2.3 Augmentasi Data .....	13
2.2.3.1 Generative Adversarial Network (GAN).....	13
2.2.4 Karakteristik Nematoda.....	14
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	22
3.1 Metode Penelitian .....	22

3.1.1. Studi Literatur .....	22
3.1.2. Pengumpulan, Pemrosesan, dan Augmentasi Data .....	22
3.1.3. Perancangan Sistem Klasifikasi .....	27
3.1.4. Metrik Penilaian .....	31
3.2 Implementasi Sistem .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Kegagalan Sintesis Gambar dengan Framework RumiGAN .....	33
4.2 Hasil Performa Model dengan Satu Augmentasi Data .....	35
4.2.1. Dampak Augmentasi Terhadap Performa Model .....	41
4.2.2. Dampak Optimizer Terhadap Performa Model .....	45
4.3 Hasil Performa Model dengan Kombinasi Dua Augmentasi Data ..	46
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 Simpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>

UMMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman penelitian terdahulu yang berdampak pada penelitian.....	9
Tabel 2.2 Karakteristik Morfologis Nematoda. Sumber: berbagai sumber [6][9][25][26][27] .....	15
Tabel 3.1 Distribusi Genus Nematoda pada dataset campuran.....	26
Tabel 3.2 Distribusi Genus Nematoda pada dataset lokal.....	27
Tabel 3.3 Perbandingan jumlah parameter pada model yang digunakan dengan layer klasifikasi. Sumber: Keras Library .....	28
Tabel 4.1 Hasil performa model ResNet101v2 pada dataset campuran, satu augmentasi.....	35
Tabel 4.2 Hasil performa model CoAtNet-0 pada dataset campuran, satu augmentasi.....	36
Tabel 4.3 Hasil performa model EfficientNetV2M pada dataset campuran, satu augmentasi.....	37
Tabel 4.4 Hasil performa model ResNet101v2 pada dataset lokal, satu augmentasi .....	38
Tabel 4.5 Hasil performa model CoAtNet-0 pada dataset lokal, satu augmentasi	39
Tabel 4.6 Hasil performa model EfficientNetV2M pada dataset lokal, satu augmentasi.....	39
Tabel 4.7 Hasil performa model ResNet101v2 pada dataset campuran, dua augmentasi.....	47
Tabel 4.8 Hasil performa model CoAtNet-0 pada dataset campuran, dua augmentasi.....	48
Tabel 4.9 Hasil performa model EfficientNetV2M pada dataset campuran, dua augmentasi.....	49
Tabel 4.10 Hasil performa model ResNet101v2 pada dataset lokal, dua augmentasi.....	50
Tabel 4.11 Hasil performa model CoAtNet-0 pada dataset lokal, dua augmentasi .....	51
Tabel 4.12 Hasil performa model EfficientNetV2M pada dataset lokal, dua augmentasi.....	52
Tabel 4.13 Hasil lima kombinasi model terbaik pada dataset campuran dan lokal .....	54

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

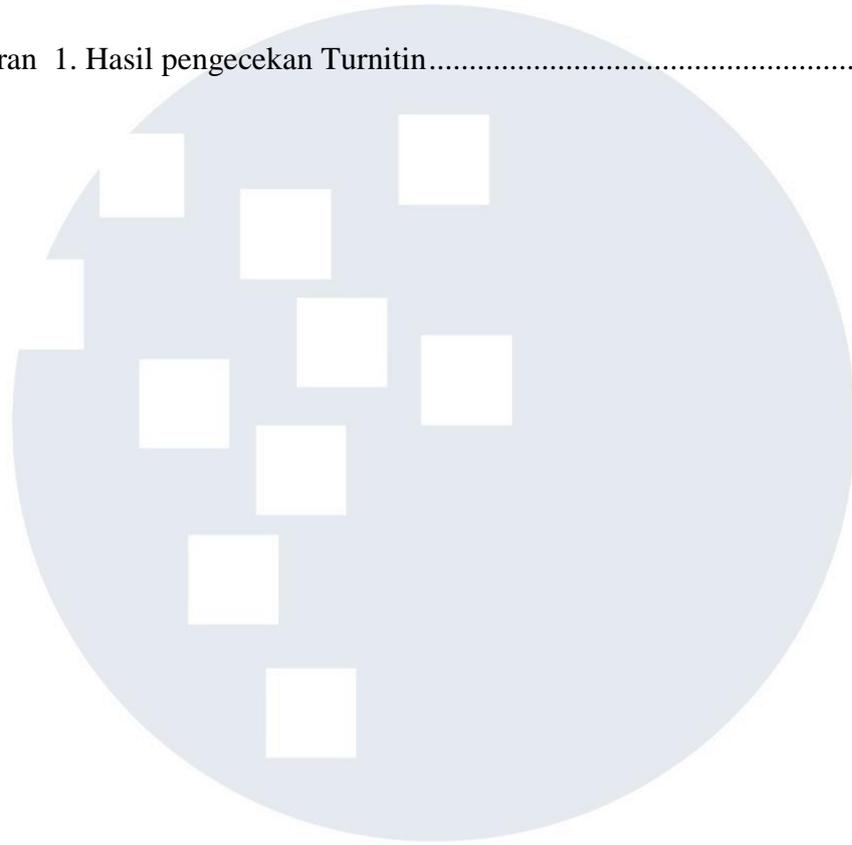
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alur pelaksanaan penelitian .....	22
Gambar 3.2 Diagram alur pemrosesan data .....	23
Gambar 3.3 Diagram augmentasi data pada tiap dataset .....	24
Gambar 3.4 Diagram arsitektur model CoAtNet .....	28
Gambar 3.5 Diagram arsitektur model ResNet101 .....	29
Gambar 3.6 Diagram arsitektur model EfficientNetV2M.....	29
Gambar 3.7 Diagram layer klasifikasi untuk tiap model yang diuji .....	30
Gambar 4.1 Hasil inferensi GAN setelah 20, 40, 60, dan 80 epoch .....	33
Gambar 4.2 Contoh data spesimen Genus Trichodorus hasil augmentasi data menggunakan satu metode augmentasi gambar .....	35
Gambar 4.3 Dampak satu augmentasi terhadap performa model pada dataset campuran .....	37
Gambar 4.4 Dampak satu augmentasi terhadap performa model pada dataset lokal .....	40
Gambar 4.5 Perbandingan visualisasi aktivasi layer klasifikasi terhadap kelas Ditylenchus pada model ResNet101v2 tanpa augmentasi (kiri) dan dengan augmentasi pembalikan gambar (kanan) pada dataset campuran .....	41
Gambar 4.6 Contoh data spesimen Genus Trichodorus hasil augmentasi data menggunakan dua kombinasi metode augmentasi gambar .....	46
Gambar 4.7 Dampak kombinasi dua augmentasi terhadap performa model pada dataset campuran .....	50
Gambar 4.8 Dampak kombinasi dua augmentasi terhadap performa model pada dataset lokal.....	53
Gambar 4.9 Perbandingan metrik utama lima model dengan performa terbaik (berdasarkan akurasi dataset pengujian) pada dataset lokal.....	55
Gambar 4.10 Perbandingan metrik utama lima model dengan performa terbaik (berdasarkan akurasi dataset pengujian) pada dataset campuran.....	55

U N I V E R S I T A S  
M U L T I M E D I A  
N U S A N T A R A

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengecekan Turnitin.....	63
--	----



UMN  
UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA