



EVALUASI KESESUAIAN LAHAN TANAMAN CABAI MERAH MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY DI DESA CIPUTRI, KECAMATAN PACET, KABUPATEN CIANJUR

Ilham Gusrianda^{*1}, Masita Dwi² Mandini Manesa³, Hafid Setiadi⁴

^{1,2,3,4}Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, Indonesia

*Email Koresponden: ilham.gusrianda@ui.ac.id

Diterima: 29-05-2024, Revisi: 18-08-2024, Disetujui: 29-09-2024

©2024 Universitas Hamzanwadi

Abstrak cabai merah (*capsicum annum*) adalah komoditas sayuran dengan nilai ekonomis tinggi yang semakin diminati. Permintaan terus tumbuh seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri, terutama untuk bumbu masakan, industri makanan, dan obat-obatan. Oleh karena itu, diperlukan kajian kesesuaian lahan untuk mengidentifikasi potensi lahan yang sesuai guna mencapai hasil panen yang optimal. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan mengevaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman cabai merah di Desa Ciputri. Metode yang digunakan dalam analisis kesesuaian lahan menggunakan pendekatan fuzzy dan evaluasi kesesuaian lahan menggunakan Boolean. Hasil penelitian menunjukkan hasil kesesuaian lahan cabai merah dengan metode fuzzy mendapatkan hasil nilai dengan kesesuaian paling tinggi yaitu 0,856 dan nilai terendah 0,1456 dimana nilai fuzzy berada pada rentang nilai 0 sampai 1. Hasil evaluasi kesesuaian lahan cabai merah menghasilkan 3 kelas yaitu sangat sesuai dengan luas 261,63 hektar (30,0 %), cukup sesuai dengan luas 177,18 hektar (20,31 %) dan tidak sesuai dengan luas 433,19 hektar (49,69 %). Metode fuzzy logic memberikan hasil yang lebih terperinci dan fleksibel dalam menggambarkan kesesuaian lahan, menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian yang lebih tinggi berbanding lurus dengan nilai fuzzy yang lebih tinggi, sementara tingkat kesesuaian yang rendah berhubungan dengan nilai fuzzy yang lebih rendah.

Kata kunci: cabai merah, evaluasi kesesuaian lahan, logika fuzzy

Abstract Red chili (*capsicum annum*) is a high-value vegetable commodity that is increasingly in demand. The demand continues to grow along with population growth and industrial development, especially in the culinary spices, food industry, and pharmaceutical. Therefore, a land suitability assessment is needed to identify suitable land potential to achieve optimal harvest yields. This research was conducted to analyze and evaluate land suitability for red chili cultivation in Ciputri Village. The method used in land suitability analysis employs a fuzzy approach, and land suitability evaluation uses Boolean logic. This research results show that the land suitability for red chili with the fuzzy method yields the highest suitability value of 0.856 and the lowest value of 0.1456, where the fuzzy value is within the range of 0 to 1. The results of the red chili land suitability evaluation produced 3 classes: very suitable with an area of 261.63 hectares (30.0%), quite suitable with an area of 177.18 hectares (20.31%), and not suitable with an area of 433.19 hectares (49.69%). The fuzzy logic method provides more detailed and flexible results in describing land suitability, showing that higher suitability levels correlate with higher fuzzy values, while lower suitability levels are associated with lower fuzzy values.

Keywords: red chili, land suitability evaluation, fuzzy logic

PENDAHULUAN

Perluasan dan pengembangan lahan pertanian memerlukan upaya mencari lahan baru yang dapat dimanfaatkan secara optimal. Untuk mencapai hal ini, penting dilakukan penelitian menyeluruh terhadap kualitas dan potensi lahan yang tersedia (Pertiwi et al, 2023). Dengan pertumbuhan populasi global yang terus meningkat, permintaan akan produk pertanian seperti cabai merah juga akan naik. Salah satu pendekatan untuk memenuhi kebutuhan ini adalah dengan meningkatkan area penanaman cabai. Oleh karena itu, evaluasi yang seksama terhadap kemampuan lahan baru untuk bercocok tanam cabai merah menjadi esensial dalam mendukung ketahanan pangan dunia serta memenuhi permintaan pasar yang berkembang (Pakpahan, 2018). Cabai merah memiliki peran signifikan dalam sektor hortikultura dan

memberikan kontribusi yang penting bagi perekonomian nasional. Selain menjadi penyedia lapangan kerja yang cukup besar, cabai merah juga menjadi sumber pendapatan yang vital dan kontributor utama terhadap devisa negara. Menurut Puspitasari *et al.*, (2019), budidaya cabai merah (*Capsicum annum*) sangat diminati di Indonesia karena nilai ekonominya yang tinggi dan kemampuan adaptasinya yang luas, mulai dari lahan sawah dataran rendah hingga lahan kering dataran tinggi. Selain itu, cabai merah memegang peran yang penting dalam memperkaya cita rasa ragam masakan Indonesia, sehingga diperlukan analisis dan evaluasi kesesuaian lahan agar pengembangan dilakukan secara optimal.

Kesesuaian lahan merujuk pada sejauh mana sebuah lahan cocok untuk penggunaan tertentu (Nurmiaty *et al.*, 2019). Proses evaluasi lahan melibatkan estimasi tingkat kesesuaian lahan untuk berbagai tujuan penggunaan, dengan kerangka kerja utamanya adalah mencocokkan kualitas lahan dengan persyaratan yang diperlukan untuk penggunaan tertentu (Rendana *et al.*, 2022). Kesesuaian lahan merujuk pada kecocokan atau kelayakan suatu jenis lahan untuk tujuan tertentu. Penilaian kesesuaian lahan melibatkan evaluasi komponen iklim, tanah, dan topografi, sambil memperhitungkan kendala biofisik (Baja *et al.*, 2018). Evaluasi kemampuan dan kesesuaian lahan menjadi penting dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan saat ini dan di masa depan, berfokus pada efisiensi penggunaan sumber daya lahan (Nurmiaty *et al.*, 2020).

Dalam mengatasi bias dalam penetapan batas nilai kriteria kelas pada teknik evaluasi kesesuaian lahan, Bourrogh (1989) menggunakan teori logika fuzzy yang dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Bias dalam penetapan batas nilai kriteria dalam evaluasi kesesuaian lahan melibatkan ketidaktepatan atau subjektivitas dalam menentukan ambang batas untuk mengklasifikasikan lahan ke dalam kategori kesesuaian tertentu. Hal ini dapat disebabkan oleh data yang terbatas, asumsi subjektif dari praktisi, keterbatasan standar umum yang tidak mempertimbangkan kondisi lokal, dan perubahan lingkungan dari waktu ke waktu. Bias ini dapat mengakibatkan klasifikasi lahan yang tidak akurat dan mempengaruhi keputusan penggunaan dan manajemen lahan. Metode seperti logika fuzzy dapat mengurangi bias dengan menawarkan penilaian yang lebih fleksibel dan berbasis rentang nilai yang lebih luas. Pendekatan ini didasarkan pada teori himpunan fuzzy, di mana derajat keanggotaan menjadi faktor penting dalam menentukan keberadaan elemen dalam suatu himpunan. Nilai keanggotaan, yang juga disebut sebagai fungsi keanggotaan, menjadi elemen kunci dalam penalaran dengan logika fuzzy (Nurmiaty *et al.*, 2020). Berdasarkan penjabaran pendahuluan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kesesuaian lahan untuk cabai merah di Desa Ciputri, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur dengan menggunakan pendekatan fuzzy logic.

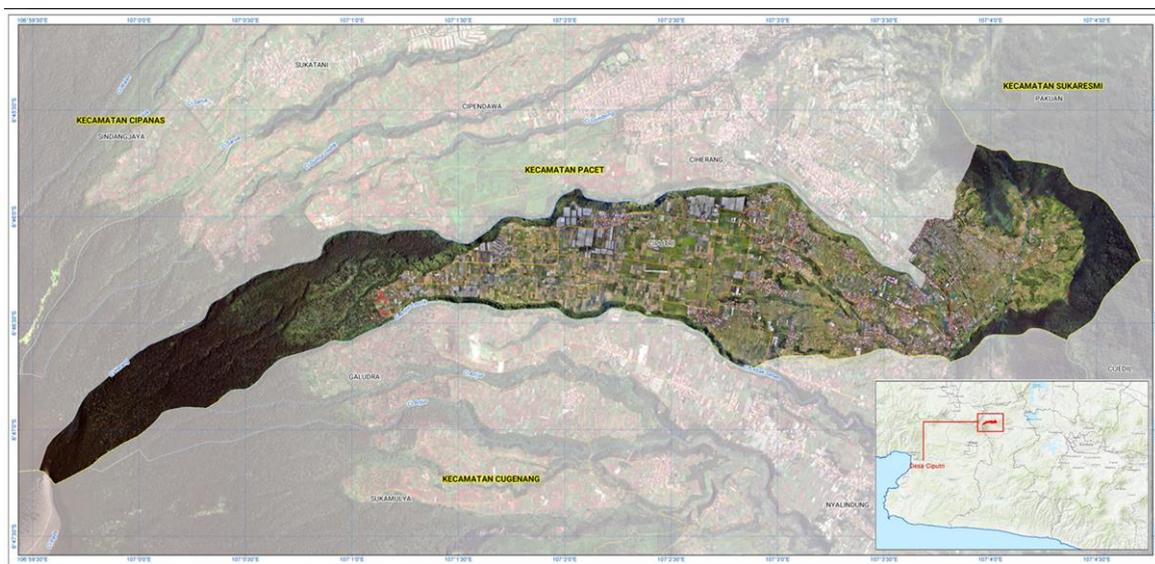
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Ciputri, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Desa Ciputri telah dikenal sebagai pusat pertanian dan perkebunan. Wilayah ini memiliki luas hamparan pertanian dan perkebunan yang menjadi sumber penghidupan bagi sebagian besar penduduknya. Sekitar 75% dari penduduk Desa Ciputri bekerja sebagai petani, dengan hasil hortikultura seperti sayur-mayur menjadi komoditas paling berpotensi.

Desa Ciputri merupakan daerah yang berada di sekitaran Gunung Gede yang kaya akan lahan subur yang cocok untuk aktivitas pertanian. Aktivitas Pertanian juga dapat memengaruhi keanekaragaman hayati dan memiliki dampak sosial dan budaya yang signifikan. Dengan pendekatan berkelanjutan, pertanian di kawasan gunung dapat mendukung mata pencaharian masyarakat, tetap memperhatikan faktor iklim dan cuaca yang rentan, dan menjadi daya tarik pariwisata dengan mempertahankan keindahan lanskap dan kearifan lokal.

Penelitian ini memiliki 8 parameter kesesuaian lahan yang terdiri dari komponen iklim yaitu curah hujan dan temperatur, komponen topografi yaitu lereng dan elevasi, serta komponen karakteristik tanah yaitu tekstur, drainase, kedalaman tanah, dan keasaman/pH tanah. Penelitian ini menggunakan beberapa data spasial berupa data vektor dan data raster. Data DEM Nasional Desa Ciputri diperoleh dari website Badan Informasi Geospasial yaitu Inageoportal <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web> yang akan digunakan dalam membuat peta dasar lereng, elevasi yang diolah di software ArcGis menggunakan *Spatial Analyst Tools*. Data DEM Nasional juga digunakan dalam pembuatan peta suhu menggunakan Rumus Braak (1928, dalam Seyedmohammadi *et al.*, 2019) dimana setiap kenaikan 100 m suhu akan berkurang

0,6 derajat celsius. Peta Curah hujan didapatkan dari 4 titik stasiun dengan menghitung rata-rata curah hujan selama 13 tahun dengan stasiun pengamatan curah yaitu Stasiun Pacet (2936 mm/tahun), Cianjur, Tanawati Kb. Gedeh (3167 mm/tahun), Alam Indah Bunga Nusantara (2676 mm/tahun) dan Sarongge (3865 mm/tahun). Peta karakteristik tanah seperti parameter tekstur, kedalaman tanah, dan pH diperoleh dari pembuatan peta Satuan Lahan Homogen (SLH). Menurut Adelia *et al.*, (2016) dengan mengoverlay peta jenis tanah skala 1.50.000, peta lereng dan peta penggunaan lahan yang didigitasi dari data foto udara perekaman tahun 2023 akan menghasilkan peta satuan lahan homogen yang akan menjadi dasar pengecekan karakteristik tanah. Peta Satuan lahan Homogen dijadikan acuan sebagai penentuan titik-titik pengambilan sampel pengamatan tanah yang dilakukan pengecekan lapangan. Karakteristik tanah yang diamati hanya berupa fisik tanah seperti tekstur tanah, kedalaman tanah dan pH tanah. Pengecekan kimia tanah tidak dilakukan dikarenakan keterbatasan waktu dan biaya sehingga kesesuaian lahan yang dihasilkan hanya menggambarkan dari karakteristik fisik untuk kesesuaian lahan cabai merah. Pengecekan sampel tanah dilakukan dengan mengikuti panduan buku Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional Litbang Pertanian Tahun 2014.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Rancangan Peneliti, 2023)

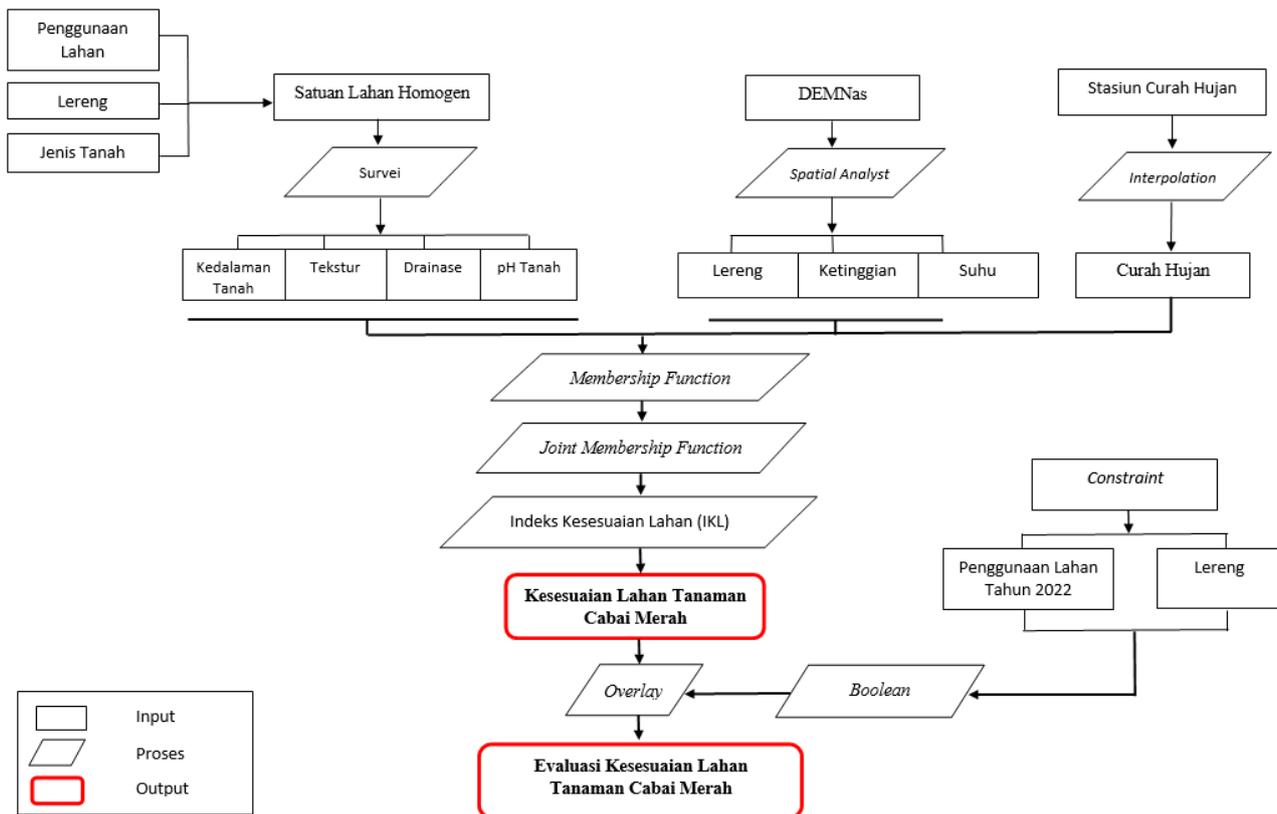
Penggunaan teknik klasifikasi fuzzy bertujuan utama untuk menawarkan solusi atas tantangan serius terkait akurasi yang biasa dihadapi melalui penggunaan logika klasifikasi biner Boolean, di mana hanya terdapat dua nilai, yaitu satu atau nol, yang menunjukkan benar atau salah (Zain *et al.*, 2018). Salah satu pertimbangan pentingnya adalah bahwa atribut lingkungan secara spasial sangat beragam di alam, maka penyajian fungsi kontinu dengan fuzzy set baik dalam prosedur penilaian dan presentasi output jauh lebih representatif dibandingkan dengan metode pengelompokan nilai atribut ke dalam sistem kategori (Sari, 2021). Fungsi keanggotaan fuzzy (*fuzzy membership function*) menggunakan angka dengan spektrum yang sangat lebar mulai dari 0 hingga 1. Menurut Talukdar *et al.*, (2022), metode fuzzy merupakan pengembangan dari metode Boolean yang dianggap terlalu kaku dan standar karena terbatas pada dua nilai, yaitu benar dan salah (0 atau 1). Dalam metode fuzzy, nilai keanggotaan dapat berada dalam rentang antara 0 hingga 1. Dalam penilaian kesesuaian lahan, semakin mendekati nilai indeks 1, semakin baik kesesuaian lahan tersebut (Ramli & Baja, 2005).

Dalam penelitian ini, metode fuzzy logic merujuk pada *Semantic Impor Model* (SIM) yang digunakan oleh Arif *et al.*, (2015) untuk menentukan kawasan agrikultural di Kabupaten Maros. SIM menggunakan kurva lonceng untuk menilai karakteristik lahan sesuai dengan syarat tumbuh tanaman. Dalam konteks ini, penting untuk memperhatikan karakteristik individu dari setiap parameter untuk memilih fungsi penilaian yang sesuai. Dengan mempertimbangkan kesesuaian lahan terhadap tujuan tertentu, setiap karakteristik lahan akan disesuaikan dengan model fungsi *fuzzy logic* yang sesuai (Vasu *et al.*, 2018). Hal ini

memungkinkan penggunaan pendekatan yang tepat untuk menggambarkan kompleksitas dan keragaman dari masing-masing parameter dalam proses evaluasi kesesuaian lahan (Baja et al., 2022).

Menurut Baja et al. (2002) dalam penilaian kualitas lahan, terkadang ada situasi dimana batas bawah dan atas dari kelas yang menjadi titik ideal point (titik optimum). Dalam keadaan seperti itu fungsi simetris perlu diterapkan. Fungsi asimetris kiri digunakan untuk batas bawah kelas, dimana makin besar nilai karakteristik lahan, maka makin baik kesesuaiannya terhadap peruntukan yang diinginkan, sedangkan asimetris kanan digunakan untuk batas atas, dimana makin rendah nilai karakteristik lahan maka makin baik kesesuaiannya terhadap peruntukan yang diinginkan.

Persiapan data spasial melibatkan penggunaan format data vektor dan raster di dalam platform perangkat lunak ArcGIS, sementara pengolahan data dilakukan dalam format data raster. Semua parameter akan diubah dari format data vektor ke format data raster dalam proses fuzzifikasi kesesuaian lahan cabai merah. Indeks kesesuaian lahan didapatkan dengan melakukan overlay pada setiap karakteristik lahan yang sudah diubah masing-masing nilai variabelnya ke dalam nilai fuzzy. Penentuan tingkat kesesuaian lahan dengan metode fuzzy melibatkan nilai fungsi keanggotaan (*membership function*) untuk setiap parameter (Purnamasari et al., 2019). Untuk menetapkan kelas kesesuaian lahan, dilakukan penggabungan nilai fungsi keanggotaan (*Membership Function*) menjadi fungsi keanggotaan gabungan (*Joint Membership Function*), yang kemudian menghasilkan nilai Indeks Kesesuaian Lahan (*Land Suitability Index/LSI*) atau yang sering disebut juga sebagai Indeks Kesesuaian Lahan (IKL).



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian
(Sumber: Rancangan Peneliti, 2023)

Proses dalam analisis kesesuaian lahan menggunakan *fuzzy logic* dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Nilai keanggotaan individu (*membership function*)

Indikator kesesuaian lahan cabai merah dinilai menggunakan rumus fungsi keanggotaan (MF) seperti yang dilampirkan pada Tabel 1.

1. Fungsi simetris (*symmetric*)

$$MF(x_i) = 1 \text{ jika } (b1 + d1) \leq x_i \leq (b2 - d2)$$

2. Fungsi asimetris kiri (*asymmetric left*)

$$MF(x_i) = \frac{1}{1 + \left[\frac{x - b_1 - d_1}{d_1}\right]^2} \text{ jika } x < b_1 + d_1$$

3. Fungsi asimetris kanan (*asymmetric right*)

$$MF(x_i) = \frac{1}{1 + \left[\frac{x - b_2 + d_2}{d_2}\right]^2} \text{ jika } x > b_2 - d_2$$

Dimana:

MF (xi) = nilai *membership function* parameter

d = zona transisi

b = nilai ideal parameter lahan

ip = titik optimal

2) Nilai keanggotaan kelompok (*Joint Membership Functions*)

Proses *Joint Membership Function* (JMF) dilakukan dengan menggabungkan nilai-nilai MF dari semua kriteria yang dipertimbangkan. Proses penggabungan ini menghasilkan satu nilai komposit yang mencerminkan keseluruhan kesesuaian lahan. Nilai JMF berkisar dari 0 hingga 1, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kesesuaian lahan yang lebih baik. Penetapan bobot kriteria ini dilakukan dengan menggunakan metode 3FD (*3Fold Difference*) berdasarkan tingkat kepentingan (Sari, 2021). Untuk kepentingan perhitungan indeks kesesuaian lahan, masing-masing kelompok perlu diboboti berdasarkan tingkat kepentingan, kesusahan diperbaiki dan besar biaya perbaikan (tingkat kesulitan pengelolaan), yang besarnya tergantung pada peran masing-masing kelompok terhadap kesesuaian lahan. Semakin tinggi tingkat kesesuaian atau pengelolaan lahan maka semakin tinggi bobot. Hal ini disebabkan karena menjadi faktor pembatas utama dalam kesesuaian lahan.

Kelompok kriteria dalam evaluasi kesesuaian lahan dapat dikelompokkan berdasarkan jenis parameter yang mempengaruhi produktivitas dan kualitas lahan. Kelompok A mencakup faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhi kondisi fisik dan iklim lahan, termasuk temperatur, curah hujan, lereng, ketinggian, dan tekstur tanah. Kelompok B melibatkan aspek yang berhubungan dengan kapasitas lahan dalam mengelola air, seperti drainase dan kedalaman tanah, yang penting untuk memastikan keberlanjutan penggunaan lahan. Sementara itu, Kelompok C fokus pada aspek kimia tanah, dengan pH tanah sebagai parameter utama, yang mempengaruhi ketersediaan nutrisi dan kesehatan tanaman.

Nilai keanggotaan dalam kelompok JMF parameter karakteristik lahan diperoleh dengan menggabungkan nilai keanggotaan individu dari setiap parameter karakteristik lahan. Hal ini dilakukan dengan mengalikan nilai keanggotaan individu tersebut dengan bobot yang mencerminkan tingkat kepentingan karakteristik tersebut dalam perhitungan Indeks Kesesuaian Lahan (IKL) dengan rumus seperti dibawah ini:

$$JMF(X) = \sum_{i=1}^n \lambda_i MF_i$$

Keterangan:

JMF (X) : Joint membership function

λ_i : nilai bobot kelompok

MF (xi) : nilai Membership function karakteristik lahan x

Perhitungan bobot kelompok dan individu setiap parameter adalah sebagai berikut (Hapsari et al., 2014 dengan modifikasi):

Perhitungan bobot kelompok yaitu

$$\begin{aligned}
 A &= 2B & 5A + 2B + 1C &= 1 & A \cdot \lambda &= 0.04 \times 20 = \mathbf{0.80} \\
 B &= 2C & 5.4C + 2.2C + 1C &= 1 & B \cdot \lambda &= 0.04 \times 4 = \mathbf{0.16} \\
 A &= 4C & 20C + 4C + 1C &= 1 & C \cdot \lambda &= 0.04 \times 1 = \mathbf{0.04} \\
 & & 25C &= 1 & & \\
 & & C &= 1/25 & & \\
 & & C &= 0.04 & &
 \end{aligned}$$

Perhitungan bobot individu yaitu

Bobot individu = Bobot kelompok / jumlah anggota masing-masing kelompok.

$$A = 0.80 : 5 = \mathbf{0.16} \qquad B = 0.16 : 2 = \mathbf{0.08} \qquad C = 0.04 : 1 = \mathbf{0.04}$$

Tabel 1. Kriteria dan pemodelan fuzzy kesesuaian lahan untuk cabai merah

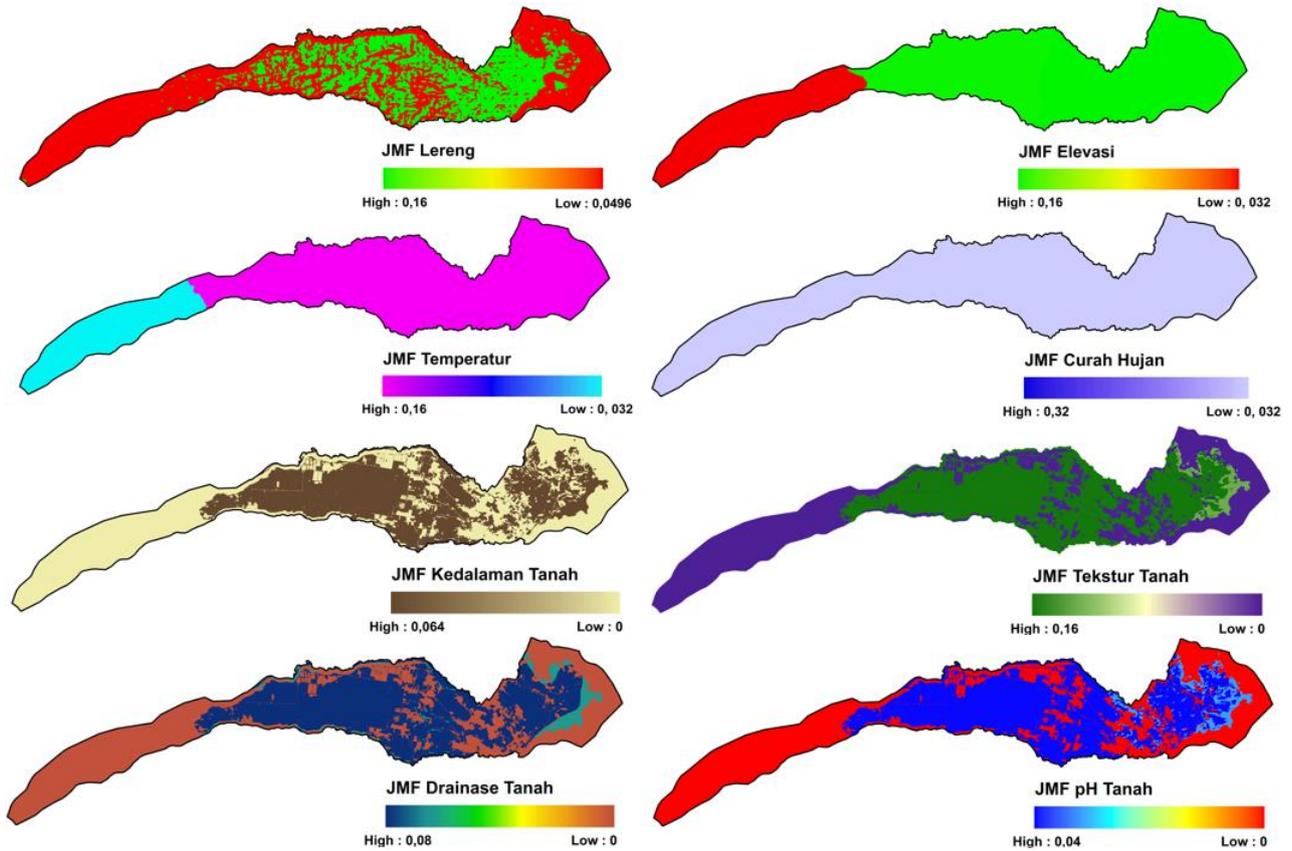
Parameter	Nilai karakteristik lahan				Model kurva dan derajat keanggotaan	Nilai indikator atribut lahan					
	S1	S2	S3	N		b1	ip1	ip2	b2	d1	d2
Suhu (°C)	21-27	27-28 16-21	28-30 14-16	<14 >30	<p>Model 2: Symmetric</p>	14	21	27	30	7	3
Curah hujan (mm/tahun)	1200-2000	1000-1200 2000-2500	800-1000 2500-3000	>3000 <800		800	1200	2000	3000	400	1000
Keasaman/pH Tanah	6,0-7,5	5,5-6,0 7,5-8,0	>8,0 <5,5	-	<p>Model 4: Asymmetric right</p>	5,5	6,0	7,5	8,0	0,5	0,5
Ketinggian (mdpl)	0-1000	1000-1400	>1400	-		-	-	1000	1400	-	1200
Lereng (%)	0-3	3-8	8-15	>15	<p>Model 3: Asymmetric left</p>	-	-	3	15	-	9
Drainase	1 (baik, agak terhambat)	2 (agak cepat, agak baik)	3 (terhambat)	4 (sangat terhambat, cepat)		-	-	1	3	-	2
Tekstur	1 (agak halus, sedang)	2 (halus)	3 (agak kasar)	4 (kasar)	-	-	1	3	-	2	
Kedalaman Tanah (cm)	>75	50-75	30-50	<30	<p>Model 3: Asymmetric left</p>	30	75	-	-	45	-

Sumber: Litbang Pertanian (2014) dan analisis peneliti (2023)

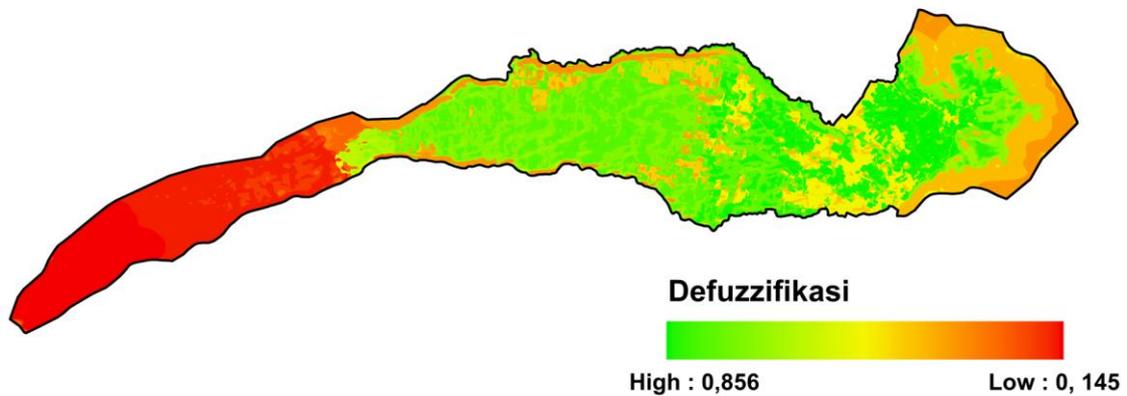
TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Kesesuaian Lahan Cabai Merah

Hasil kesesuaian lahan diperoleh dari penjumlahan semua nilai *Joint Membership Function* (JMF) atau fungsi keanggotaan setiap parameter kesesuaian lahan. Fungsi keanggotaan menggambarkan sejauh mana suatu nilai memenuhi kondisi atau kriteria tertentu. 8 parameter yang sudah diubah ke nilai fuzzy di-overlay di software ArcGIS menggunakan *Weighted Sum* sehingga menghasilkan nilai kombinasi dari *Joint Membership* setiap parameter (Gambar 3). Hasil menunjukkan nilai tertinggi atau sesuai untuk kesesuaian untuk cabai merah ada di angka 0,856 dan untuk nilai tertinggi atau tidak sesuai berada pada nilai 0,145 dimana rentang nilai berada pada 0 sampai 1 (Gambar 4).



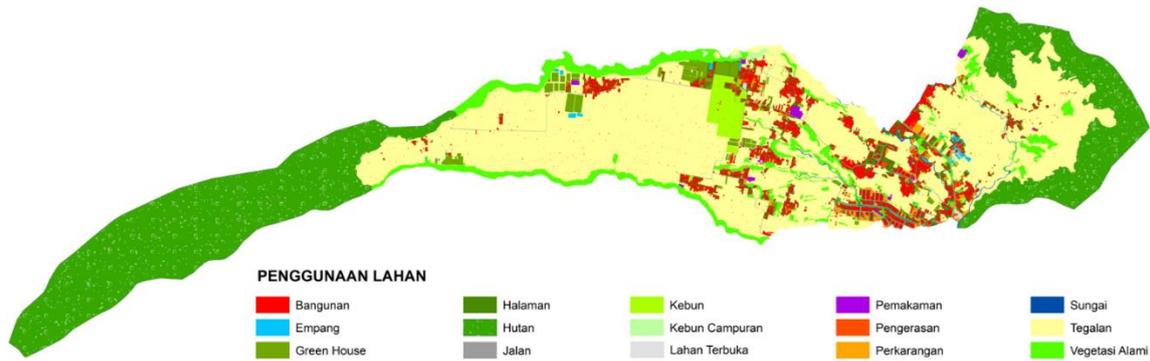
Gambar 3. Hasil Joint membership function setiap parameter kesesuaian lahan untuk cabai merah (Sumber: Hasil pengolahan data penelitian, 2023)



Gambar 4. Defuzzifikasi kesesuaian lahan untuk cabai merah (Sumber: Hasil pengolahan data penelitian, 2023)

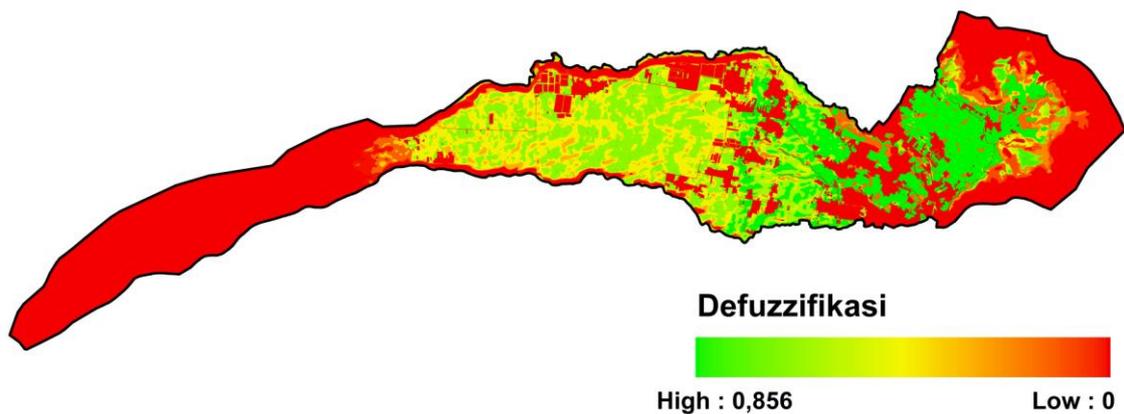
Evaluasi Kesesuaian Lahan Cabai Merah

Hasil penggabungan dari *Joint membership function* selanjutnya di-overlay dengan faktor pembatas atau *constraint*. Faktor pembatas atau *constraint* dalam evaluasi kesesuaian lahan adalah kondisi atau batasan-batasan tertentu yang dapat mempengaruhi kemampuan suatu area untuk digunakan sesuai dengan tujuan tertentu (Sadiq *et al.*, 2023). Faktor pembatas dalam proses evaluasi lahan menggunakan pendekatan Boolean dimana nilainya berupa 0 (tidak sesuai) dan 1 (sesuai). Lereng dengan nilai lebih besar dari sama dengan 40% menjadi faktor fisik pembatas utama dalam kesesuaian lahan dan penggunaan lahan berupa permukiman, hutan, jalan, sungai, bangunan merupakan faktor pembatas dalam evaluasi lahan karena tidak cocok untuk melakukan kegiatan budidaya cabai merah. Lahan dengan kemiringan di bawah 40% dan jenis penggunaan lahan seperti tegalan atau ladang, lahan terbuka dan perkebunan dapat dijadikan sebagai alternatif untuk pengembangan cabai merah (Gambar 5).



Gambar 5. Peta penggunaan lahan Desa Ciputri tahun 2023
(Sumber: Hasil pengolahan data penelitian, 2023)

Hasil perhitungan Indeks Kesesuaian Lahan diperoleh melalui overlay keseluruhan nilai *Joint Membership Function* (JMF). Setelah itu, indeks tersebut diklasifikasikan ke dalam tiga kategori sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hapsari (2014). Penentuan klasifikasi kesesuaian lahan menjadi tiga kategori bertujuan untuk menyederhanakan penilaian dan memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi dan keterbatasan lahan untuk berbagai penggunaan. Untuk nilai indeks kesesuaian lahan antara 0 hingga 0.59, lahan tersebut termasuk dalam kategori tidak sesuai sampai kurang sesuai. Nilai antara 0.6 hingga 0.79 masuk dalam kategori cukup sesuai sampai sesuai. Sementara itu, nilai antara 0.8 hingga 1.0 diklasifikasikan sebagai kategori sangat sesuai.



Gambar 6. Defuzzifikasi kesesuaian lahan untuk cabai merah dengan faktor pembatas (*constraint*)
(Sumber: Hasil pengolahan data penelitian, 2023)

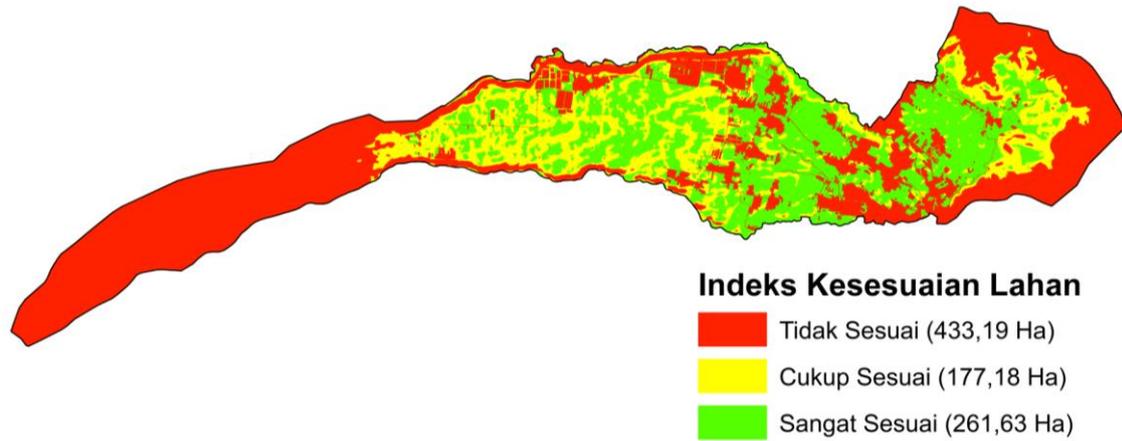
Tabel 2. Luas Indeks Kesesuaian Lahan (IKL) cabai merah

Indeks Kesesuaian Lahan	Luas (hektar)	Persentase (%)
Tidak Sesuai	433,19	49,69
Cukup Sesuai	177,18	20,31
Sangat Sesuai	261,63	30,0
Total	872,04	100

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian, 2023

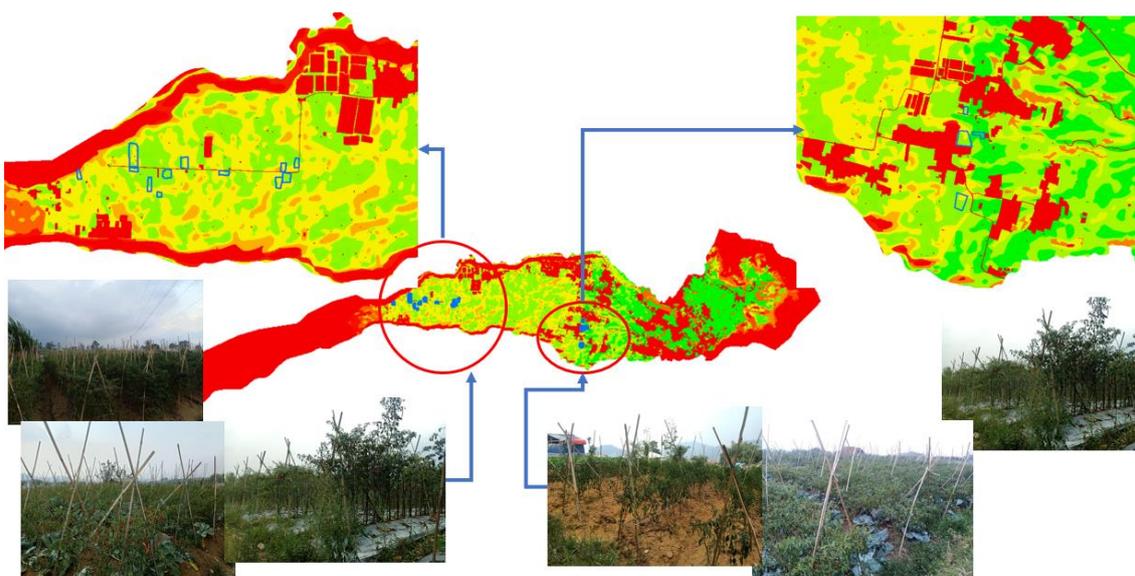
Setelah pembuatan peta kesesuaian lahan, dilakukan verifikasi lapangan untuk menilai tingkat akurasi peta yang telah dibuat. Verifikasi lapangan ini melibatkan kunjungan langsung ke Desa Ciputri. Terdapat 16 titik sampel pengamatan yang dilakukan berdasarkan kondisi eksisting kebun cabai merah di Desa Ciputri. Terlihat pada Gambar 8 yang berwarna biru pada peta merupakan hasil tracking lahan cabai merah di Desa Ciputri yang menunjukkan lokasi lahan berada pada kesesuaian yang bervariasi dari cukup sesuai dan sangat sesuai dan tidak ditemukan lahan cabai di daerah yang tidak sesuai dengan hasil

pemodelan kesesuaian cabai merah. Dengan kondisi topografi Desa Ciputri yang bervariasi dari datar, bergelombang dan terjal berbukit menjadi tantangan dalam pengolahan lahan terutama untuk pertanian. Menurut Pakpahan (2018) dalam kelas kesesuaian lahan yang cukup sesuai, beberapa upaya perbaikan dapat dilakukan seperti penyesuaian jarak tanam, penambahan bahan organik, aplikasi kapur pertanian, pemupukan kapur atau fosfor (P), dan penerapan sistem teras gulud atau teras bangku untuk mengurangi erosi tanah.



Gambar 7. Indeks kesesuaian lahan untuk cabai merah
(Sumber: Hasil analisis data penelitian, 2023)

Analisis kesesuaian lahan khususnya bidang pertanian dengan metode *fuzzy logic* menawarkan berbagai manfaat dan kelebihan dibandingkan metode tradisional. *Fuzzy logic* memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dengan menangani ketidakpastian dan variabilitas data melalui nilai derajat keanggotaan, serta mengintegrasikan berbagai variabel seperti topografi, karakteristik tanah, dan iklim. Metode ini efektif dalam mengolah data yang tidak pasti atau tidak lengkap, menghasilkan model yang lebih realistis dan sesuai dengan kondisi lapangan dibandingkan metode tradisional yang sering menggunakan batasan kaku, *fuzzy logic* mampu menangani ketidakpastian, memberikan penilaian yang lebih halus dan kontinu, serta beradaptasi lebih baik pada variabilitas alam. Selain itu, fuzzy logic memungkinkan kombinasi parameter yang lebih baik dan dapat menangani data kualitatif, menjadikannya metode yang lebih komprehensif dan informatif untuk analisis kesesuaian lahan.



Gambar 8. Hasil survey lahan cabe merah di Desa Ciputri dibandingkan dengan Indeks Kesesuaian Lahan
(Sumber: Hasil analisis data penelitian, 2023)

SIMPULAN

Hasil kesesuaian lahan cabai merah dengan metode fuzzy memperoleh hasil nilai dengan kesesuaian paling tinggi yaitu 0,856 dan nilai terendah 0,1456 dimana nilai fuzzy berada pada rentang nilai 0 sampai 1. Hasil evaluasi kesesuaian lahan cabai merah di Desa Ciputri menghasilkan 3 kelas yaitu sangat sesuai dengan luas 261,63 hektar (30,0 %), cukup sesuai dengan luas 177,18 hektar (20,31 %) dan tidak sesuai dengan luas 433,19 hektar (49,69 %). Hasil verifikasi lapangan menunjukkan bahwa lahan cabai eksisting berada di kategori cukup sesuai dan sangat sesuai. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lahan telah memenuhi sebagian besar kriteria yang dibutuhkan untuk budidaya cabai secara optimal, meskipun masih ada ruang untuk peningkatan agar seluruh lahan mencapai kategori sangat sesuai. Penggunaan fuzzy logic dalam analisis kesesuaian lahan lebih efisien karena kriteria dapat digabungkan dengan lebih fleksibel dibandingkan metode konvensional yang cenderung memiliki batasan atau bobot yang kaku. Bobot dalam fuzzy logic dapat disesuaikan berdasarkan derajat keanggotaan, sehingga memungkinkan kombinasi kriteria yang lebih kompleks dan realistis. Secara keseluruhan, fuzzy logic lebih efektif dalam menangani kompleksitas, ketidakpastian, dan ambiguitas dalam analisis kesesuaian lahan dibandingkan pendekatan konvensional yang terbatas. Selain itu, fuzzy logic dapat diterapkan pada berbagai jenis data, baik kuantitatif maupun kualitatif, tanpa memerlukan normalisasi atau transformasi data yang rumit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, R., Dibia, I, N., & Mega, I, M. (2016). Evaluasi Kesesuaian Lahan Beberapa Komoditas Tanama Holtikultura dan Perkebunan di Kawasan Agrowisata Desa Kerta Kecamatan Payangan Kabupaten Gianyar. (2016). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 5(4), 405.
- Arif, S., Suriamihardja, D. A., Baja, S., & Zubair, H. (2015). A Spatial Decision Support System for Agricultural Land Management in Maros Region, Indonesia. *Journal of Information Engineering and Applications*, 5(7).
- Baja, S., Arif, S., Nurmiaty, Surni, Adzima, A. F., & Mawaleda, R. (2022). Geoportall platform design for agricultural development of small island based on geosmart system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1107(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1107/1/012066>
- Baja, S., Chapman, D. M., & Dragovich, D. (2002). A conceptual model for defining and assessing land management units using a fuzzy modeling approach in GIS environment. *Environmental Management*, 29(5), 647–661. <https://doi.org/10.1007/s00267-001-0053-8>
- Baja, S., Neswati, R., & Arif, S. (2018). Land use and land suitability assessment within the context of spatial planning regulation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 157(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/157/1/012025>
- Burrough PA. 1989. Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land Evaluation. *Journal of Soil Science*, 40, 477-492
- Hapsari, B., Awaluddin, M., & Yuwono, B. D. (2014). Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Pertanian Berbasis Sistem Informasi Geografis Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Set (Studi Kasus: Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 3(1).
- Nurmiaty, Arif, S., Baja, S., Ridwan, A., Rahmad, D., Sukmawati, Lalu, M. S., & Suryani, I. (2020). Fuzzy set method in GIS raster to analyze the characteristics of agricultural lands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 486(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012077>
- Nurmiaty, Arif, S., Sukmawati, D., R., Ridwan, A., Yassin, R., & Yunarti. (2020). Spatial Analysis in GIS for Planning Regional in Supporting the Superior Food Commodities. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 273–281. <https://doi.org/10.32628/ijrst207562>
- Nurmiaty, Baja, S., Arif, S., Ridwan, A., Rahmad, D., & Sukmawati. (2019). Developing Agricultural Land Geospatial Information in Supporting Regional Food Resilience. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 279(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/279/1/012005>

- Pakpahan, T. E. (2018). Kajian Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum*) Di Desa Nekan Kecamatan Entikong Kabupaten Sanggau Provinsi Kalimantan Barat. *Agrica Ekstensia*, 12(2), 1-7
- Pertiwi, S., & Pradana, R. P. (2023). Sistem Pendukung Keputusan untuk Optimasi Pemilihan Tanaman Hortikultura pada Lahan Pertanian. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, 11(2), 175–192. <https://doi.org/10.19028/jtep.011.2.175-192>
- Purnamasari, A. R., Noguchi, R., & Ahamed, T. (2019). Land suitability assessments for yield prediction of cassava using geospatial fuzzy expert systems and remote sensing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105018>
- Puspitasari, D., & P, D. D. (2019). Mutu Cabai Merah Besar Segar (*capsicum annum* l.) Pada Suhu Ruang Dengan Jenis Pengemasan Yang Berbeda Selama Penyimpanan. *KESMAS UWIGAMA: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 16–29. <https://doi.org/10.24903/kujkm.v5i1.827>
- Ramli, M., & Baja, D. S. (2005). Aplikasi Fuzzy Set Berbasis Sistem Informasi Geografis Dalam Evaluasi Kesesuaian Lahan. In *Informatika Pertanian* (Vol. 14).
- Rendana, M., Rahim, S. A., Idris, W. M. R., Rahman, Z. A., & Lihan, T. (2022). Agricultural Land Evaluation Using GIS-Based Matching Method in Highland Areas for Oil Palm Cultivation. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 37(1), 100–110. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v37i1.57441>
- Sadiq, F. K., Ya’u, S. L., Aliyu, J., & Maniyunda, L. M. (2023). Evaluation of land suitability for soybean production using GIS-based multi-criteria approach in Kudan Local Government area of Kaduna State Nigeria. *Environmental and Sustainability Indicators*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100297>
- Sari, S. P. (2021). Analisis Pengembangan Wilayah Berbasis Komoditi Kakao di Kabupaten Tanah Datar. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 5(1), 83–93. <https://doi.org/10.29408/geodika.v5i1.3268>
- Syedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A. A., & McDowell, R. W. (2019). Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture. *Geoderma*, 352, 80–95. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.05.046>
- Talukdar, S., Naikoo, M. W., Mallick, J., Praveen, B., Shahfahad, Sharma, P., Islam, A. R. M. T., Pal, S., & Rahman, A. (2022). Coupling geographic information system integrated fuzzy logic-analytical hierarchy process with global and machine learning based sensitivity analysis for agricultural suitability mapping. *Agricultural Systems*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103343>
- Vasu, D., Srivastava, R., Patil, N. G., Tiwary, P., Chandran, P., & Kumar Singh, S. (2018). A comparative assessment of land suitability evaluation methods for agricultural land use planning at village level. *Land Use Policy*, 79, 146–163. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.007>
- Zain, D. P., Salman, D., & Baja, S. (2018). Model of slum area management based on socio-spatial approach. The case of Baubau City, Indonesia. *Journal of Settlements and Spatial Planning*, 9(2), 103–115. <https://doi.org/10.24193/JSSP.2018.2.03>