Pengembangan Model Grid Zonasi Potensi Pemupukan Presisi untuk Tanaman Padi Berbasis Citra UAV-VTOL
Menggunakan Machine Learning
HAMMAM MANANDA HARAHAP, Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc, Ph. D. ; Prof. Dr. Lilik Sutiarso, M. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI ix
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xv
BAB I. 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 7
1.3 Batasan Penelitian 7
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 8
BAB II. 9
TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Budidaya Komoditas Padi 9
2.2 Pertanian Presisi pada Budidaya Padi 12
2.3 *Remote Sensing* 13
2.4 UAV VTOL 14
2.5 Sensor Multispektral 15
2.6 Indeks Vegetasi Tanaman 16
2.7 *Machine Learning* 17
BAB III. METODE PENELITIAN 19
3.1 Kerangka Pikir 19
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 20
3.2.1 Lokasi Penelitian 20
3.2.2 Waktu Penelitian 20
3.3 Bahan dan Alat Penelitian 20
3.3.1 Bahan Penelitian 20
3.3.2 Alat Penelitian 21

Pengembangan Model Grid Zonasi Potensi Pemupukan Presisi untuk Tanaman Padi Berbasis Citra UAV-VTOL
Menggunakan Machine Learning
HAMMAM MANANDA HARAHAP, Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc, Ph. D. ; Prof. Dr. Lilik Sutiarso, M. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4 Prosedur Penelitian 34
3.4.1 Persiapan Studi Literatur dan Metode 34
3.4.2 Pra Pengambilan Citra 34
3.4.3 Pengambilan Citra 35
3.4.5 Pengolahan Citra 36
3.4.6 Uji Validasi 36
3.5 Analisis Data 37
BAB IV. 39
HASIL DAN PEMBAHASAN 39
4.1 Hasil Pengolahan Data Citra Multispektral 39
4.1.1 Hasil Pengolahan Orthomosaic 39
4.1.2 Hasil Pengolahan Peta Indeks Vegetasi 40
4.2 Karakteristik dan Distribusi Data 41
4.2.1 Distribusi Jumlah Sampel pada Setiap Fase Pertumbuhan 41
4.2.2 Distribusi dan Dinamika Nilai SPAD dan Konduktansi Stomata (gsw) 43
4.3 Pembentukan Klaster dan Pra-Pemrosesan Data Pemodelan 44
4.3.1 Nomenklatur Skema Zonasi Kebutuhan Pupuk 44
4.3.2 Analisis Korelasi Fitur Spektral terhadap Parameter Fisiologis 45
4.3.3 Penentuan Jumlah Klaster Optimal (K-Means) 46
4.3.4 Visualisasi Pemisahan Klaster (PCA) 47
4.4 Hasil Pemodelan dan Evaluasi Model Klasifikasi 48
4.4.1 Evaluasi Model Klasifikasi Skema Dua Kelas 48
4.4.2 Evaluasi Model Klasifikasi Skema Tiga Kelas 50
4.4.3 Konsistensi Model Akhir pada Setiap Fase Pertumbuhan 51
4.5 Peta dan Komposisi Zonasi Rekomendasi Pemupukan 53
4.5.1 Peta dan Komposisi Zonasi Skema Dua Kelas 53
4.5.2 Peta dan Komposisi Zonasi Skema Tiga Kelas 53
4.5.3 Rekomendasi pemupukan dua kelas dan tiga kelas 55
4.6 Interpretasi Model Berbasis SHAP dan Feature Importance 55
4.6.1 Kepentingan Fitur Skema Dua Kelas (SHAP) 55

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Model Grid Zonasi Potensi Pemupukan Presisi untuk Tanaman Padi Berbasis Citra UAV-VTOL Menggunakan Machine Learning
HAMMAM MANANDA HARAHAP, Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc, Ph. D. ; Prof. Dr. Lilik Sutiarso, M. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.6.2 Kepentingan Fitur Skema Tiga Kelas (MDI) 57
4.7 Perbandingan Skema Dua Kelas dan Tiga Kelas 58
BAB V 61
KESIMPULAN DAN SARAN 61
5.1 Kesimpulan 61
5.2 Saran 62
DAFTAR PUSTAKA 63
Lampiran 68