

TESIS

DEEP LEARNING UNTUK DETEKSI JENIS UNSUR
HARA YANG DIBUTUHKAN TANAMAN CABAI



ARIEF RAIS BAHTIAR

NPM : 185302898/PS/MTF

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2020**

TESIS

DEEP LEARNING UNTUK DETEKSI JENIS UNSUR
HARA YANG DIBUTUHKAN TANAMAN CABAI



ARIEF RAIS BAHTIAR

NPM : 185302898/PS/MTF

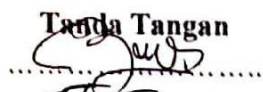

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2020**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : ARIEF RAIS BAHTIAR
Nomor Mahasiswa : 185302898/PS/MTF
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : DEEP LEARNING UNTUK DETEKSI JENIS
UNSUR HARA YANG DIBUTUHKAN TANAMAN
CABAI

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda Tangan
Dr. Pranowo, S.T.,M.T.	27-1-2020	
Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T.	27-1-2020	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : ARIEF RAIS BAHTIAR
Nomor Mahasiswa : 185302898/PS/MTF
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : DEEP LEARNING UNTUK DETEKSI JENIS
UNSUR HARA YANG DIBUTUHKAN TANAMAN
CABAI

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda Tangan
Dr. Pranowo, S.T.,M.T. (Ketua)	29-1-2020	
Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T. (Sekretaris)	29-1-2020	
Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D (Anggota).	



Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang betanda tangan dibawah ini,

Nama : Arief Rais Bahtiar

Nomor Mahasiswa : 185302898/PS/MTF

Judul Tesis : Deep Learning Untuk Deteksi Jenis Unsur Hara Yang

Dibutuhkan Tanaman Cabai

Menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pemikiran sendiri dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah ada sebelumnya. Karya tulis yang telah ada sebelumnya disajikan sebagai referensi oleh penulis guna melengkapi penelitian ini dan dinyatakan secara tertulis dalam referensi penulisan dan daftar pustaka. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, ...29...11... 2020



Arief Rais Bahtiar

INTISARI

Pada 2017, produksi cabai Indonesia mencapai 1,8 Juta Ton. Prediksi konsumsi cabai pada 2019 adalah 424.739 ribu Ton. Cabai menjadi komoditas pokok yang ikut mempengaruhi perekonomian Indonesia karena tingginya permintaan pasar. Salah satunya konsumsi cabai dibidang kuliner. Permintaan pasar yang tinggi tidak diikuti dengan stok cabai yang memadai karena gagal panen maka berakibat melambungnya harga cabai. Terbukti pada bulan juni 2019, cabai menjadi penyumbang inflasi Indonesia sebesar 0.20% dari 0.55%. Salah satu faktor gagal panen adalah malnutrisi. Dalam penelitian ini, tujuannya adalah untuk mengeksplorasi Teknologi Deep Learning di bidang pertanian untuk membantu Petani dapat mendiagnosa tanamannya agar tidak malnutrisi. Menggunakan alogaritma RCNN sebagai arsitektur dari sistem ini. Menggunakan 270 dataset dalam 4 kategori. Dataset yang digunakan merupakan data primer dengan sample tanaman cabai di Kabupaten Boyolali, Indonesia. Tanaman cabai yang kami gunakan adalah jenis cabai keriting. Hasil dari penelitian ini adalah komputer dapat mengenali kekurangan unsur hara pada tanaman cabai berdasarkan input citra yang diterima dengan akurasi testing terbesar 82.61%.

Kata Kunci— deep learning, chili plant, object detection, nutrient, region convolutional neural network

ABSTRACT

In 2017, Indonesian chili production reached 1.8 million tons. The predicted consumption of chili in 2019 is 424.739 thousand tons. Chili is a staple commodity that also affects the Indonesian economy due to high market demand. One of them is chilli consumption in the culinary field. High market demand is not followed by adequate chili stocks due to crop failure, resulting in soaring chili prices. It was proven that in June 2019, chili was a contributor to Indonesia's inflation of 0.20% from 0.55%. One factor in crop failure is malnutrition. In this study, the aim is to explore Deep Learning Technology in agriculture to help farmers be able to diagnose their crops so they are not malnourished. Using the RCNN algorithm as the architecture of this system. Use 270 datasets in 4 categories. The dataset used is primary data with chilli samples in Boyolali Regency, Indonesia. The chillies we use are curly chillies. The results of this study are computers can recognize nutrient deficiencies in chilli plants based on image input received with the greatest testing accuracy of 82.61%.

Keywords— *deep learning, chili plant, object detection, nutrient, region convolutional neural network*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas segala berkat, tuntunan dan campur tangan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Deep Learning Untuk Deteksi Jenis Unsur Hara Yang Dibutuhkan Tanaman Cabai”. Tesis ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata 2 (S2) pada program studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tesis ini dapat terlaksana dengan baik atas bimbingan dan bantuan banyak pihak, Oleh karena itu, pada bagian ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu pihak penulis dalam memberikan arahan dan masukan pada tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan banyak arahan, koreksi dan masukan untuk perbaikan laporan tesis ini.
3. Semua dosen MTF selain pembimbing I dan II yaitu Bapak Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D., Bapak Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D., Ibu Margaretha Maria Goretty Dwi Ratna Sulistyoningsih, S.T., M.Sc., MT., Ph.D. serta Alumni MTF yaitu Novian Adi Prasetyo yang telah memberikan banyak pengalaman dan membagikan ilmunya.

4. Kedua orangtua saya Bapak Al Amin, dan Ibu Prihatini yang selalu mendoakan, menaschati dan memberikan dukungan serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangatnya.
5. Pemerintah Kabupaten Boyolali, Dinas Pertanian Kabupaten Boyolali dan BPP Kecamatan Selo, Mojosongo dan Sawit yang telah membantu dan meberikan ijin untuk mengambil data primer tanaman cabai.
6. Kelompok Tani Argoayuningtani Desa Senden Kecamatan Selo Kab. Boyolali sebagai salah satu tempat pengambilan data primer yang telah membantu dan membagikan pengalamannya mengelola tanaman cabai.
7. Ibu Jujuk Juhariah S.Pd., M.Sc Selaku Pakar Pertanian dalam penelitian ini yang telah membantu mengklasifikasi dataset berdasarkan unsur hara.
8. Teman-teman MTF seperjuangan angkatan Agustus 2018 yang telah berbagi suka dan duka menjalani perkuliahan bersama-sama.

Penulis menyadari tesis ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk dijadikan referensi penyempurnaan kearah yang lebih baik. Akhir kata semoga tesis ini bermanfaat bagi nusa bangsa dan negara Indonesia, dapat memberikan wawasan terhadap seluruh membaca dan memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

Yogyakarta, 29.....1..2020



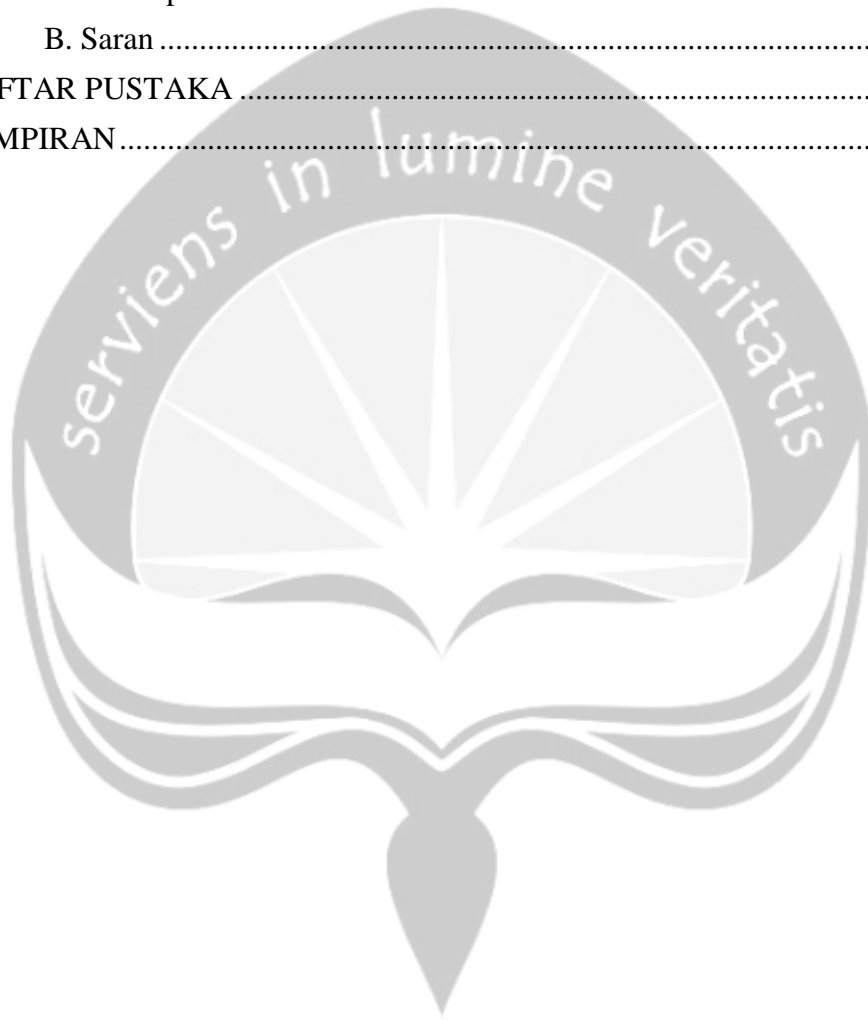
Arief Rais Bahtiar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
INTISARI.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR KODE PROGRAM.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Keaslian penelitian	3
E. Kontribusi Penelitian	3
1. Praktis.....	3
2. Teoritis	4
F. Tujuan Penelitian	4
G. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
A. Tanaman Cabai.....	9
B. Unsur Hara.....	9
C. Artificial Intelligence.....	11
D. Machine Learning.....	12
E. Deep Learning.....	12
F. Object detection	12
G. Segmentasi.....	13

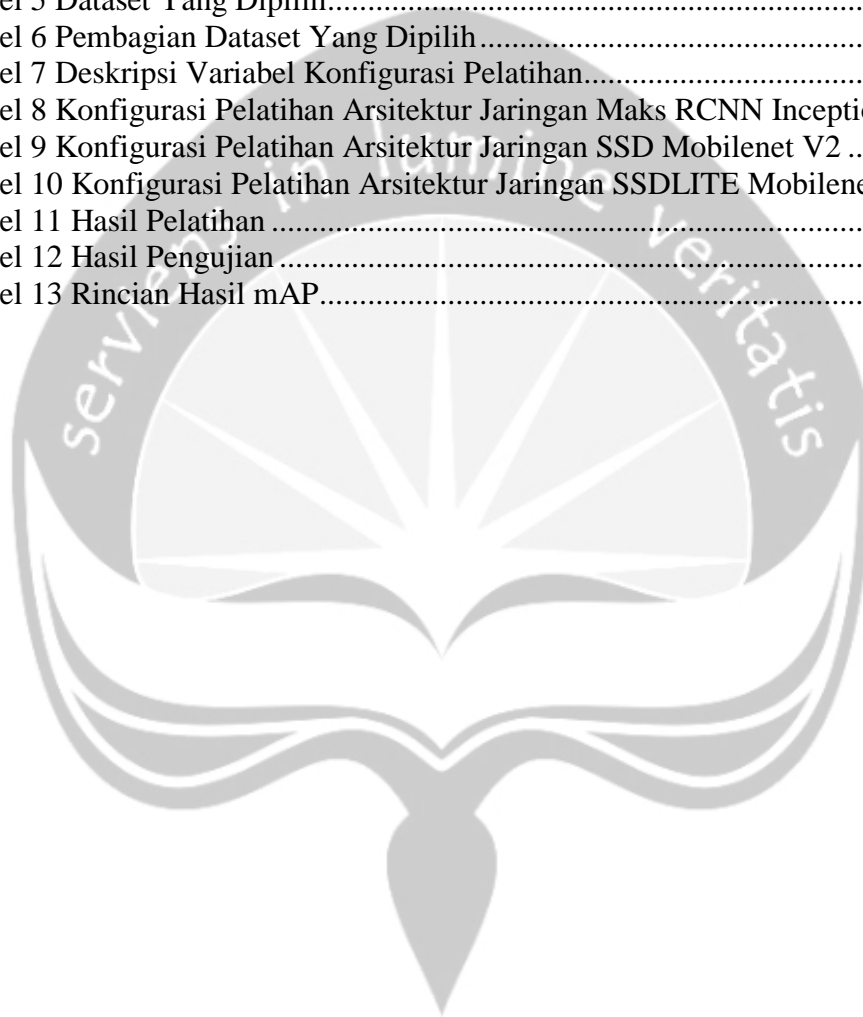
H. Computer vision	13
I. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	14
1. <i>Convolution Layer</i>	15
2. <i>Activation Function</i>	17
3. <i>Pooling Layer</i>	17
4. <i>Fully Connected Layer</i>	19
J. <i>Regional Based Convolution Neural Network</i> (R-CNN).....	19
1. Fast R-CNN.....	20
2. Faster RCNN.....	21
3. Mask RCNN.....	22
K. Arsitektur Jaringan R-CNN.....	23
1. Inception.....	23
2. Mobilenet	25
L. Dataset COCO Format.....	25
BAB IV METODELOGI PENELITIAN	27
A. Alat dan Bahan	27
1. Dataset.....	27
2. Perangkat Lunak.....	28
3. Perangkat keras	29
B. Langkah Penelitian	29
1. Problem context	30
2. Prepaire Input.....	30
3. Expert knowledge.....	31
4. Chili Plant Dataset.....	31
5. Deep learning	39
6. Implementation	45
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
A. Hasil Pelatihan.....	48
1. Pelatihan Dataset Cabai-Exp-1 Mask_RCNN_Inception V2	48
2. Pelatihan Dataset Cabai-Exp-1 SSD Mobilenet V2.....	49
3. Pelatihan Dataset Cabai-Exp-1 SSDLite Mobilenet V2	49
B. Analisa Hasil Pelatihan.....	50
C. Hasil pengujian	51

1. Evaluasi Dataset Cabai-Exp-1 Arsitektur Jaringan Mask RCNN Inception V2.....	56
2. Evaluasi Dataset Cabai-Exp-1 Arsitektur Jaringan SSD Mobilenet V2 ...	57
3. Evaluasi Dataset Cabai-Exp-1 Arsitektur Jaringan SSDLITE Mobilenet V2.....	58
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	60
A. Kesimpulan.....	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	66



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar Kekurangana Unsur Hara Secara Visual (worldofchillies, n.d.)...	10
Tabel 2 Arsitektur Inception	24
Tabel 3 Dataset Hasil Obsevasi.....	27
Tabel 4 Rincian Data Primer Yang Tervalidasi	31
Tabel 5 Dataset Yang Dipilih.....	32
Tabel 6 Pembagian Dataset Yang Dipilih.....	32
Tabel 7 Deskripsi Variabel Konfigurasi Pelatihan.....	41
Tabel 8 Konfigurasi Pelatihan Arsitektur Jaringan Maks RCNN Inception V2...	43
Tabel 9 Konfigurasi Pelatihan Arsitektur Jaringan SSD Mobilenet V2	43
Tabel 10 Konfigurasi Pelatihan Arsitektur Jaringan SSDLITE Mobilenet V2.....	43
Tabel 11 Hasil Pelatihan	50
Tabel 12 Hasil Pengujian	55
Tabel 13 Rincian Hasil mAP.....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Perbedaan tanaman cabai dan buah cabai (Sumber : Google.com)	9
Gambar 2 Model Deep Learning.....	12
Gambar 3 Gambaran Arsitektur CNN (Hu, Huang, Wei, Zhang, & Li, 2015).....	15
Gambar 4 Ilustrasi Convolutional Layer (Kim, 2017)	17
Gambar 5 Contoh operasi Average pooling dan max pooling (Hijazi, Kumar, Rowen, Group, & Cadence, 2015)	18
Gambar 6 Proses <i>Fully Connected Layer</i> (Hijazi et al., 2015)	19
Gambar 7 Proses Deteksi Objek Penginderaan Jarak Jauh Pada R-CNN (Cao et al., 2016).....	20
Gambar 8 Arsitektur Fast R-CNN.....	21
Gambar 9 Arsitektur Faster R-CNN	22
Gambar 10 Arsitektur Mask R-CNN (Khandelwal, 2019)	23
Gambar 11 Modul Inception	24
Gambar 12 Modul Mobilenet (W. Liu et al., 2016)	25
Gambar 13 Contoh gambar dataset daun cabai keriting	28
Gambar 14 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 15 Citra Daun Sehat Untuk Pelatihan	33
Gambar 16 Citra Daun Kekurangan Kalsium Untuk Pelatihan	34
Gambar 17 Citra Daun Kekurangan Potassium Untuk Pelatihan	34
Gambar 18 Citra Daun Kekurangan Nitrogen Untuk Pelatihan.....	35
Gambar 19 Citra Daun Sehat Untuk Validasi	35
Gambar 20 Citra Daun Kekurangan Kalsium Untuk Validasi.....	36
Gambar 21 Citra Daun Kekurangan Potassium Untuk Validasi.....	36
Gambar 22 Citra Daun Kekurangan Nitrogen Untuk Validasi	37
Gambar 23 Proses Anotasi Dataset	38
Gambar 24 Contoh Hasil Anotasi Dataset	38
Gambar 25 <i>Style</i> COCO Format	39
Gambar 26 Contoh Hasil Anotasi Menggunakan <i>style</i> COCO Format	39
Gambar 27 Dataset Untuk Testing	45
Gambar 28 Grafik Total Loss Cabai-Exp-1 Mask RCNN Inception V2.....	48
Gambar 29 Grafik Total Loss Cabai-Exp-1 SSD Mobilenet V2	49
Gambar 30 Grafik Total Loss Cabai-Exp-1 SSDLite Mobilenet V2.....	50
Gambar 31 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan Mask RCNN Inception V2.....	51
Gambar 32 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan Mask RCNN Inception V2.....	52
Gambar 33 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan Mask RCNN Inception V2.....	52
Gambar 34 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan Mask RCNN Inception V2.....	53
Gambar 35 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan SSD Mobilenet V2	53

Gambar 36 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan SSD Mobilenet V2	54
Gambar 37 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan SSD Mobilenet V2	54
Gambar 38 Kiri : Sebelum Pengujian, Kanan : Setelah Pengujian Menggunakan SSDLITE Mobilenet V2	54
Gambar 39 Grafik mAP Cabai-Exp-1 Mask RCNN Inception V2.....	57
Gambar 40 Grafik mAP Cabai-Exp-1 SSD Mobilenet V2.....	57
Gambar 41 Grafik mAP Cabai-Exp-1 SSDLite Mobilenet V2.....	58



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Ijin Penelitian Di Kelompok Tani Argoayuningtani	66
Lampiran 2 Surat Rekomendasi Penelitian Dari Pemerintah Kabupaten Boyolali	67
Lampiran 3 Surat Permintaan Menjadi Pakar Pertanian	68
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Dataset	69
Lampiran 5 Dokumentasi Pelabelan Dengan Pakar Pertanian.....	70
Lampiran 6 Peta Lokasi Pengambilan Dataset Tanaman Cabai Keriting	70



DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 1 Penggalan Kode Pembuatan File TFRecord.....	41
Kode Program 2 Penggalan Kode Menjalankan Pelatihan	44
Kode Program 3 Penggalan Kode Membuat File Inference	44
Kode Program 4 Penggalan Kode Membuat File Inference	46

