Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab
Volume 8, Nomor 1, Agustus 2025
Halaman: 36-48

ISSN: 2622-3570
E-ISSN:2621-394X
DOI.10.30872/jatl.8.1.2025.19472.36-48

Evaluasi Kesesuaian Lahan Sawah Potensial Berdasarkan Bentuk Lahan di Kelurahan Makroman, Samarinda

Landform-Based Suitability Evaluation of Potential Rice Fields in Makroman Village, Samarinda

BAGUS ADI NUGROHO[1)], TITIN EKA SETIANINGSIH[1)], GHAISANI SALSABILA[1)], MULYADI[1)], MAKHRAWIE[1)], dan DONNY DHONANTO[1)]*

[1)]Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Jl. Pasir Balengkong, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119, Kalimantan Timur, Indonesia. Tel: +62-541-749161, Fax: +62-541-738341, *email: d.dhonanto@unmul.ac.id

Manuscript received: 22 April 2025 Revision accepted: 18 May 2025

ABSTRACT

The increasing demand for rice production in Samarinda, East Kalimantan, necessitates the identification of new agricultural areas. This study evaluates the suitability of potential rice fields in Makroman using a landform-based approach. The analysis considers land characteristics across different landform units, including floodplains, slopes, undulating plains, and rolling plains. Land suitability was assessed using a simple or maximum limitation method across two cropping seasons: November-February and May-August. Land characteristics such as climatic, topography, wetness, physical soil characteristics, and soil fertility characteristics were evaluated. The evaluation results indicate that the suitability level of land for rice cultivation in Makroman Subdistrict varies across different landform units and planting seasons. During the November–February planting season, all landform units fall into the S3 suitability class (marginally suitable), with the main limitations being climate factors (rainfall and temperature during the maturation phase) and soil fertility (pH and organic carbon content). In the May–August planting season, suitability tends to improve, particularly in terms of climate, where most areas are classified as S1 (highly suitable). However, limitations related to topography, drainage, and soil fertility remain significant constraints, especially in sloping and rolling plain land units. Overall, the floodplain areas exhibit the highest land suitability compared to other landform units, mainly due to their gentle topography, relatively high moisture levels, and high cation exchange capacity. The study concludes that while floodplains offer high potential for rice development, slope management and soil improvement measures are necessary for marginal areas. These findings provide critical insights for sustainable agricultural planning in Makroman.
Key words: rice cultivation, land evaluation, geomorphology, agriculture, soil.

ABSTRAK

Meningkatnya permintaan produksi padi di Kota Samarinda, Kalimantan Timur, mendorong perlunya identifikasi wilayah pertanian baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan potensial untuk sawah di wilayah Makroman dengan pendekatan berbasis bentuk lahan. Analisis dilakukan berdasarkan karakteristik lahan pada satuan bentuk lahan yang berbeda, meliputi dataran banjir, berlereng, dataran berombak, dan dataran bergelombang. Evaluasi kesesuaian lahan dilakukan dengan *simple or maximum limitation method* untuk dua musim tanam, yaitu November–Februari dan Mei–Agustus. Karakteristik lahan yang dianalisis meliputi iklim, topografi, kelembaban, sifat fisik tanah, dan kesuburan tanah. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian lahan untuk budidaya padi di Kelurahan Makroman bervariasi antar satuan bentuk lahan dan musim tanam. Pada musim tanam November–Februari, seluruh satuan bentuk lahan berada pada kelas kesesuaian S3 (sesuai marginal) dengan kendala utama berupa iklim (curah hujan dan suhu saat fase pematangan) serta kesuburan tanah (pH dan kandungan C-organik). Pada musim tanam Mei–Agustus, kesesuaian cenderung meningkat, khususnya pada aspek iklim yang sebagian besar tergolong S1 (sangat sesuai). Namun, keterbatasan pada topografi, drainase, dan kesuburan tanah tetap menjadi pembatas utama, terutama pada satuan lahan berlereng dan bergelombang. Secara umum, dataran banjir memiliki kesesuaian lahan terbaik dibandingkan satuan bentuk lahan lainnya, terutama karena topografi landai, kelembaban relatif tinggi, serta kapasitas tukar kation yang tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa dataran banjir memiliki potensi tinggi untuk pengembangan sawah, namun diperlukan upaya pengelolaan lereng dan perbaikan sifat tanah di lahan marginal. Temuan ini memberikan masukan penting bagi perencanaan pertanian berkelanjutan di wilayah Makroman.
Kata kunci: budidaya padi, evaluasi lahan, geomorfologi, pertanian, tanah.

PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas pangan pokok yang memegang peranan penting dalam ketahanan pangan global, khususnya di kawasan Asia Tenggara, di mana padi menjadi tulang punggung sistem produksi pertanian (Becker *et al.* 2024). Di Indonesia, permintaan terhadap padi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan preferensi pola konsumsi masyarakat. Kondisi ini menimbulkan tekanan terhadap peningkatan produksi padi, sehingga mendorong eksplorasi wilayah pertanian baru, termasuk lahan-lahan marginal, untuk dinilai potensi kesesuaiannya sebagai lahan sawah (Trigunasih & Wiguna 2020; Asra *et al.* 2021; Ismail *et al.* 2024; Reza *et al.* 2024). Salah satu wilayah yang menjadi fokus perhatian adalah Kelurahan Makroman di Kota Samarinda, Kalimantan Timur, yang memiliki kebutuhan mendesak akan identifikasi lahan yang sesuai untuk pengembangan sawah guna memenuhi kebutuhan pangan lokal (Nugroho *et al.* 2024).

Tingkat kesesuaian lahan untuk budidaya padi ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain topografi, karakteristik tanah, iklim, dan bentuk lahan (FAO 1976). Ciri geomorfologi suatu wilayah, seperti kemiringan lereng, drainase tanah, dan elevasi, berperan besar dalam memengaruhi daya simpan air dan kesuburan tanah, yang merupakan aspek krusial bagi keberhasilan budidaya padi (Yousefi *et al.* 2018; Xue *et al.* 2024; Zhao *et al.* 2024). Oleh karena itu, pendekatan evaluasi kesesuaian lahan berbasis bentuk lahan memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai potensi suatu wilayah dalam pengembangan lahan sawah.

Wilayah Makroman memiliki keragaman bentuk lahan, mulai dari dataran banjir hingga perbukitan. Masing-masing satuan bentuk lahan tersebut memiliki tantangan dan peluang tersendiri dalam penggunaannya untuk pertanian. Dataran banjir umumnya sesuai untuk budidaya padi karena topografi yang datar dan kapasitas retensi air yang tinggi, sedangkan lereng dan perbukitan memerlukan penanganan khusus terkait masalah drainase, erosi, dan kesuburan tanah (Yousefi *et al.* 2018). Oleh karena itu, pemahaman mengenai interaksi antara bentuk lahan, kondisi iklim, dan sifat tanah sangat penting dalam merumuskan strategi pemanfaatan lahan yang optimal bagi produksi padi di wilayah ini.

Evaluasi kesesuaian lahan umumnya dilakukan dengan menggunakan kerangka evaluasi lahan, seperti *simple or maximum limitation method* (Sys *et al.* 1991). Metode ini mengevaluasi berbagai parameter, seperti iklim, topografi, kelembaban, sifat fisik tanah, dan karakteristik kesuburan tanah. Integrasi seluruh parameter tersebut memungkinkan pengelompokan lahan ke dalam kelas-kelas kesesuaian, mulai dari sangat sesuai (S1) hingga tidak sesuai (N) (FAO 1976; Sys *et al.* 1991). Perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh turut meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam penilaian kesesuaian lahan melalui analisis spasial terhadap data yang berskala besar (Chen *et al.* 2019; Everest *et al.* 2022; Mahato *et al.* 2024).

Salah satu sumber data spasial tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *SoilGrids250m 2.0*, yaitu produk pemetaan tanah digital global yang disediakan oleh ISRIC (*International Soil Reference and Information Centre*). Dataset ini menyediakan estimasi berbagai sifat tanah, seperti tekstur, pH, kandungan karbon organik, dan kapasitas tukar kation pada resolusi spasial 250 m, serta kedalaman tanah hingga 2 m. Keunggulan utama *SoilGrids250m 2.0* terletak pada cakupannya yang luas, keterbukaan data, serta konsistensi spasial dan tematiknya yang memungkinkan integrasi langsung dengan data topografi dan iklim dalam SIG. Penggunaan *SoilGrids* dalam penelitian ini memungkinkan estimasi sifat tanah secara spasial di wilayah penelitian yang memiliki keterbatasan data observasi lapangan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam tahap evaluasi kesesuaian lahan secara regional dan memperkuat pendekatan geopedologi yang digunakan.

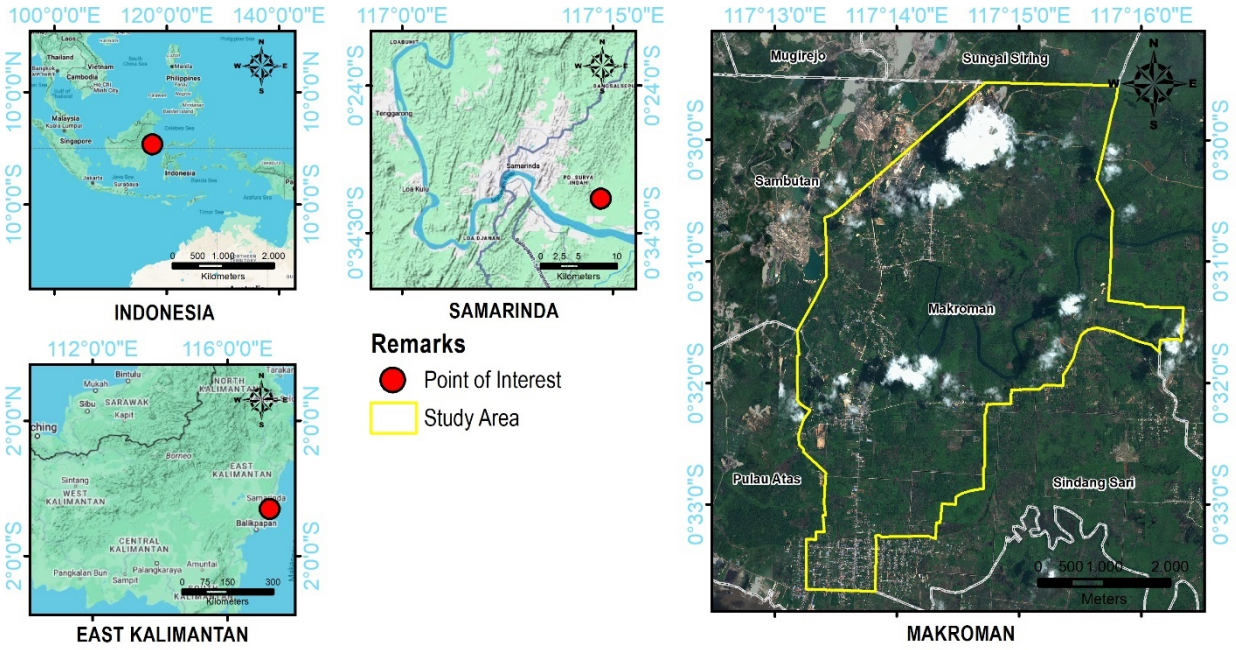
Penelitian-penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas pendekatan berbasis bentuk lahan dalam mengevaluasi potensi pertanian (Yangouliba *et al.* 2020). Dalam konteks budidaya padi, bentuk lahan tidak hanya memengaruhi pengelolaan air, tetapi juga berkontribusi terhadap hasil panen melalui variasi iklim mikro dan sifat tanah (Pan *et al.* 2024). Dataran banjir misalnya, dapat mendukung budidaya padi saat musim hujan, namun risiko genangan yang berlebihan dapat menurunkan hasil, sehingga dibutuhkan strategi pengelolaan air yang tepat. Sebaliknya, wilayah dataran tinggi rentan mengalami kekeringan di musim kemarau, yang memerlukan sistem irigasi untuk menjaga produktivitas (Lee *et al.* 2024; Wang *et al.* 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan potensial untuk budidaya padi di wilayah Makroman berdasarkan karakteristik bentuk lahannya. Dua skenario musim tanam, yaitu November–Februari dan Mei–Agustus, dianalisis guna mempertimbangkan variasi iklim yang berpengaruh terhadap kesesuaian lahan. Melalui integrasi data iklim, sifat tanah yang diperoleh dari *SoilGrids250m*, dan analisis bentuk lahan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan evaluasi komprehensif terhadap potensi pengembangan sawah di wilayah Makroman. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan yang berguna bagi perumusan kebijakan dan perencanaan penggunaan lahan dalam upaya peningkatan produksi padi di Kota Samarinda dan wilayah sejenis di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Makroman, yang terletak di Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Secara geografis, wilayah penelitian berada pada kisaran koordinat 0°29'0"–0°34'0" Lintang Selatan dan 117°12'0"–117°17'0" Bujur Timur dengan luas wilayah 2.438 hektare. Lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Wilayah ini beriklim tropis dengan pola musim hujan dan kemarau yang jelas, sebagaimana lazim dijumpai di kawasan Asia Tenggara. Curah hujan tahunan berkisar antara 2.000 hingga 3.000 mm, dengan periode hujan tertinggi terjadi pada bulan November hingga April. Kondisi ini menjadikan wilayah tersebut cukup mendukung untuk kegiatan pertanian, khususnya budidaya tanaman padi. Topografi Makroman didominasi oleh bentuk lahan bergelombang sedang, dengan ketinggian berkisar antara 20 hingga 80 m di atas permukaan laut. Variasi relief tersebut, bersama keberadaan satuan bentuk lahan seperti perbukitan, punggungan, dan dataran relatif datar, menciptakan lingkungan geomorfologi yang beragam untuk dianalisis dalam evaluasi kesesuaian lahan. Secara geologi, wilayah ini didominasi oleh batuan sedimen, sementara jenis tanah yang berkembang umumnya adalah tanah Ultisols yang dikenal bersifat masam dan memiliki tingkat kesuburan sedang (Jannah *et al.* 2021). Karakteristik tanah ini, dikombinasikan dengan kondisi hidrologi setempat, memegang peran penting dalam menentukan potensi pengembangan lahan sawah. Selain itu, lokasi penelitian berada relatif dekat dengan Sungai Mahakam, salah satu badan air utama di Kalimantan Timur, yang berfungsi sebagai sumber irigasi penting untuk menunjang kegiatan pertanian di wilayah tersebut.

Pengumpulan Data

Data karakteristik lahan dikumpulkan berdasarkan hasil delineasi satuan bentuk lahan (*landform*) di wilayah penelitian. Identifikasi satuan bentuk lahan dilakukan menggunakan dataset DEMNAS (*Digital Elevation Model* Nasional) dari Indonesia, dengan mempertimbangkan potensi penggunaan lahan sebagai sawah yang diperoleh melalui interpretasi visual Citra Satelit *Google Earth* tahun 2024. Satuan bentuk lahan ini digunakan sebagai batas wilayah yang merepresentasikan keragaman karakteristik lahan di seluruh area studi, yang selanjutnya dievaluasi untuk menentukan kesesuaiannya sebagai lahan potensial untuk sawah. Pengumpulan data karakteristik lahan dilakukan dengan mengombinasikan analisis data penginderaan jauh dan survei lapangan guna memperoleh gambaran menyeluruh terhadap berbagai faktor yang memengaruhi kesesuaian lahan untuk budidaya padi. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada setiap satuan bentuk lahan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengumpulan data karakteristik lahan

Karakteristik Lahan	Metode Pengumpulan Data
Iklim (c)	Analisis Data Prediksi Iklim Dunia WorldClim Tahun 2021-2040
Topografi (t)	Analisis Data DEMNAS Indonesia
Kebasahan (w)	Survei Lapangan
Karakteristik Fisik Tanah (s)	Analisis Data SoilGrids250m 2.0 dan Survei Lapangan
Karakteristik Kesuburan Tanah (f)	Analisis Data SoilGrids250m 2.0

Evaluasi Kesesuaian Lahan Berbasis Bentuk Lahan

Evaluasi kesesuaian lahan dalam penelitian ini dilakukan pada masing-masing satuan bentuk lahan yang telah teridentifikasi di wilayah Makroman. Satuan lahan tersebut diturunkan melalui analisis hasil delineasi satuan bentuk lahan

(*landform*) di wilayah penelitian menggunakan dataset DEMNAS Indonesia, dengan mempertimbangkan potensi penggunaan lahan sebagai sawah yang diperoleh melalui interpretasi visual Citra Satelit *Google Earth* tahun 2024. Proses evaluasi dilakukan dalam tiga tahapan. Tahap pertama adalah pengumpulan data karakteristik lahan, yang meliputi faktor-faktor utama penentu kesesuaian lahan untuk budidaya padi, yakni iklim (c), topografi (t), kebasahan (w), karakteristik fisik tanah (s), dan karakteristik kesuburan tanah (f). Pada tahap kedua, setiap karakteristik lahan diberikan nilai parameter berdasarkan kriteria kesesuaian lahan yang telah ditetapkan untuk tanaman padi. Tahap ketiga adalah penentuan kelas kesesuaian lahan dengan membandingkan nilai karakteristik lahan terhadap kriteria persyaratan tumbuh tanaman padi. Kriteria tersebut diadaptasi dari Sys *et al.* (1993), dengan beberapa modifikasi untuk menyesuaikan kondisi lokal. Kriteria karakteristik lahan untuk tanaman padi (*Oryza sativa*) dan kelas kesesuaiannya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria karakteristik lahan untuk tanaman padi (*Oryza sativa*)

Kriteria Karakteristik Lahan	Kelas Kesesuaian Lahan				
	S1	S2	S3	N1	N2
Iklim (c)					
Curah Hujan Bulan ke-1 (mm)	175-500	125-175 / 500-650	100-125 / 650-700		<100 / >750
Curah Hujan Bulan ke-2 (mm)	175-500	125-175 / 500-650	100-125 / 650-700		<100 / >750
Curah Hujan Bulan ke-3 (mm)	175-500	125-175 / 500-650	100-125 / 650-700		<100 / >750
Curah Hujan Bulan ke-4 (mm)	50-300	30-50 / 300-500	<30 / 500-600		>600
Suhu Rata-Rata Masa Tumbuh (°C)	24-36	18-24 / >36	10-18		<18
Suhu Rata-Rata Maksimum Bulan ke-2 (°C)	30-40	26-30 / 40-45	21-26 / 45-50		>50 / <21
Suhu Rata-Rata Tahap Perkembangan Tanaman (Bulan ke-2) (°C)	24-36	18-24 / 36-42	10-18 / 42-45		<10 / >45
Suhu Rata-Rata Tahap Pematangan (Bulan ke-4) (°C)	14-25	10-14 / 25-28	7-10 / 28-30		<7 / >30
Kelembaban Relatif Tahap Olah dan Vegetatif (%)	50-90	40-50 / 90-100	30-40		<30
Kelembaban Relatif Saat Panen (%)	33-80	30-33 / >80			
Topografi (t)					
Kemiringan Lereng (%)	<4	4-8	8-25		>25
Kebasahan (w)					
Drainase	Buruk-Tidak Sempurna	Sedang	Baik	Terdrai-nase	Sangat Buruk
Karakteristik Fisik Tanah (s)					
Tekstur	SiCl, Cl. Si. SiL, SC, L	SCL, SL	LS, LcS		S, cS
Bahan Kasar (%)	<3	3-15	15-35		>35
Kedalaman Tanah (cm)	>75	75-50	50-20		<20
Karakteristik Kesuburan Tanah (f)					
Kapasitas Tukar Kation (cmol(+) kg^{-1})	>16	<16(-)	<16(+)		
pH H_2O	5,5-8,2	5,0-5,5 / 8,2-8,5	4,5-5,0 / 8,5-9.\,0		<4,5 / >9,0
C-Organik (%)	>1,5	1,5-0,8	<0,8		

Evaluasi kesesuaian lahan menggunakan *simple or maximum limitation method* sebagaimana dijelaskan oleh Sys *et al.* (1991), di mana kelas kesesuaian lahan secara keseluruhan ditentukan oleh karakteristik lahan yang paling membatasi. Karakteristik lahan yang dievaluasi mencakup iklim (c), topografi (t), kebasahan (w), karakteristik fisik tanah (s), dan karakteristik kesuburan tanah (f). Berdasarkan parameter-parameter tersebut, lahan diklasifikasikan ke dalam kelas kesesuaian S1 (sangat sesuai), S2 (cukup sesuai), S3 (sesuai marginal), dan N1/N2 (tidak sesuai). Sub-kelas juga diidentifikasi untuk menunjukkan karakteristik pembatas spesifik pada masing-masing satuan bentuk lahan.

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan spasial dalam kerangka Sistem Informasi Geografis (SIG), yang memungkinkan identifikasi satuan bentuk lahan, pengumpulan data karakteristik lahan pada setiap satuan, serta evaluasi kesesuaian lahan berdasarkan karakteristik bentuk lahan untuk mengidentifikasi lahan sawah potensial. Analisis spasial mencakup berbagai teknik, seperti deliniasi, interpolasi, *overlay*, dan perhitungan data spasial, yang seluruhnya dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS versi 10.8. Langkah awal dalam proses analisis adalah deliniasi satuan bentuk lahan, di mana data DEM dan citra satelit digunakan untuk memetakan secara akurat keragaman bentuk lahan di wilayah penelitian. Selanjutnya, data karakteristik lahan yang diperoleh dari analisis data penginderaan jauh dan survei

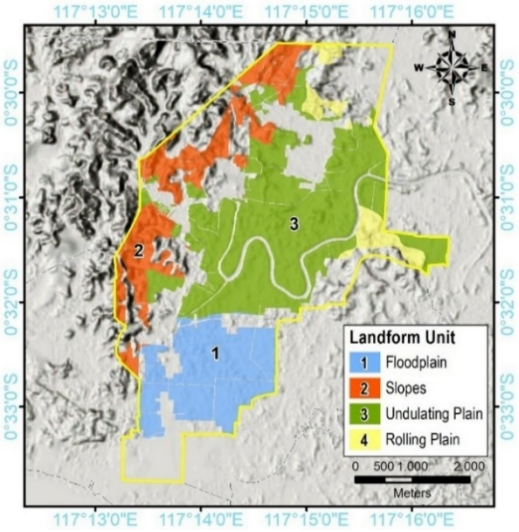
lapangan diintegrasikan ke dalam lingkungan SIG, sehingga memungkinkan penilaian spasial yang menyeluruh terhadap karakteristik lahan di berbagai satuan bentuk lahan.

Teknik analisis spasial seperti interpolasi digunakan untuk memperkirakan sebaran karakteristik lahan di seluruh satuan bentuk lahan, sedangkan analisis *overlay* memungkinkan penggabungan beberapa lapisan data untuk memahami hubungan antara karakteristik lahan dengan tingkat kesesuaian untuk budidaya padi. Melalui penerapan metode spasial ini, sebaran lahan sawah potensial di wilayah Makroman dapat dianalisis secara efektif, memberikan gambaran mengenai wilayah yang paling sesuai untuk produksi padi berdasarkan bentuk lahannya. Proses analisis data yang ketat ini memastikan bahwa hasil penelitian tidak hanya menunjukkan wilayah yang sesuai untuk budidaya padi, tetapi juga memberikan perspektif spasial yang rinci mengenai distribusi wilayah tersebut pada tiap satuan bentuk lahan yang ada di Makroman.

HASIL DAN DISKUSI

Satuan Bentuk Lahan dan Karakteristiknya

Wilayah penelitian yang terletak di Kelurahan Makroman, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda, memiliki keragaman satuan bentuk lahan yang berperan penting dalam menentukan tingkat kesesuaian lahan untuk budidaya tanaman padi. Identifikasi satuan-satuan bentuk lahan dilakukan melalui analisis data *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) yang dikombinasikan dengan interpretasi visual Citra Satelit *Google Earth*. Satuan bentuk lahan utama yang teridentifikasi mencakup dataran banjir (*floodplain*), berlereng (*slopes*), dataran berombak (*undulating plains*), dan dataran bergelombang (*rolling plains*), yang masing-masing menunjukkan ciri geomorfologi khas yang memengaruhi sifat fisik, kimia, serta hidrologi lahan. Distribusi satuan-satuan tersebut secara spasial dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Satuan bentuk lahan

Satuan dataran banjir dicirikan oleh topografi datar hingga landai dengan elevasi rendah serta kedekatannya terhadap Sungai Mahakam. Wilayah ini rentan terhadap banjir musiman sehingga memiliki kondisi kelembaban alami yang tinggi yang mendukung pertumbuhan padi, selama pengelolaan drainase dan kesuburan tanah dilakukan dengan baik. Tanah pada dataran banjir umumnya berupa tanah Aluvial yang subur dan memiliki kapasitas menahan air yang tinggi. Satuan berlereng memiliki kemiringan sedang dengan elevasi yang bervariasi. Satuan ini lebih rentan terhadap erosi dan memiliki kedalaman tanah yang terbatas, yang dapat memengaruhi ketersediaan air dan penetrasi akar tanaman. Satuan dataran berombak merupakan wilayah dengan topografi bergelombang ringan yang menjadi peralihan antara dataran banjir dan lereng terjal. Satuan ini memiliki elevasi sedang dan cenderung memiliki tanah yang terdrainase dengan baik dengan tekstur tanah yang beragam. Sementara itu, satuan dataran bergelombang dicirikan oleh variasi elevasi dan kemiringan yang lebih nyata dibandingkan dataran berombak.

Setiap satuan bentuk lahan dalam wilayah studi merepresentasikan kondisi unik yang secara langsung memengaruhi potensi pengembangan sawah. Identifikasi bentuk lahan dilakukan dengan mempertimbangkan potensi penggunaan lahan untuk sawah yang diperoleh dari interpretasi visual Citra Satelit *Google Earth* tahun 2024. Jenis penutup lahan yang berpotensi dikembangkan menjadi sawah di Makroman sebagian besar merupakan semak belukar (Nugroho *et al.* 2024). Karakteristik lahan dari setiap unit kemudian dianalisis secara mendalam untuk menilai tingkat kesesuaiannya bagi budidaya padi. Distribusi luas setiap unit bentuk lahan disajikan pada Tabel 3. Satuan dataran banjir mencakup area seluas 346,84 ha sebagai wilayah dengan elevasi terendah. Satuan berlereng menempati area seluas 310,72 ha. Satuan terluas adalah dataran bergelombang dengan luas 804,98 ha, sedangkan dataran berbukit mencakup 87,44 ha.

Tabel 3. Satuan bentuk lahan di lokasi penelitian

Satuan Bentuk Lahan	Luas (ha)
Dataran Banjir	346,84
Berlereng	310,72
Dataran Berombak	804,98
Dataran Bergelombang	87,44

Karakteristik Lahan dan Pengaruhnya terhadap Kesesuaian

Evaluasi kesesuaian lahan untuk budidaya padi di Makroman dilakukan berdasarkan analisis mendalam terhadap karakteristik lahan pada masing-masing unit bentuk lahan. Analisis ini mencakup dua musim tanam, yaitu November–Februari (musim hujan) dan Mei–Agustus (musim kemarau). Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kesesuaian yang bervariasi antar unit bentuk lahan, yang dipengaruhi oleh karakteristik iklim (c), topografi (t), kebasahan (w), karakteristik fisik tanah (s), dan karakteristik kesuburan tanah (f). Karakteristik lahan untuk setiap satuan bentuk lahan pada kedua skenario musim tanam tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik lahan di seluruh bentuk lahan

Karakteristik Lahan	Satuan Bentuk Lahan			
	Dataran Banjir	Berlereng	Dataran Berombak	Datraran Bergelombang
Iklim (c) (Musim Tanam November-Februari)				
Curah Hujan Bulan ke-1 (mm)	185	185	185	185
Curah Hujan Bulan ke-2 (mm)	215	213	211	211
Curah Hujan Bulan ke-3 (mm)	192	188	189	189
Curah Hujan Bulan ke-4 (mm)	148	146	146	146
Suhu Rata-Rata Masa Tumbuh (°C)	29	30	29	29
Suhu Rata-Rata Maksimum Bulan ke-2 (°C)	34	34	34	34
Suhu Rata-Rata Tahap Perkembangan Tanaman (Bulan ke-2) (°C)	29	29	29	29
Suhu Rata-Rata Tahap Pematangan (Bulan ke-4) (°C)	29	30	29	29
Kelembaban Relatif Tahap Olah dan Vegetatif (%)	79	77	77	77
Kelembaban Relatif Saat Panen (%)	79	75	79	79
Iklim (c) (Musim Tanam Agustus-Mei)				
Curah Hujan Bulan ke-1 (mm)	157	155	156	156
Curah Hujan Bulan ke-2 (mm)	189	189	189	189
Curah Hujan Bulan ke-3 (mm)	125	126	126	126
Curah Hujan Bulan ke-4 (mm)	115	113	113	113
Suhu Rata-Rata Masa Tumbuh (°C)	30	30	30	30
Suhu Rata-Rata Maksimum Bulan ke-2 (°C)	34	34	34	34
Suhu Rata-Rata Tahap Perkembangan Tanaman (Bulan ke-2) (°C)	33	33	33	33
Suhu Rata-Rata Tahap Pematangan (Bulan ke-4) (°C)	34	34	34	34
Kelembaban Relatif Tahap Olah dan Vegetatif (%)	79	79	79	79
Kelembaban Relatif Saat Panen (%)	75	75	75	75
Topografi (t)				
Kemiringan Lereng (%)	4	17	5	13
Kebasahan (w)				
Drainase	Tidak Sempurna	Baik	Sedang	Sedang
Karakteristik Fisik Tanah (s)				
Tekstur	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam
Bahan Kasar (%)	11	11	10	6
Kedalaman Tanah (cm)	150	150	150	150
Karakteristik Kesuburan Tanah (f)				
Kapasitas Tukar Kation (cmol(+) kg^{-1})	33	23,9	31,2	31,1
pH H_2O	5,2	5,2	5,1	5,1
C-Organik (%)	0,2	0,1	0,2	0,1

Dari segi iklim, selama musim tanam November–Februari, curah hujan tergolong tinggi dan merata, berkisar antara 146–215 mm per bulan, yang ideal untuk pertumbuhan padi. Suhu rata-rata berkisar 29–30°C, sesuai dengan kebutuhan fisiologis tanaman padi. Kelembaban relatif tertinggi terpantau pada satuan dataran banjir (79%), mendukung fase vegetatif secara optimal. Meskipun demikian, suhu pada fase pemasakan mencapai 30°C pada beberapa satuan, yang berpotensi mempercepat respirasi dan menurunkan pengisian bulir, sehingga kesesuaian iklim diklasifikasikan sebagai S3 (cukup sesuai) untuk musim ini. Pada musim tanam Mei–Agustus, curah hujan menurun terutama pada bulan ketiga dan keempat (125 dan 115 mm), yang dapat membatasi ketersediaan air, terutama pada satuan lahan berlereng. Namun, suhu tetap dalam kisaran optimal (30–34°C) dan kelembaban relatif cukup stabil.

Topografi juga berperan penting dalam menentukan potensi budidaya. Satuan dataran banjir dengan kemiringan lereng 4% menunjukkan kondisi paling mendukung, karena risiko erosi rendah dan kemampuan menahan air cukup tinggi. Sebaliknya, satuan berlereng memiliki kemiringan hingga 17%, yang meningkatkan risiko erosi permukaan dan pergerakan air permukaan, sehingga perlu penerapan konservasi lahan untuk mengurangi kehilangan tanah dan air. Dataran berombak dan bergelombang memiliki kemiringan sedang (5–13%) yang masih dapat dimanfaatkan untuk pertanian lahan basah dengan intervensi teknologi pengelolaan air dan tanah.

Faktor kebasahan juga menunjukkan variasi. Satuan dataran banjir memiliki drainase tidak sempurna, yang menguntungkan untuk sistem sawah selama dikelola dengan baik. Namun, potensi genangan dapat muncul bila sistem drainase sekunder tidak tersedia. Sebaliknya, satuan berlereng memiliki drainase baik, namun hal ini justru menjadi keterbatasan dalam mempertahankan kelembaban tanah yang diperlukan tanaman padi, terutama pada fase pertumbuhan awal. Satuan dataran berombak dan bergelombang menunjukkan drainase sedang, yang secara umum lebih mudah dikelola.

Sifat fisik tanah juga turut memengaruhi kemampuan lahan. Semua satuan lahan memiliki tekstur tanah *clay loam*, yang umumnya cukup baik untuk pertanian karena memiliki kemampuan menahan air dan unsur hara yang moderat. Kandungan bahan kasar (fragmen batuan >2 mm) berkisar antara 6–11%, masih dalam batas toleransi untuk pertumbuhan akar padi, tetapi nilai tertinggi (11%) pada satuan dataran banjir dan berlereng dapat membatasi volume tanah efektif jika tidak dikelola dengan baik. Kedalaman efektif tanah di seluruh satuan mencapai 150 cm, yang tergolong sangat dalam dan mendukung pengembangan sistem perakaran padi serta pergerakan air dan udara tanah secara vertikal.

Dari aspek kesuburan kimia tanah, kapasitas tukar kation (KTK) tertinggi tercatat pada dataran banjir (33 cmol(+) kg^{-1}), yang menunjukkan potensi tinggi dalam menahan dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Sebaliknya, KTK terendah terdapat pada satuan berlereng (23,9 cmol(+) kg^{-1}), yang dapat membatasi ketersediaan hara, terutama pada kondisi pengelolaan yang kurang optimal. Nilai pH tanah berkisar 5,1–5,2, yang termasuk kategori masam, sehingga berpotensi menghambat ketersediaan unsur hara makro tertentu seperti fosfor dan kalsium. Kandungan karbon organik berada pada tingkat sangat rendah (0,1–0,2%), mencerminkan kondisi degradasi bahan organik yang dapat memengaruhi stabilitas struktur tanah, kapasitas menahan air, serta aktivitas biologi tanah.

Kelas Kesesuaian Lahan dan Distribusi Spasial Potensi Sawah

Evaluasi kesesuaian lahan untuk budidaya padi di setiap satuan bentuk lahan di Makroman menunjukkan variasi tingkat kesesuaian berdasarkan parameter-parameter utama karakteristik lahannya. Evaluasi dilakukan untuk dua musim tanam (November–Februari dan Mei–Agustus). Kelas kesesuaian karakteristik lahan di setiap satuan bentuk lahan dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada musim tanam November hingga Februari, parameter iklim menunjukkan tingkat kesesuaian yang konsisten di seluruh satuan bentuk lahan. Curah hujan pada bulan pertama hingga bulan keempat diklasifikasikan sebagai S1 (sangat sesuai) untuk seluruh satuan bentuk lahan, termasuk dataran banjir, berlereng, dataran berombak, dan dataran bergelombang. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi curah hujan selama periode tersebut sangat mendukung budidaya padi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pascual & Wang (2017) yang menyatakan bahwa curah hujan optimal selama fase awal pertumbuhan padi sangat berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas. Suhu juga memainkan peran penting dalam perkembangan tanaman. Suhu rata-rata selama siklus pertumbuhan dan suhu maksimum pada bulan kedua berada pada klasifikasi S1 untuk semua bentuk lahan. Suhu yang berkisar antara 29°C hingga 34°C ini sangat sesuai dengan kebutuhan optimal pertumbuhan padi (Ezin *et al.* 2022). Namun, pada fase pematangan (bulan keempat), suhu mengalami sedikit peningkatan sehingga diklasifikasikan sebagai S3 (sesuai marginal) untuk seluruh bentuk lahan. Suhu tinggi pada fase ini dapat berdampak negatif terhadap pengisian bulir dan hasil panen, sebagaimana dijelaskan oleh Shrestha *et al.* (2022) bahwa suhu di atas 33°C pada fase *grain filling* dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil gabah. Kelembaban relatif selama tahap pengolahan tanah dan vegetatif dikategorikan S1, mencerminkan kondisi kelembaban yang mendukung pertumbuhan awal tanaman. Sementara itu, pada tahap panen, kelembaban relatif turun menjadi S2 (cukup sesuai) untuk semua bentuk lahan karena penurunan kelembaban yang dapat memengaruhi kualitas bulir saat panen (Li *et al.* 2018). Secara keseluruhan, meskipun terdapat sedikit keterbatasan pada tahap pematangan dan panen, kondisi iklim selama musim tanam November–Februari secara umum mendukung budidaya padi pada semua satuan bentuk lahan. Kelas kesesuaian lahan secara umum adalah S3, yang dipengaruhi oleh faktor drainase dan kesuburan tanah.

Kondisi iklim pada musim tanam Mei hingga Agustus juga menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi untuk budidaya padi. Curah hujan selama empat bulan pertama tetap berada pada klasifikasi S1 untuk semua bentuk lahan, yang mengindikasikan bahwa curah hujan pada musim ini sama baiknya dengan musim tanam sebelumnya. Hal ini diperkuat oleh

studi Amarasingha *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa curah hujan di atas 200 mm per bulan selama fase vegetatif mendukung ketersediaan air optimal untuk pertumbuhan padi sawah. Suhu tetap sangat sesuai, dengan semua parameter suhu, termasuk suhu rata-rata siklus tanam, suhu maksimum bulan kedua, dan suhu selama fase pertumbuhan, berada dalam klasifikasi S1 di seluruh bentuk lahan. Tidak seperti musim tanam sebelumnya, suhu rata-rata pada fase pematangan selama musim ini tetap berada dalam klasifikasi S1, yang mencerminkan kondisi yang lebih optimal untuk perkembangan dan pematangan bulir. Kelembaban relatif menunjukkan pola serupa dengan musim tanam November–Februari, yaitu S1 pada tahap pengolahan tanah dan vegetatif, serta S2 pada tahap panen (Yagi *et al.* 2020).

Topografi pada berbagai satuan bentuk lahan sangat beragam, dan memengaruhi kesesuaian lahan untuk budidaya padi. Dataran banjir dengan kemiringan 4% diklasifikasikan sebagai S1 (sangat sesuai), yang mencerminkan kondisi optimal bagi padi yang membutuhkan lingkungan dataran rendah dengan kemiringan minimal. Sebaliknya, bentuk lahan berlereng dan dataran bergelombang dengan kemiringan lebih curam (17 dan 13%) diklasifikasikan sebagai S3 (sesuai marginal). Hal ini sesuai dengan penjelasan Sari *et al.* (2014), yang menyebutkan bahwa kemiringan >8% akan meningkatkan risiko kehilangan air dan erosi, serta menyulitkan mekanisasi lahan sawah. Dataran berombak dengan kemiringan sedang sebesar 5% masuk dalam klasifikasi S2 (cukup sesuai) karena terdapat beberapa kendala dalam pengelolaan air dan risiko erosi.

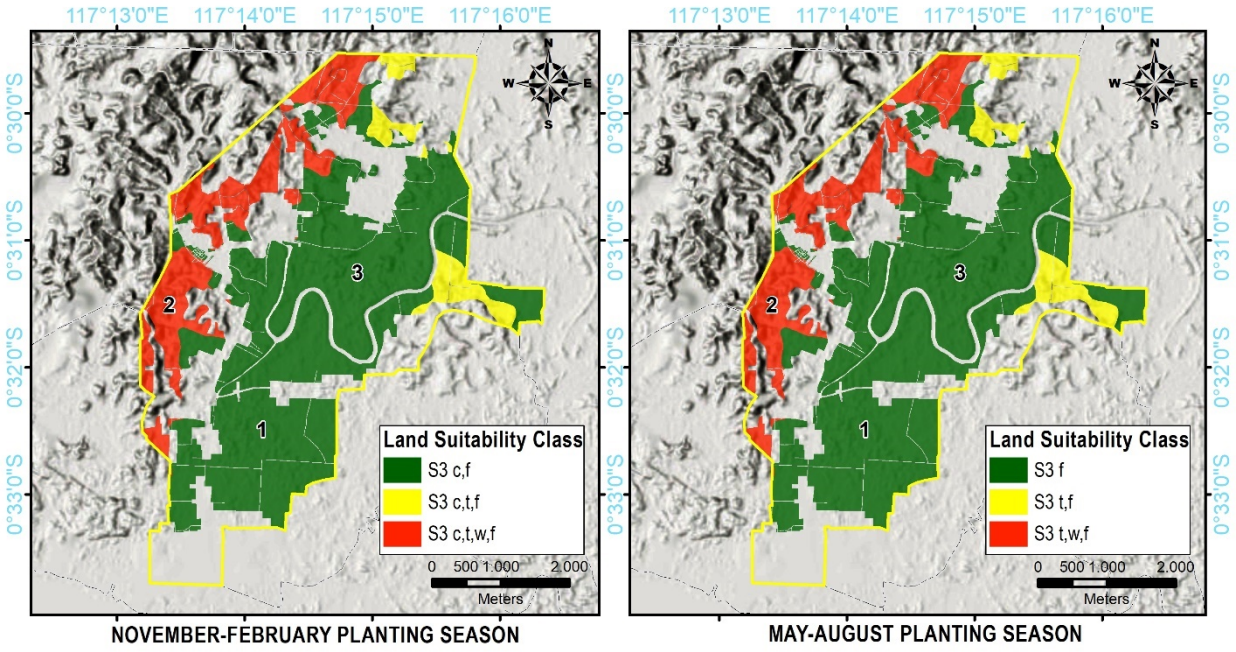
Karakteristik drainase juga memengaruhi kesesuaian lahan. Dataran banjir diklasifikasikan sebagai S1, menunjukkan bahwa drainase yang tidak sempurna justru ideal bagi padi, yang membutuhkan kondisi jenuh selama sebagian besar siklus tumbuhnya (Mandala *et al.* 2025). Sebaliknya, bentuk lahan berlereng diklasifikasikan S3 karena sifat tanahnya yang terlalu mudah mengalirkan air, sehingga kurang mampu menahan kelembaban yang diperlukan. Dataran berombak dan dataran bergelombang berada pada klasifikasi S2, mencerminkan kondisi drainase sedang yang masih dapat dikelola dengan praktik irigasi yang baik. Kelembaban tanah menjadi faktor kunci untuk padi, sehingga area dengan drainase buruk seperti dataran banjir lebih sesuai, sementara area dengan drainase baik seperti lereng membutuhkan pengelolaan air yang lebih intensif.

Dalam hal karakteristik fisik tanah, semua satuan bentuk lahan memiliki tekstur tanah yang serupa yaitu lempung berliat (*clay loam*) dan kedalaman tanah >150 cm, yang semuanya termasuk klasifikasi S1. Tekstur *clay loam* sangat ideal untuk padi karena memiliki daya retensi air yang baik, memastikan kondisi jenuh bertahan dalam waktu lama (Sounon Orou *et al.* 2025). Namun, kandungan fragmen kasar menunjukkan sedikit keterbatasan. Dengan kisaran 6% hingga 11%, semua bentuk lahan diklasifikasikan S2 untuk parameter ini. Kandungan fragmen kasar yang lebih tinggi dapat mengurangi kemampuan tanah untuk menyimpan air dan menyulitkan pengolahan tanah, namun keterbatasan ini masih tergolong sedang dan dapat diatasi dengan teknik pengolahan tanah yang tepat (Tagar *et al.* 2020). Secara keseluruhan, karakteristik fisik tanah mendukung budidaya padi, dengan keterbatasan kecil pada kandungan fragmen kasar.

Kesuburan tanah menjadi penentu penting dalam klasifikasi kesesuaian lahan, dengan beberapa faktor seperti kapasitas tukar kation (KTK), pH tanah, dan kandungan karbon organik sebagai indikator utama. Semua bentuk lahan menunjukkan nilai KTK tinggi (23,9–33 cmol(+) kg^{-1}) dan diklasifikasikan sebagai S1, yang berarti tanah memiliki kemampuan tinggi untuk mempertahankan dan menukar unsur hara penting bagi pertumbuhan padi. Nilai pH tanah berkisar antara 5,1 hingga 5,2, diklasifikasikan sebagai S2 karena tingkat keasaman yang masih tergolong ringan. Meskipun tidak terlalu membatasi, kondisi ini mungkin memerlukan penambahan kapur untuk meningkatkan ketersediaan hara (Ferdous *et al.* 2018). Kandungan karbon organik tergolong rendah (0,1–0,2%) sehingga seluruh bentuk lahan masuk klasifikasi S3. Kandungan karbon organik yang rendah menunjukkan rendahnya bahan organik tanah yang berdampak terhadap kesuburan dan kemampuan tanah menahan air, sebagaimana dijelaskan oleh Zhao *et al.* (2016), bahwa peningkatan C-organik melalui amandemen organik sangat penting untuk memperbaiki kapasitas penahan air dan meningkatkan produktivitas padi di lahan marginal. Distribusi lahan potensial untuk sawah berdasarkan kelas kesesuaian pada kedua musim tanam dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 5. Kelas kesesuaian lahan di seluruh bentuk lahan

Land Characteristics Evaluation	Satuan Bentuk Lahan			
	Dataran Banjir	Berlereng	Dataran Berombak	Dataran Bergelombang
Iklim (c) (Musim Tanam November-Februari)				
Curah Hujan Bulan ke-1 (mm)	S1	S1	S1	S1
Curah Hujan Bulan ke-2 (mm)	S1	S1	S1	S1
Curah Hujan Bulan ke-3 (mm)	S1	S1	S1	S1
Curah Hujan Bulan ke-4 (mm)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Masa Tumbuh (°C)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Maksimum Bulan ke-2 (°C)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Tahap Perkembangan Tanaman (Bulan ke-2) (°C)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Tahap Pematangan (Bulan ke-4) (°C)	S3	S3	S3	S3
Kelembaban Relatif Tahap Olah dan Vegetatif (%)	S1	S1	S1	S1
Kelembaban Relatif Saat Panen (%)	S2	S2	S2	S2
Iklim (c) (Musim Tanam Agustus-Mei)				
Curah Hujan Bulan ke-1 (mm)	S1	S1	S1	S1
Curah Hujan Bulan ke-2 (mm)	S1	S1	S1	S1
Curah Hujan Bulan ke-3 (mm)	S1	S1	S1	S1
Curah Hujan Bulan ke-4 (mm)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Masa Tumbuh (°C)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Maksimum Bulan ke-2 (°C)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Tahap Perkembangan Tanaman (Bulan ke-2) (°C)	S1	S1	S1	S1
Suhu Rata-Rata Tahap Pematangan (Bulan ke-4) (°C)	S1	S1	S1	S1
Kelembaban Relatif Tahap Olah dan Vegetatif (%)	S1	S1	S1	S1
Kelembaban Relatif Saat Panen (%)	S2	S2	S2	S2
Topografi (t)				
Kemiringan Lereng (%)	S1	S3	S2	S3
Kebasahan (w)				
Drainase	S1	S3	S2	S2
Karakteristik Fisik Tanah (s)				
Tekstur	S1	S1	S1	S1
Bahan Kasar (%)	S2	S2	S2	S2
Kedalaman Tanah (cm)	S1	S1	S1	S1
Karakteristik Kesuburan Tanah (f)				
Kapasitas Tukar Kation (cmol(+) kg^{-1})	S1	S1	S1	S1
pH H_2O	S2	S2	S2	S2
C-Organik (%)	S3	S3	S3	S3
Kelas Kesesuaian (Musim Tanam November-Februari)	**S3 c,f**	**S3 c,t,w,f**	**S3 c,f**	**S3 c,t,f**
Kelas Kesesuaian (Musim Tanam Agustus-Mei)	**S3 f**	**S3 t,w,f**	**S3 f**	**S3 t,f**



Gambar 2. Distribusi spasial lahan sawah potensial di kedua musim tanam

Dengan mempertimbangkan seluruh faktor, yaitu iklim, topografi, kebasahan, sifat fisik tanah, dan kesuburan tanah, tingkat kesesuaian lahan secara keseluruhan untuk budidaya padi bervariasi antar satuan bentuk lahan. Dataran banjir secara umum merupakan satuan lahan yang paling sesuai, dengan kelas kesesuaian lahan keseluruhan S3 karena memiliki keterbatasan minor terkait kesuburan tanah, khususnya pada parameter pH dan karbon organik. Bentuk lahan berlereng dan dataran bergelombang tergolong kurang sesuai dengan klasifikasi keseluruhan S3, disebabkan oleh beberapa faktor pembatas seperti kemiringan lereng, drainase, dan kesuburan tanah. Wilayah-wilayah ini memerlukan intervensi yang signifikan agar lebih sesuai untuk budidaya padi, seperti pembangunan terasering, perbaikan sistem irigasi, dan pemberian amelioran tanah. Sementara itu, dataran berombak tergolong cukup sesuai dengan klasifikasi keseluruhan S3, terutama karena keterbatasan pada aspek topografi dan kesuburan tanah. Wilayah ini lebih adaptif terhadap penerapan praktik pengelolaan lahan yang bertujuan meningkatkan retensi air dan kualitas tanah.

Implikasi terhadap Pengembangan Sawah di Makroman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi iklim di Makroman sangat sesuai untuk budidaya padi pada kedua musim tanam (November–Februari dan Mei–Agustus). Tingkat curah hujan dan kisaran suhu pada empat bulan pertama setiap musim tergolong dalam kelas S1 (sangat sesuai) di sebagian besar satuan bentuk lahan. Hal ini mencerminkan bahwa iklim tropis di wilayah ini, dengan curah hujan yang melimpah dan suhu hangat, menyediakan kondisi tumbuh yang ideal bagi tanaman padi. Namun, kelembaban relatif pada tahap panen diklasifikasikan sebagai S2 (cukup sesuai), yang menunjukkan adanya potensi tantangan terkait proses pengeringan dan penyimpanan gabah selama bulan-bulan yang basah. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan strategi manajemen pascapanen, seperti penyediaan fasilitas pengeringan yang memadai, guna mengurangi potensi kehilangan hasil akibat kelembaban (Ayyadurai *et al.* 2024).

Faktor topografi menunjukkan variasi yang lebih besar di seluruh bentuk lahan. Dataran banjir menunjukkan kesesuaian tinggi dengan kemiringan kurang dari 4%, sementara dataran bergelombang dan bentuk lahan berlereng dikategorikan sebagai S3 dan S2 karena tingkat kemiringan yang lebih curam. Ini menjadi pembatas dalam hal retensi air dan mekanisasi kegiatan pertanian. Oleh karena itu, upaya seperti perataan lahan atau pembangunan terasering mungkin diperlukan untuk meningkatkan kesesuaian, terutama untuk sistem pertanian padi yang bermekanisasi yang memerlukan medan relatif datar (Deng *et al.* 2024; Gadana *et al.* 2020). Selain itu, karakteristik drainase pada masing-masing satuan bentuk lahan memberikan pengaruh nyata terhadap kesesuaian. Drainase yang tidak sempurna pada dataran banjir serta drainase sedang pada dataran berombak dan dataran bergelombang menunjukkan bahwa pengelolaan air akan menjadi aspek krusial dalam keberhasilan budidaya padi. Sistem irigasi dan drainase yang tepat, terutama di daerah miring, sangat penting untuk mencegah genangan air berlebih maupun erosi (Bwire *et al.* 2024).

Karakteristik fisik tanah, seperti tekstur dan kandungan bahan kasar, secara umum mendukung budidaya padi di semua satuan bentuk lahan, dengan tekstur dominan berupa lempung berliat (*clay loam*). Tekstur ini memiliki kapasitas retensi air yang baik serta permeabilitas sedang, yang ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Namun demikian, keberadaan fragmen kasar (>2 mm) di beberapa satuan, khususnya di wilayah berlereng dan dataran berombak, dapat membatasi penetrasi akar, mengganggu zona perakaran efektif, dan menurunkan kapasitas penyimpanan air serta hara. Untuk mengatasi keterbatasan ini, diperlukan perlakuan seperti pembajakan tanah dalam (*deep tillage*), yaitu pengolahan

tanah hingga kedalaman lebih dari 30 cm menggunakan alat bajak khusus seperti bajak piring atau bajak pahat (*subsoiler*). Tujuan dari tindakan ini adalah untuk menghancurkan lapisan keras (*hardpan*), memperbaiki struktur tanah di lapisan bawah, serta meningkatkan infiltrasi dan aerasi tanah. Selain itu, penambahan bahan organik juga direkomendasikan untuk meningkatkan agregasi tanah, memperbaiki porositas, dan mengurangi dampak negatif dari keberadaan bahan kasar terhadap pertumbuhan tanaman (McLaughlin *et al.* 2024; Kalita *et al.* 2020).

Karakteristik kesuburan tanah justru menunjukkan tantangan yang lebih besar. Kandungan karbon organik yang rendah (kelas S3) serta pH tanah yang tergolong masam sedang (kelas S2) menjadi indikator bahwa pengelolaan kesuburan tanah akan sangat penting dalam meningkatkan hasil panen. Pemberian bahan organik, seperti kompos atau sisa tanaman, dapat meningkatkan kadar karbon organik dan memperbaiki struktur tanah. Sementara itu, pengapuran diperlukan untuk menetralisasi kemasaman tanah (Feng *et al.* 2024). Nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang tergolong sedang hingga tinggi menunjukkan bahwa tanah memiliki kapasitas retensi unsur hara yang cukup baik. Meski demikian, program pemupukan tetap perlu disesuaikan dengan kekurangan unsur hara pada setiap satuan bentuk lahan agar produksi padi dapat optimal.

Dengan mempertimbangkan perbedaan kesesuaian lahan di Makroman, pendekatan berbasis satuan bentuk lahan sangat direkomendasikan untuk pengembangan sawah. Untuk wilayah dengan kesesuaian tinggi (S1) dalam aspek iklim dan tekstur tanah, budidaya dapat segera dilakukan dengan modifikasi minimal. Sebaliknya, wilayah yang diklasifikasikan sebagai S3 karena keterbatasan topografi, kondisi basah, dan kesuburan tanah memerlukan intervensi khusus seperti pembangunan terasering, perbaikan drainase, dan perbaikan kesuburan tanah sebelum dapat dimanfaatkan secara optimal. Praktik pengelolaan lahan terpadu, yang menggabungkan teknik konservasi air dan peningkatan kesuburan tanah, akan menjadi kunci untuk pengembangan pertanian berkelanjutan di wilayah dengan kesesuaian marginal tersebut. Potensi pengembangan sawah di Makroman cukup menjanjikan, namun bergantung pada sejauh mana keterbatasan lahan dapat diatasi. Implementasi praktik pengelolaan lahan yang tepat, berdasarkan hasil evaluasi kesesuaian lahan ini, dapat meningkatkan produktivitas padi secara signifikan dan mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan di wilayah ini. Penelitian lanjutan sebaiknya difokuskan pada dampak jangka panjang intervensi pengelolaan lahan terhadap kualitas tanah dan produktivitas, agar strategi yang diterapkan tetap efektif dalam menghadapi perubahan kondisi iklim.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi kesesuaian lahan di wilayah Makroman menunjukkan bahwa potensi pengembangan sawah untuk budidaya padi cukup menjanjikan, meskipun dipengaruhi oleh beberapa faktor pembatas. Secara umum, iklim pada kedua musim tanam (November–Februari dan Mei–Agustus) berada dalam kelas sangat sesuai (S1), terutama dari segi curah hujan dan suhu, yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi secara optimal. Namun, kelembaban relatif pada fase panen dan suhu pada fase pematangan menunjukkan klasifikasi yang lebih rendah (S2 dan S3), yang dapat memengaruhi hasil panen. Topografi dan drainase memberikan variasi signifikan terhadap kelas kesesuaian, di mana dataran banjir cenderung lebih sesuai dibandingkan lahan berlereng atau bergelombang karena risiko erosi dan pengelolaan air yang lebih kompleks pada lereng. Sifat fisik tanah tergolong mendukung, dengan tekstur dan kedalaman tanah yang sesuai, meskipun kandungan bahan kasar menunjukkan keterbatasan sedang. Aspek kesuburan tanah menunjukkan nilai kapasitas tukar kation yang baik, namun dibatasi oleh pH yang agak masam dan kandungan karbon organik yang rendah, sehingga seluruh bentuk lahan dikategorikan ke dalam kelas S3 secara umum, dengan faktor pembatas utama berupa kesuburan tanah (f), kebasahan (w), dan topografi (t). Strategi pengelolaan seperti ameliorasi tanah, pengaturan irigasi, dan konservasi lereng perlu diterapkan agar potensi lahan sawah di Makroman dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan untuk produksi padi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman atas dukungan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus juga kami sampaikan kepada masyarakat Kelurahan Makroman atas kerja sama dan wawasan berharga selama survei lapangan. Seluruh kontribusi yang diberikan sangat kami hargai dan telah memperkaya kualitas penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amarasingha RPRK, Suriyagoda LDB, Marambe B, Galagedara LW, Silva GLLP, Punyawardena R, Wijekoon R, Nidumolu U, Howden M. 2015. Modelling the impact of changes in rainfall distribution on the irrigation water requirement and yield of short and medium duration rice varieties using APSIM during Maha season in the dry zone of Sri Lanka. Tropical Agricultural Research 26(2): 274–284.

Asra R, Nurnawati AA, Irwan M, Mappiasse MF. 2021. Analisis perubahan lahan sawah berbasis sistem informasi geografis di wilayah perkotaan Pangkajene Kabupaten Sidenreng Rappang. Galung Tropika 9(3): 286–297.

Ayyadurai P, Kathiravan M, Muthukrishnan N, Raju M, Pazhanivelan S. 2024. Maximization of productivity and water saving through alternate wetting and drying irrigation (AWDI) in rice under Tamil Nadu Irrigated Agriculture Modernization Project (TN IAMP) Aliyar Sub Basin farmers of Tamil Nadu, India. Asian Research Journal of Agriculture 17(2): 14–19.

Becker M, Clavero R, Khin OM, Kong S, Maung ZN, Men P, Win KK. 2024. System shift in rice: Processes and pathways of change in rice-based production systems of Southeast Asia. Agricultural Systems 217: 103917.

Bwire D, Saito H, Sidle RC, Nishiwaki J. 2024. Water management and hydrological characteristics of paddy-rice fields under alternate wetting and drying irrigation practice as climate smart practice: A review. Agronomy 14(7): 1421.

Chen S, Arrouays D, Angers DA, Chenu C, Barré P, Martin MP, Saby NPA, Walter C. 2019. National estimation of soil organic carbon storage potential for arable soils: A Data-Driven Approach Coupled with Carbon-Landscape Zones. Science of The Total Environment 666: 355-367. Doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.249

Deng C, Li Y, Liu Y, Liu C, Zhang G. 2024. Rice terraces enhanced the hydrological stability of small watershed with LUCC—A case study of Xinhua Basin. Water 16(5): 712.

Everest T, Sungur A, Özcan H. 2022. Applying the Best–Worst Method for land evaluation: A case study for paddy cultivation in northwest Turkey. International Journal of Environmental Science and Technology 19(4): 3233–3246.

Ezin V, Ahanchede WW, Ayenan MAT, Ahanchede A. 2022. Physiological and agronomical evaluation of elite rice varieties for adaptation to heat stress. BMC Plant Biology2(1): 236.

FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation (Vol. 32). Bernan Press.

Feng H, Han X, Zhu Y, Zhang M, Ji Y, Lu X, Zou W. 2024. Effects of long-term application of organic materials on soil water extractable organic matter, fulvic acid, humic acid structure and microbial driving mechanisms. Plant and Soil 1–19.

Ferdous SA, Miah MNH, Hoque M, Hossain S, Hasan AK. 2018. Enhancing rice yield in acidic soil through liming and fertilizer management: Lime and fertilizer maximize rice yield in acid soil. Journal of the Bangladesh Agricultural University 16(3): 357–365.

Gadana DB, Sharma PD, Selfeko DT. 2020. Effect of soil management practices and slope on soil fertility of cultivated lands in Mawula watershed, Loma district, Southern Ethiopia. Advances in Agriculture 2020: 8866230.

Ismail AY, Nainggolan MF, Andayani SA, Isyanto AY. 2024. Sustainable rice farming in Indonesia. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development 24(1): 25409–25425.

Jannah R, Dhonanto D, Hakim HF. 2021. Pemetaan kualitas tanah dengan analisis sistem informasi geografis di Kota Samarinda. Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab 9(3): 3570.

Kalita J, Ahmed P, Baruah N. 2020. Puddling and its effect on soil physical properties and growth of rice and post rice crops: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 9(4): 503–510.

Lee SI, Ok JH, Hur SO, Oh BY, Son JW, Hwang SA. 2024. Assessment for characteristics and variations of upland drought by correlation analysis in soil available water content with meteorological variables and spatial distribution during soybean cultivation period. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 26(2): 127–139.

Li X, Wu L, Geng X, Xia X, Wang X, Xu Z, Xu Q. 2018. Deciphering the environmental impacts on rice quality for different rice cultivated areas. Rice 11: 40.

Mahato R, Bushi D, Nimasow G, Dai Nimasow O. 2024. Remote sensing and geographic information system–based land suitability analysis for precision agriculture: A case of paddy cultivation in East Siang district of Arunachal Pradesh (India). In Remote Sensing in Precision Agriculture (pp. 151–173). Academic Press.

Mandala M, Mas'udi F, Sholikah U, Fitriani V, Khristianto W, Hardanto A, Saparen S. 2025. Evaluating the potential of Jember's wetlands for 'Lusi' glutinous rice: Supporting food security amidst climate change. Ecological Engineering & Environmental Technology 26(1):225-234.

McLaughlin NB, Drury CF, Reynolds WD, Yang X, Burtt SD. 2024. Effects of long-term monocropping, rotation cropping, and fertilization on energy and fuel requirements for fall moldboard plowing in a clay-loam soil. Soil and Tillage Research 237: 105990.

Nugroho BA, Dhonanto D, Darma S. 2024. Analisis pola perubahan lahan sawah menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi kasus: Kelurahan Makroman, Samarinda). Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 11(2): 309–317.

Pan SF, Ji XH, Liu XL, Xie YH, Xiao SY, Tian FX, Liu SH. 2024. Influence of landform, soil properties, soil Cd pollution and rainfall on the spatial variation of Cd in rice: Contribution and pathway models based on big data. Science of The Total Environment 912: 168687.

Pascual VJ, Wang YM. 2017. Utilizing rainfall and alternate wetting and drying irrigation for high water productivity in irrigated lowland paddy rice in Southern Taiwan. Plant Production Science 20(1): 24–35.

Reza M, Noer M, Satrianto A. 2024. Strategies for optimising rice management in new rice expansion areas in West Sumatra Province, Indonesia. International Journal of Sustainable Development & Planning 19(2).

Sari FP, Munajat M, Lastinawati E, Meilin A, Judijanto L, Sutiharni S, Setyowati EDP, Ahmad A, Rusliyadi M. 2014. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. PT Sonpedia Publishing Indonesia.

Shrestha S, Mahat J, Shrestha J, KC Madhav, Paudel K. 2022. Influence of high-temperature stress on rice growth and development: A review. Heliyon 8(12): e12223.

Sounon Orou BZ, Adjogboto A, Zakari S, Tovihoudji PG, Akponikpè PI, Vanclooster M. 2025. Improving rice yield and water productivity in lowland rice systems: A global meta-analysis exploring the synergy of agro-ecological practices and water management technologies. Irrigation and Drainage, 74(1): 471–489. Biggger thematic map that could be thematic resources that indicates the morphological arrangement morphometry, morphology, morphogenesis, morpho

Sys C, Van Ranst E, Debaveye J. 1991. Land Evaluation. Part 2: Methods in Land Evaluation. General Administration for Development Cooperation.

Sys C, Van Ranst E, Debaveye J, Beernaert F. 1993. Land Evaluation. Part 3: Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation.

Tagar AA, Adamowski J, Memon MS, Do MC, Mashori AS, Soomro AS, Bhayo WA. 2020. Soil fragmentation and aggregate stability as affected by conventional tillage implements and relations with fractal dimensions. Soil and Tillage Research 197: 104494.

Trigunasih NM, Wiguna PPK. 2020. Land suitability for rice field and conservation planning in Ho Watershed, Tabanan Regency, Bali Province, Indonesia. Geographia Technica 15(1): 124–131.

Wang Y, Jiang C, Zhang X, Yan H, Yin Z, Sun X, Li Z. 2024. Upland rice genomic signatures of adaptation to drought resistance and navigation to molecular design breeding. Plant Biotechnology Journal 22(3): 662–677.

Xue W, Wang C, Pan S, Zhang C, Huang Y, Liu Z. 2024. Effects of elevation and geomorphology on cadmium, lead and chromium enrichment in paddy soil and rice: A case study in the Xiangtan Basin of China. Science of The Total Environment 912: 168613.

Yagi K, Sriphirom P, Cha-un N, Fusuwankaya K, Chidthaisong A, Damen B, Towprayoon S. 2020. Potential and promisingness of technical options for mitigating greenhouse gas emissions from rice cultivation in Southeast Asian countries. Soil Science and Plant Nutrition 66(1): 37–49.

Yangouliba GI, Kwawuvi D, Almoradie A. 2020. Suitable land assessment for rice crop in Burkina Faso using GIS, remote sensing and multi-criteria analysis. Journal of Geographic Information System 12(6): 683–696.

Yousefi, S., Moradi, H. R., Pourghasemi, H. R., & Khatami, R. (2018). Assessment of floodplain land use and channel morphology within meandering reach of the Talar River in Iran using GIS and aerial photographs. Geocarto International, 33(12), 1367–1380.

Zhao D, Jiao Y, He K, Xiong D, Zhang B. 2024. Evaluating the effect of natural-artificial linear landscape elements on flow and sediment connectivity in a typical agricultural terraced catchment, China. Catena 234: 107561.

Zhao YN, He XH, Huang XC, Zhang YQ, Shi XJ. 2016. Increasing soil organic matter enhances inherent soil productivity while offsetting fertilization effect under a rice cropping system. Sustainability 8(9): 879.