

**PENGEMBANGAN INDEKS KUALITAS TANAH DAN OPTIMASI
SPASIAL LAHAN RAWA BERBASIS LOGIKA *FUZZY* UNTUK
PERTANIAN PADI BERKELANJUTAN**

**RIKA AMANDA APRIANI
NIM. 2420525320036**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**PENGEMBANGAN INDEKS KUALITAS TANAH DAN OPTIMASI
SPASIAL LAHAN RAWA BERBASIS LOGIKA *FUZZY* UNTUK
PERTANIAN PADI BERKELANJUTAN**

**RIKA AMANDA APRIANI
NIM. 2420525320036**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**PENGEMBANGAN INDEKS KUALITAS TANAH DAN OPTIMASI
SPASIAL LAHAN RAWA BERBASIS LOGIKA *FUZZY* UNTUK
PERTANIAN PADI BERKELANJUTAN**

**RIKA AMANDA APRIANI
NIM. 2420525320036**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MAGISTER LINGKUNGAN
pada Program Studi Magister (S2) PSDAL PPs ULM**

**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tesis : Pengembangan Indeks Kualitas Tanah Dan Optimasi
Spasial Lahan Rawa Berbasis Logika *Fuzzy* Untuk
Pertanian Padi Berkelanjutan
Nama : Rika Amanda Apriani
NIM : 2420525320036

disetujui,

Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc.
Ketua



Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc.
Anggota I



Prof. Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.
Anggota II

diketahui,

Koordinator Program Studi
Magister (S2) RSDAL ULM



Dr. Dini Sofarini, S.Pi., M.S.

Direktur Pascasarjana



Universitas Lambung Mangkurat

Prof. Dr. H. Danang Biyatmoko, M.Si

Tanggal Lulus:

Tanggal Wisuda:



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
PROGRAM PASCASARJANA**

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

NOMOR : 221/UN8.4/DP/2026

Sertifikat ini diberikan kepada:

Rika Amanda Apriani

Dengan Judul Tesis :

Pengembangan Indeks Kualitas Tanah dan Optimasi Spasial Lahan Rawa
Berbasis Logika Fuzzy untuk Pertanian Padi Berkelanjutan

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarmasin, 06 Agustus 2026

Direktur,



Prof. Dr. Ir. Danang Biryatmoko, M.Si.
NIP 196805071993031020



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rika Amanda Apriani
NIM : 2420525320036
Program Studi : S2 – Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan
Fakultas : Program Pascasarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **“Pengembangan Indeks Kualitas Tanah Dan Optimasi Spasial Lahan Rawa Berbasis Logika Fuzzy Untuk Pertanian Padi Berkelanjutan”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarbaru, 10 Agustus 2026
Yang membuat Pernyataan,



Rika Amanda Apriani
Rika Amanda Apriani
NIM. 24205253200036

RINGKASAN

Rika Amanda Apriani. 2026. Pengembangan Indeks Kualitas Tanah Dan Optimasi Spasial Lahan Rawa Berbasis Logika *Fuzzy* Untuk Pertanian Padi Berkelanjutan. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc.; Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.

Lebak di Desa Walatung, Kecamatan Pandawan, Kabupaten Hulu Sungai Tengah berpotensi besar untuk budidaya padi, tetapi terkendala keasaman tanah, genangan musiman, dan variabilitas biofisik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi biofisik lahan, mengevaluasi kesesuaian lahan untuk padi rawa (*Oryza sativa*) menggunakan pendekatan *fuzzy set*-GIS yang dibandingkan dengan metode FAO konvensional, serta mengembangkan Indeks Kualitas Tanah berbasis logika *fuzzy* sebagai dasar optimasi lahan. Analisis dilakukan pada lima titik sampel yang mewakili tipologi lebak dangkal, tengahan, dan dalam, menggunakan data tanah (tekstur, pH, C-organik, N-total, rasio C/N, KTK), DEM SRTM, *Topographic Wetness Index* (TWI), curah hujan CHIRPS (2016–2025), dan data lama genangan hasil wawancara petani. Hasil menunjukkan pH tanah (4,34–5,53) dan lama genangan sebagai faktor pembatas dominan di seluruh wilayah. Evaluasi FAO menghasilkan kelas S2 seluas 13%, S3 80%, dan N 7%, sedangkan metode fuzzy-GIS menghasilkan LSI kontinu 0,140–0,587 dengan konsistensi kelas 100% terhadap FAO, kelas S1 tidak ditemukan karena kemasaman tanah yang sistemik. Indeks Kualitas Tanah berkisar 0,57–0,78, C-organik bukan faktor pembatas, namun nilainya yang tinggi (10,61–14,10%) di lebak dalam mengindikasikan potensi lahan bergambut. Strategi optimasi berbasis zona direkomendasikan, yaitu pemupukan nitrogen di lebak dangkal, pengapuran dolomit dan normalisasi saluran di lebak tengahan, serta reklamasi bertahap atau konservasi rawa di lebak dalam. Pendekatan *fuzzy*-GIS terbukti melengkapi metode FAO dengan representasi spasial lebih detail dan mampu menangkap transisi kondisi lahan secara gradual.

Kata Kunci: Lahan Lebak; Padi Rawa; *Fuzzy set*; GIS; Metode FAO; Indeks Kualitas Tanah.

SUMMARY

Rika Amanda Apriani. 2026. Development of a Soil Quality Index and Spatial Optimization of Peatland Areas Using Fuzzy Logic for Sustainable Rice Farming. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc.; Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.

The low-lying areas in Walatung Village, Pandawan Subdistrict, Hulu Sungai Tengah Regency have great potential for rice cultivation but are hampered by soil acidity, seasonal flooding, and high biophysical variability. This study aims to analyze the biophysical conditions of the land, evaluate its suitability for swamp rice (*Oryza sativa*) using a fuzzy set–GIS approach compared to the conventional FAO method, and develop a Fuzzy Logic-Based Soil Quality Index as a basis for land optimization. The analysis was conducted at five sampling points representing shallow, medium, and deep wetland typologies, using soil data (texture, pH, organic carbon, total nitrogen, C/N ratio, cation exchange capacity), SRTM DEM, Topographic Wetness Index (TWI), CHIRPS precipitation data (2016–2025), and historical flooding data obtained from farmer interviews. The results indicate that soil pH (4.34–5.53) and duration of waterlogging are the dominant limiting factors across the entire region. The FAO evaluation resulted in S2 class covering 13%, S3 80%, and N 7%, while the fuzzy-GIS method produced a continuous LSI of 0.140–0.587 with 100% class consistency with the FAO; the S1 class was not found due to systemic soil acidity. The Soil Quality Index ranged from 0.57 to 0.78; organic carbon was not a limiting factor, but its high values (10.61–14.10%) in deep peatlands indicate the potential for peatland. Zone-based optimization strategies are recommended, namely nitrogen fertilization in shallow peatlands, dolomite liming and channel normalization in intermediate peatlands, and gradual reclamation or wetland conservation in deep peatlands. The fuzzy-GIS approach has proven to complement the FAO method with more detailed spatial representation and the ability to capture gradual transitions in land conditions.

Keywords: Floodplain Land; Paddy Fields; fuzzy sets; GIS; FAO Method; Soil Quality Index.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
UPA BAHASA ULM

Jalan Brigjen H. Hasan Basry Kotak Pos 70123 Banjarmasin
Telepon/Fax.: (0511) 3308140
Email: uptbahasa@ulm.ac.id

SURAT KETERANGAN

NO: 227/UN8.16/BS/2026

Bersama ini kami menerangkan bahwa Ringkasan bahasa Inggris dengan judul:

***“Development of a Soil Quality Index and Spatial Optimization of Peatland Areas
Based on Fuzzy Logic for Sustainable Rice Farming”*** yang disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Rika Amanda Apriani
Nim : 2420525320036
Jurusan/Fakultas : S2 PSDAL
Program : Pascasarjana

telah diverifikasi Bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari ringkasan yang ditulis oleh mahasiswa tersebut di atas. (Ringkasan terlampir)

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarmasin, August 05, 2026

Kepala



Dr. Hj. Noor Eka Chandra, M.Pd
NIP. 197710232001122003

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rika Amanda Apriani, lahir di Bakau pada tanggal 12 April 2000 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, putri dari pasangan Amat dan Khadijah. Penulis menempuh pendidikan di SDN 1 Pamukan Utara, SMPN 1 Pamukan Utara, dan SMAN 1 Pamukan Utara, kemudian melanjutkan studi Strata-1 pada Program Studi Fisika (Peminatan Geofisika) Universitas Lambung Mangkurat (2018–2022). Pada jenjang ini, penulis menyelesaikan penelitian skripsi mengenai analisis kerapatan mangrove menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) berbasis *Geographic Information System* (GIS) dan Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*), yang menjadi titik awal ketertarikannya pada pemanfaatan teknologi spasial di bidang lingkungan. Ketertarikan tersebut terus dikembangkan penulis hingga kini diwujudkan melalui profesinya sebagai Konsultan Individual (GIS) pada Dinas Pertanian Kabupaten Hulu Sungai Tengah sejak tahun 2023. Tesis ini disusun sebagai bagian dari kontribusi penulis bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan perencanaan pembangunan berkelanjutan. Saran atau masukan dapat disampaikan melalui surel: rikaamandaapriani@gmail.com.

Penulis, 10 Agustus 2026

Rika Amanda Apriani

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga seluruh rangkaian kegiatan dan pembuatan tesis ini dapat terlaksana dengan baik. Salam dan shalawat atas junjungan Nabiyyullah Muhammad SAW suri teladan bagi seluruh umat manusia di muka bumi.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam pembuatan hasil penelitian saya, terimakasih juga kepada Akhamd Aldy Rifani, S.Pt selaku suami saya, Abraham Prakoso, S.Si, M.Ling sahabat baik saya dan semua pihak keluarga yang selalu memberikan dukungan dan do'a serta motivasi untuk penulis, kemudian Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc selaku ketua komisi pembimbing, Ibu Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc selaku anggota komisi pembimbing I dan Bapak Prof. Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom selaku anggota komisi pembimbing II serta seluruh pihak terkait atas segala saran, arahan dan bimbingan yang telah diberikan selama pembuatan tesis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan ini, oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun sebagai koreksi. Penulis berharap, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Banjarbaru, 10 Agustus 2026



Rika Amanda Apriani

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM.....	ii
HALAMAN JUDUL.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
SURAT KETERANGAN RINGKASAN TESIS	ix
RIWAYAT HIDUP.....	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian	5
1.3.1. Tujuan Penelitian	5
1.3.2. Kegunaan Penelitian.....	6
1.4 Ruang Lingkup.....	6
1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah	6
1.4.2. Ruang Lingkup Materi	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan	8
2.2 Konsep Lahan Rawa	8
2.3 Evaluasi Kesesuaian Lahan.....	9
2.4 Kondisi Daerah Penelitian.....	10
2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)	11
2.6 Metode <i>Fuzzy set</i> dalam Evaluasi Kesesuaian Lahan	12
2.7 Indeks Kualitas Tanah.....	13

2.8 Kerangka Konsep Penelitian	14
III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian.....	18
3.3. Prosedur Pengumpulan Data	18
3.3.1. Pendekatan Titik Sampel.....	18
3.3.2. Jenis dan Sumber Data	19
3.3.3. Teknik Pengumpulan Data	21
3.4. Analisis Data	22
3.4.1. Analisis Parameter Biofisik Lahan.....	23
3.4.2. <i>Matching Fuzzy</i> Kesesuaian Lahan.....	23
3.4.3. Pembobotan Parameter Padi Rawa	26
3.4.4. Analisis Pembatas dan Strategi Lahan	27
3.5. Kerangka Pikir Penelitian	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Kondisi Biofisik Lahan Rawa Desa Walatung.....	31
4.1.1. Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah	31
4.1.2. Kondisi Hidrologi.....	34
4.1.3. Kondisi Iklim	37
4.1.4. Kondisi Topografi	39
4.2. Kesesuaian Lahan Metode Konvensional FAO	42
4.2.1. Pencocokan (<i>Matching</i>) Parameter dengan Kriteria FAO.....	42
4.2.2. Kelas Kesesuaian Aktual dan Faktor Pembatas	45
4.2.3. Kesesuaian Lahan Potensial.....	47
4.3. Kesesuaian Lahan Metode <i>Fuzzy Set</i> Berbasis SIG	49
4.3.1. Nilai Keanggotaan Fuzzy (<i>Membership Value</i>) Setiap Parameter.....	49
4.3.2. Indeks Kesesuaian Lahan (LSI) dan Overlay Spasial ..	58
4.3.3. Distribusi Kelas Kesesuaian Lahan Secara Spasial	62
4.4. Perbandingan Metode Konvensional FAO dan <i>Fuzzy Set</i> –SIG.	67
4.4.1. Konsistensi Hasil Kedua Metode	68
4.4.2. Keunggulan dan Keterbatasan Metode <i>Fuzzy set</i> dan Metode FAO.....	71
4.5. Faktor Pembatas Dominan dan Indeks Kualitas Tanah	71
4.5.1. Identifikasi dan Pola Spasial Faktor Pembatas	71
4.5.2. Indeks Kualitas Tanah.....	72

4.6. Strategi Optimasi Lahan Rawa untuk Pertanian Padi Berkelanjutan	76
4.6.1. Strategi Pengelolaan Tanah dan Tata Kelola Air per Zona.....	76
4.6.2. Skenario Kesesuaian Lahan Potensial.....	78
4.6.3. Implikasi Kebijakan Pertanian Berkelanjutan.....	79
V. PENUTUP.....	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Penentuan Titik Lokasi	19
3.2. Klasifikasi Nilai LSI menjadi Kelas Kesesuaian.....	25
3.3. Pembobotan Empat Parameter.....	26
4. 1. Hasil Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah Lahan Rawa Desa Walatung.....	31
4. 2. Kondisi Genangan Rawa Lebak di Desa Walatung.....	35
4. 3. Tabel Curah Hujan Kab. HST 2016-2025	38
4. 4. Pencocokan (Matching) Nilai Karakteristik Lahan Sampel dengan Kriteria Kesesuaian Lahan FAO untuk Padi Sawah Lebak (<i>Oryza sativa</i>) di Desa Walatung.....	43
4. 5. Kelas Kesesuaian Lahan Aktual dan Faktor Pembatas untuk Padi Sawah Lebak (<i>Oryza sativa</i>) di Desa Walatung	45
4. 6. Evaluasi Kesesuaian Lahan Aktual Metode FAO untuk Padi Sawah Lebak (<i>Oryza sativa</i>) di Desa Walatung.....	46
4. 7. Kesesuaian Lahan Potensial dan Upaya Perbaikan untuk Padi Sawah Lebak (<i>Oryza sativa</i>) di Desa Walatung.....	48
4. 8. Alur Proses Overlay Fuzzy dan Nilai LSI Final.....	59
4. 9. Distribusi Kelas Kesesuaian Lahan Fuzzy Set Secara Spasial di Lahan Rawa Desa Walatung.....	63
4. 10. Validasi Konsistensi Kelas Kesesuaian Lahan Metode FAO dan Fuzzy Set-GIS.....	66
4.11. Perbandingan Hasil Kesesuaian Lahan Metode FAO dan Fuzzy Set– SIG di Lahan Rawa Desa Walatung	70
4. 12. Indeks Kualitas Tanah Lahan Rawa Desa Walatung	73
4. 13. Indeks Kualitas Tanah (IKT) dan Penetapan Kelas Kesesuaian Lahan Potensial Lahan Rawa Desa Walatung	74
4. 14. Strategi Pengelolaan Tanah dan Tata Kelola Air Berdasarkan Zonasi Tipe Lebak dan Nilai Indeks Kualitas Tanah di Desa Walatung.....	76

4.15. Skenario Kesesuaian Lahan Potensial dan Proyeksi Peningkatan LSI per Zona.....	78
4.16. Implikasi Kebijakan Pertanian Berkelanjutan Berdasarkan Hasil Penelitian	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Kerangka Konsep Penelitian	16
3.1. Peta Rawa Lebak Desa Walatung, Kecamatan Pandawan.....	17
3.2. Peta Titik Lokasi Penelitian	19
3.3. Tahapan Penelitian	30
4. 1. Total Curah Hujan Tahunan – HST (2016 – 2025).....	38
4. 2. Kemiringan Lereng Daerah Penelitian Sawah Rawa Lebak	40
4. 3. Fuzzy Membership Rasio C/N	50
4. 4. Fuzzy Membership C-organik.....	51
4. 5. Fuzzy Membership KTK.....	52
4. 6. Fuzzy Membership N-total	53
4. 7. Fuzzy Membership pH tanah	54
4. 8. Fuzzy Membership Tekstur.....	55
4. 9. Fuzzy Membership Slope/Elevasi.....	56
4. 10. Fuzzy Membership Kedalaman Muka Air Tanah.....	57
4. 11. Fuzzy Overlay 3 parameter (Tanah, Topografi dan Hidrologi)	59
4. 12. Nilai Fuzzymembership Curah Hujan (0,2797)	60
4. 13. Fuzzy Overlay 4 Parameter	61
4. 14. Reclassify Fuzzy Overlay Kesesuaian Lahan	62
4. 15. Raster to Polygon Fuzzy Overlay Kesesuaian Lahan	63
4. 16. Titik Sampel dengan Kelas Kesesuaian Lahan Padi Lebak	65
4. 17. Perbandingan Peta Kesesuaian Lahan Padi Lebak Desa Walatung..	68