

Analisis Kesesuaian Lahan Tanaman Kopi Arabika Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan

Arbina Satria Afiatan¹, Eka Adi Supriyanto², Farchan Mushaf Al Ramadhani^{*3}, Dwiki Firmansyah⁴

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pekalongan, Indonesia

⁴Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pekalongan, Indonesia

Email: ¹farchanmushaf@unikal.ac.id

Abstrak

Kecamatan Paninggaran merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Pekalongan yang memiliki potensi besar untuk pengembangan tanaman kopi arabika karena topografinya yang berbukit dan ketinggiannya yang sesuai dengan persyaratan tumbuh kopi arabika. Namun, belum ada penelitian yang komprehensif mengenai kesesuaian lahan di wilayah ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan menggunakan sistem informasi geografis. Penelitian ini merupakan pewilayahan tanaman berbasis sistem informasi geografis berdasarkan basis data geospasial lahan. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah di Kecamatan Paninggaran. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan teknik *purposive random sampling*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kelas kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan terdapat empat (4) kelas yaitu kelas kesesuaian lahan S1 (sangat sesuai) seluas 4,61 ha, S2 (cukup sesuai) seluas 4.114,68 ha, S3 (sesuai marginal) seluas 5.596,89 ha, dan N (tidak sesuai) seluas 0,19 ha. Potensi produktivitas kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan dapat menghasilkan sekitar 4.119,29 sampai 6.119,29 ton/tahun. Faktor pembatas untuk melakukan budidaya tanaman kopi arabika pada lahan di Kecamatan Paninggaran adalah keterbatasan, curah hujan tahunan dan ketersediaan N-total.

Kata kunci: Kecamatan Paninggaran, Kesesuaian Lahan, Kopi Arabika, Sistem Informasi Geografis

Abstract

Paninggaran District is one of the sub-districts in Pekalongan Regency. It has excellent potential for developing Arabica coffee plants because its hilly topography and height meet the requirements for growing Arabica coffee. However, there has been no comprehensive research on land suitability in this region. This research uses a geographic information system to analyze land suitability for Arabica coffee plants in Paninggaran District, Pekalongan Regency. This research is a geographic information system-based plant zoning based on a land geospatial database. This research uses primary data and secondary data. The sample in this research was all areas in the Paninggaran District. Soil sampling was carried out using a *purposive random sampling* technique. Based on the research results, it can be concluded that there are four (4) land suitability classes for Arabica coffee plants in Paninggaran District, Pekalongan Regency, namely land suitability class S1 (very suitable) covering an area of 4.61 ha, S2 (entirely appropriate) covering an area of 4,114.68 ha, S3 (marginally suitable) covers an area of 5,596.89 ha, and N (not suitable) covers an area of 0.19 ha. The potential productivity of Arabica coffee in Paninggaran District, Pekalongan Regency can produce around 4.119,29 to 6.119,29 tons/year. The limiting factors for cultivating Arabica coffee plants on land in the Paninggaran District are slope, annual rainfall, and total N availability.

Keywords: Arabica Coffee, Geographic Information System, Land Suitability, Paninggaran District

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen kopi terbesar di dunia, dengan berbagai jenis kopi yang memiliki ciri khas dan kualitas tersendiri. Salah satu jenis kopi yang terkenal adalah kopi Arabika

(*Coffea arabica*), yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan permintaan yang terus meningkat baik di pasar domestik maupun internasional (Bermudez et al., 2022; Pagiu et al., 2020). Kualitas kopi arabika sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, termasuk ketinggian, iklim, jenis tanah, dan curah hujan (Ahmed et al., 2021; Ge et al., 2023). Oleh karena itu, pemilihan lahan yang sesuai untuk budidaya kopi arabika menjadi sangat krusial untuk memastikan hasil yang optimal.

Kecamatan Paninggaran merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Pekalongan yang memiliki potensi besar untuk pengembangan tanaman kopi arabika karena topografinya yang berbukit (Pratiknyo & Arrisaldi, 2023) dan ketinggiannya yang sesuai dengan persyaratan tumbuh kopi arabika. Namun, belum ada penelitian yang komprehensif mengenai kesesuaian lahan di wilayah ini. Penggunaan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan analisis yang lebih mendalam dan akurat dalam menentukan kesesuaian lahan berdasarkan berbagai parameter lingkungan (Al-hanbali et al., 2022; Munir et al., 2023).

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah alat yang efektif untuk mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis data spasial (Reddy, 2018). Dengan SIG, berbagai faktor yang mempengaruhi kesesuaian lahan dapat dipertimbangkan secara bersamaan, seperti ketinggian, kemiringan lereng, jenis tanah, dan pola curah hujan (Ramdhani et al., 2023; Topuz & Deniz, 2023). Penggunaan SIG dalam analisis kesesuaian lahan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi proses pengambilan keputusan dalam pengembangan perkebunan kopi (López et al., 2020; Zhang et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan menggunakan sistem informasi geografis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi petani kopi, pemerintah daerah, dan pemangku kepentingan lainnya dalam merencanakan dan mengembangkan perkebunan kopi yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan untuk pengumpulan sampel data primer. Analisis tanah dilakukan pengujian di Laboratorium Tanah/Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2024.

2.2. Alat dan Bahan

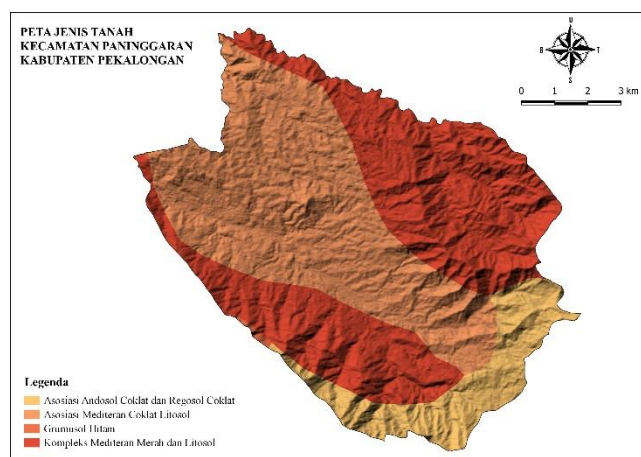
Alat yang digunakan yaitu bor tanah, GPS, *smartphone*, laptop, *software QGIS 3.22.14* dan *software ArcGIS 10.8*. Bahan yang digunakan yaitu peta batas administrasi Kabupaten Pekalongan, peta jenis tanah, peta sebaran curah hujan, peta penggunaan lahan, peta ketinggian dan peta kelerengan di Kecamatan Paninggaran.

2.3. Metode

Penelitian ini merupakan pewilayahan tanaman berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) berdasarkan basis data geospasial lahan. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari observasi lapang dan analisis tanah yaitu tekstur tanah dan ketersediaan N-total. Sementara data sekunder berupa batas administrasi Kabupaten Pekalongan, data jenis tanah, data curah hujan dan data penggunaan lahan yang didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Penelitian dan Pengembangan (Bappeda Litbang) Kabupaten Pekalongan. Selain itu, untuk data ketinggian dan data kelerengan didapatkan dari pengolahan data *Digital Elevation Model Nasional* (DEMNAS).

Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah Kecamatan Paninggaran. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan teknik *purposive random sampling*. *Purposive random sampling* merupakan pemilihan lokasi secara acak namun tetap mempertimbangkan unsur-unsur yang dikehendaki. Unsur

yang dikehendaki dalam pengambilan sampel tanah yaitu berdasarkan jenis tanah yang terdapat di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta jenis tanah Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan

Kelas kesesuaian lahan tanaman kopi arabika ditentukan berdasarkan pada kriteria teknis atau persyaratan tumbuh untuk tanaman kopi arabika. Pada penelitian ini menggunakan enam (6) parameter syarat tumbuh tanaman kopi arabika yaitu curah hujan tahunan (mm), ketinggian (mdpl), kelerengan (%), tekstur tanah, N-total (%) dan penggunaan lahan. Kriteria teknis atau persyaratan tumbuh tanaman kopi arabika berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian terkait Pedoman Teknis Budidaya Kopi yang Baik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan tumbuh tanaman kopi arabika

No	Parameter	Kelas Kesesuaian			
		S1 (Sangat Sesuai)	S2 (Cukup Sesuai)	S3 (Sesuai Marjinal)	N (Tidak Sesuai)
1	Curah hujan tahunan (mm)	1.500-2.000	1.250 – 1.500 2.000 – 2.500	1.000 – 1.250 2.500 – 3.000	< 1.000 > 3.000
2	Ketinggian (mdpl)	1.000-1.500	850 – 1.000 1.500 – 1.750	650 – 850 1.750 – 2.000	< 650 > 2.000
3	Lereng (%)	0 – 8	8 – 25	25 – 45	> 45
4	Tekstur	Lempung berpasir, lempung berliat, lempung berdebu, lempung liat berdebu	Pasir berlempung, liat berpasir, liat berdebu	Liat	Pasir, liat berat
5	N-total (%)	>0,2	0,1 – 0,2	< 0,1	-
6	Penggunaan Lahan	Daerah bervegetasi bukan pertanian	Semak belukar	Daerah bervegetasi pertanian	Pemukiman dan lahan bukan pertanian, perairan, daerah tak bervegetasi bukan pertanian, lahan terbuka

Sumber : (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014)

Skoring atau pengharkatan merupakan suatu cara untuk menilai potensi lahan dengan memberikan harkat pada setiap parameter lahan. Sehingga diperoleh kelas kesesuaian lahan berdasarkan perhitungan dari setiap parameter lahan. *Skoring* untuk kelas kesesuaian lahan S1, S2, S3 dan N berturut-turut sebesar 4, 3, 2, dan 1. Menurut penelitian López et al. (2020) tanaman kopi arabika memiliki parameter penting dari hasil *analytical hierarchy process* (AHP) untuk menentukan pertumbuhan kopi arabika dimulai dari ketinggian, penggunaan lahan, kelerengan, curah hujan, tekstur tanah, dan N-total yang selanjutnya diberi bobot yang sesuai pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembobotan parameter kesesuaian lahan kopi arabika

No	Parameter	Ranking	Bobot Konversi
1	Ketinggian	1	0.32
2	Kelerengan	3	0.15
3	Curah Hujan	4	0.13
4	Tekstur Tanah	5	0.11
5	N Total	6	0.10
6	Penggunaan Lahan	2	0.20

Sumber: López et al. (2020)

Data yang didapat dari hasil *skoring* dan pembobotan kemudian digunakan untuk menentukan kelas kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika. Cara yang digunakan yaitu dengan melakukan *overlay* atau tumpang susun dari setiap *layer* parameter yang digunakan. Teknik *overlay* menggunakan *tools intersect* yang terdapat di *software* QGIS. Selanjutnya akan didapatkan *layer* kelas kesesuaian lahan dan diklasifikasikan ke dalam kelas-kelas kesesuaian lahan seperti pada Tabel 3 berikut.

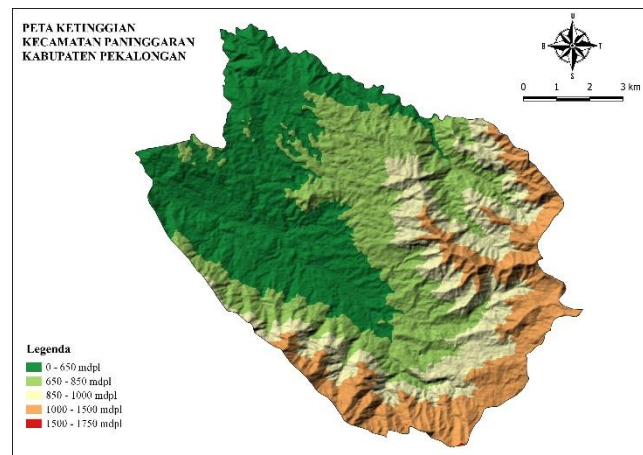
Tabel 3. Klasifikasi kelas kesesuaian lahan

No	Kelas Kesesuaian Lahan	Skor
1	Sangat sesuai (S1)	4
2	Cukup sesuai (S2)	3
3	Sesuai marginal (S3)	2
4	Tidak sesuai (N)	1

Sumber: (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014)

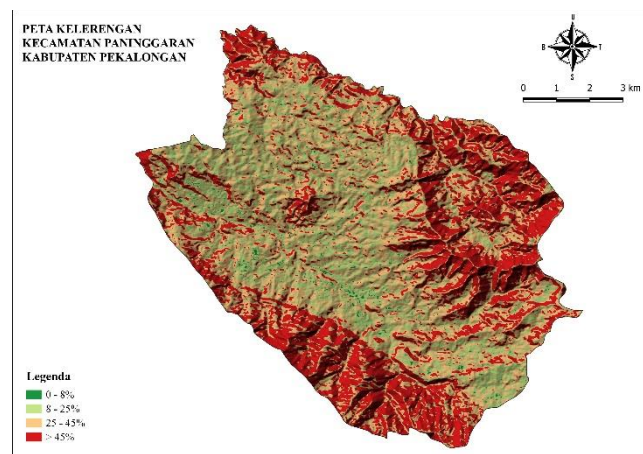
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data ketinggian dan kelerengan wilayah di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan diperoleh dari hasil pengolahan data raster dari *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS). Pengolahan data ketinggian dan kelerengan dilakukan menggunakan *software* ArcGIS dengan cara *reclassify* berdasarkan kelas kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika. Ketinggian di Kecamatan Paninggaran diperoleh lima (5) kelas yaitu 0-650, 650-850, 850-1.000, 1.000-1.500, dan 1.500-1.750 mdpl (Gambar 2). Ketinggian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan, kualitas, dan karakteristik tanaman kopi arabika. Ketinggian yang lebih tinggi biasanya memiliki suhu yang lebih rendah. Suhu yang lebih rendah cenderung lebih ideal untuk pertumbuhan kopi arabika yang optimal yaitu pada suhu antara 15-24°C. Ketinggian tempat juga berpengaruh terhadap perbedaan suhu siang dan malam, yang dapat membantu mengembangkan rasa dan aroma biji kopi arabika (Cahyadi et al., 2021).



Gambar 2. Peta ketinggian Kecamatan Paningggaran Kabupaten Pekalongan

Lereng merupakan permukaan bumi yang memiliki kemiringan seragam. Kelerengan merupakan perbandingan antara beda tinggi dengan jarak (Mahmudi et al., 2015). Kelerengan di Kecamatan Paningggaran didapatkan empat (4) kelas yaitu 0-8, 8-25, 24-45 dan >45% (Gambar 3). Kelerengan lahan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertanian kopi Arabika. Lahan dengan kelerengan sedang hingga tinggi biasanya memiliki drainase yang lebih baik dibandingkan lahan datar. Drainase yang baik sangat berguna untuk tanaman kopi arabika menghindari genangan air di akar, yang dapat menyebabkan akar busuk dan penyakit (Sihite et al., 2015). Namun lahan dengan kelerengan tinggi lebih rentan terhadap erosi akibat air hujan. Erosi dapat mengurangi kesuburan tanah dengan menghilangkan lapisan tanah atas yang kaya akan bahan organik dan nutrisi (Banjarnahor et al., 2018).

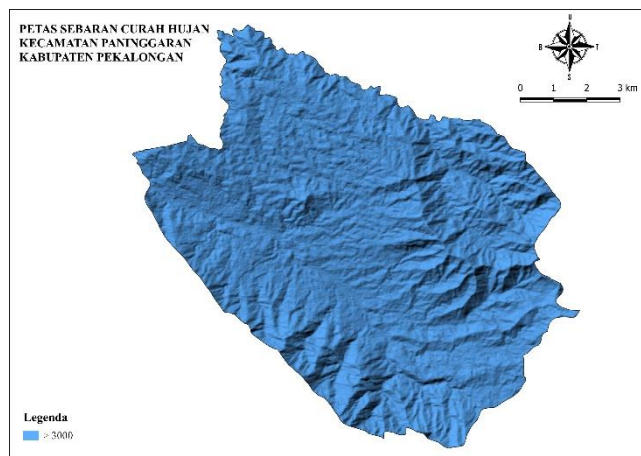


Gambar 3. Peta kelerengan Kecamatan Paningggaran Kabupaten Pekalongan

Data curah hujan dan penggunaan lahan didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Penelitian dan Pengembangan (Bappeda Litbang) Kabupaten Pekalongan. Selanjutnya data tersebut dilakukan pengolahan sebaran curah hujan di Kecamatan Paningggaran dengan metode Interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighted*) dengan *software* QGIS. Nilai interpolasi IDW menentukan pengaruh terhadap titik-titik *input*, dimana pengaruh akan lebih besar pada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail (Yudanegara et al., 2021). Sebaran curah hujan di Kecamatan Pekalongan diperoleh satu (1) kelas yaitu >3.000 mm (Gambar 4).

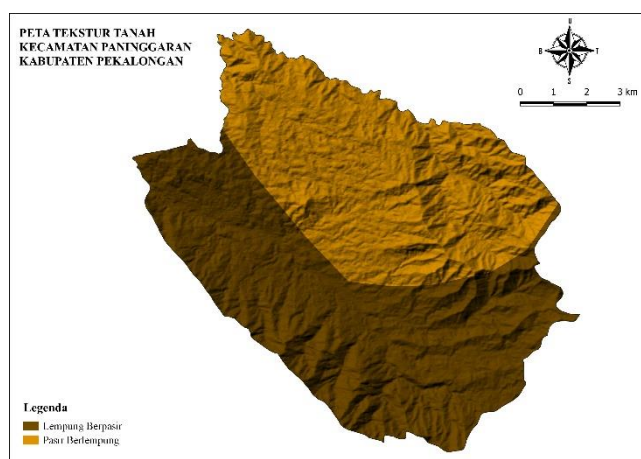
Curah hujan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam budidaya tanaman kopi arabika. Kopi arabika membutuhkan curah hujan yang cukup untuk menyediakan air yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Ketersediaan air yang cukup membantu dalam proses fotosintesis, transportasi nutrisi, dan perkembangan sel (Leo et al., 2023). Idealnya, kopi arabika memerlukan curah hujan antara 1.500 hingga 2.000 mm per tahun yang merata sepanjang tahun. Kekurangan air dapat

menyebabkan stres pada tanaman, mengurangi pertumbuhan, dan menurunkan hasil panen. Curah hujan yang berlebihan dapat menyebabkan masalah seperti tanah yang terlalu lembab, yang dapat mengakibatkan akar tanaman busuk atau terserang penyakit. Hujan yang terus-menerus juga dapat menghambat penyerbukan dan pembentukan buah, serta meningkatkan risiko penyakit jamur seperti karat daun (*Hemileia vastrix*) dan penyakit busuk buah (López et al., 2020).



Gambar 4. Peta sebaran curah hujan Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan

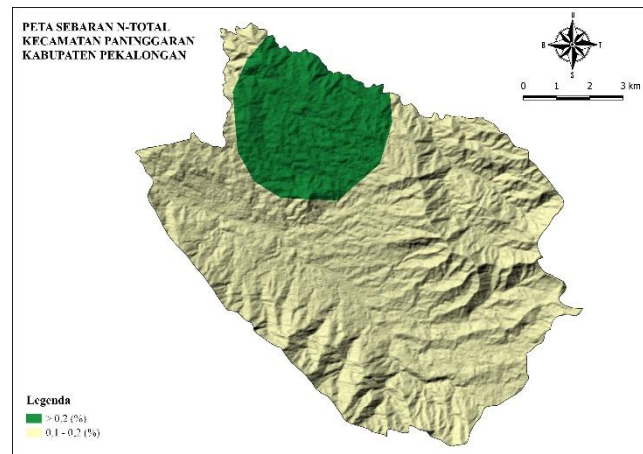
Data tekstur tanah dan sebaran N-total didapatkan dari analisis laboratorium sampel tanah di lapang. Kemudian dari data tersebut dilakukan pengolahan data sebaran tekstur tanah dan sebaran N-total menggunakan metode IDW. Tekstur tanah di Kecamatan Paninggaran diperoleh dua (2) jenis yaitu lempung berpasir dan pasir berlempung (Gambar 5). Tekstur tanah merupakan komposisi partikel halus yaitu pasir, debu dan liat (Sofyan et al., 2007). Tanah dengan tekstur lempung berpasir atau lempung memungkinkan drainase air yang baik, mencegah genangan air yang dapat menyebabkan akar tanaman membusuk. Tanah yang terlalu berpasir akan cepat kehilangan air, sementara tanah yang terlalu lempung akan menahan terlalu banyak air. Tanaman kopi Arabika membutuhkan tanah yang mampu menyimpan cukup air tanpa menjadi tergenang. Tanah dengan tekstur yang seimbang (lempung) mampu menahan nutrisi lebih baik dibandingkan tanah berpasir, sehingga menyediakan kebutuhan nutrisi yang stabil untuk pertumbuhan tanaman (Mwango et al., 2015).



Gambar 5. Peta tekstur tanah Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan

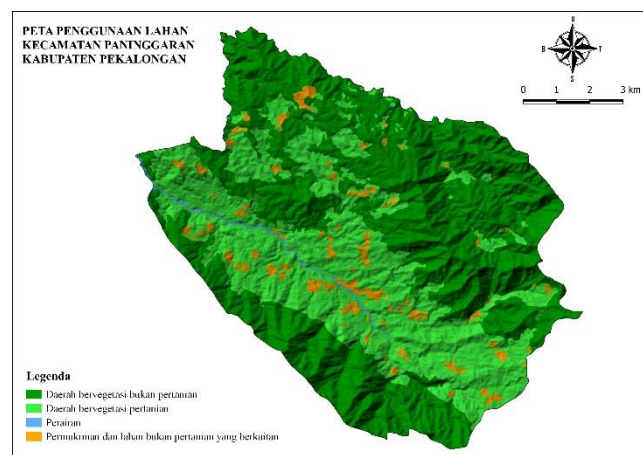
Nitrogen mempunyai peran penting bagi tanaman kopi arabika seperti pembentukan daun dan cabang (Anita et al., 2016). Tanaman kopi arabika membutuhkan daun yang sehat dan banyak untuk melakukan fotosintesis dengan efisien. Nitrogen membantu dalam pembentukan daun yang hijau dan sehat, serta pertumbuhan cabang yang kokoh. Kekurangan nitrogen dapat menyebabkan daun menjadi

kuning (klorosis) dan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Selain mendukung pertumbuhan vegetatif, nitrogen juga penting dalam proses pembentukan bunga dan buah. Tanaman yang mendapatkan cukup nitrogen akan memiliki potensi lebih besar untuk menghasilkan bunga dan buah yang banyak dan berkualitas (Khemira et al., 2023). Sebaran N-total di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan didapatkan dua (2) kelas yaitu $>0,2\%$ dan $0,1-0,2\%$ (Gambar 6).



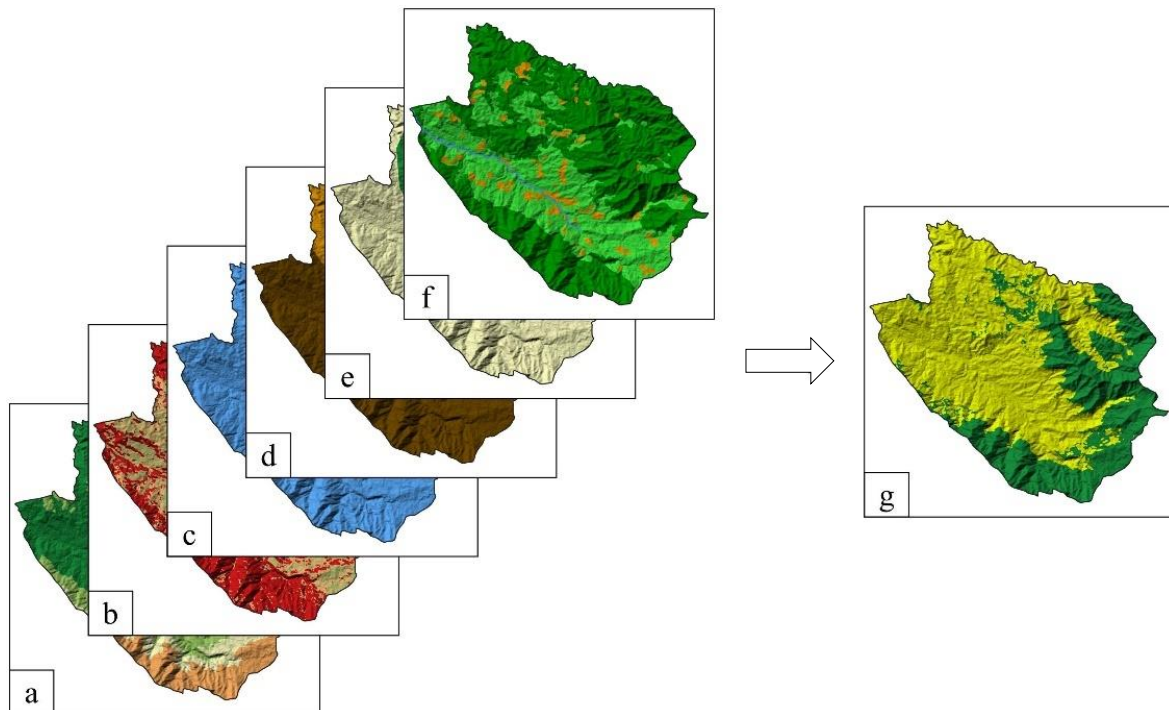
Gambar 6. Peta sebaran N-total Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan

Penggunaan lahan adalah suatu aktivitas manusia pada lahan yang langsung berhubungan dengan lokasi dan kondisi lahan (Tyo et al., 2021). Sugandhy (2008) menambahkan penggunaan lahan adalah suatu proses yang berkelanjutan dalam pemanfaatan lahan bagi maksud pembangunan secara optimal dan efisien. Penggunaan lahan di Kecamatan Paninggaran diperoleh empat (4) jenis yaitu daerah bervegetasi bukan pertanian, daerah bervegetasi pertanian, perairan dan pemukiman (Gambar 7). Daerah bervegetasi bukan pertanian merujuk pada kawasan yang memiliki penutupan vegetasi alami atau yang ditanam bukan untuk tujuan pertanian komersial, sementara itu daerah bervegetasi pertanian adalah lahan yang ditutupi oleh tanaman yang ditanam dan dipelihara untuk tujuan pertanian (Pramitha et al., 2023).

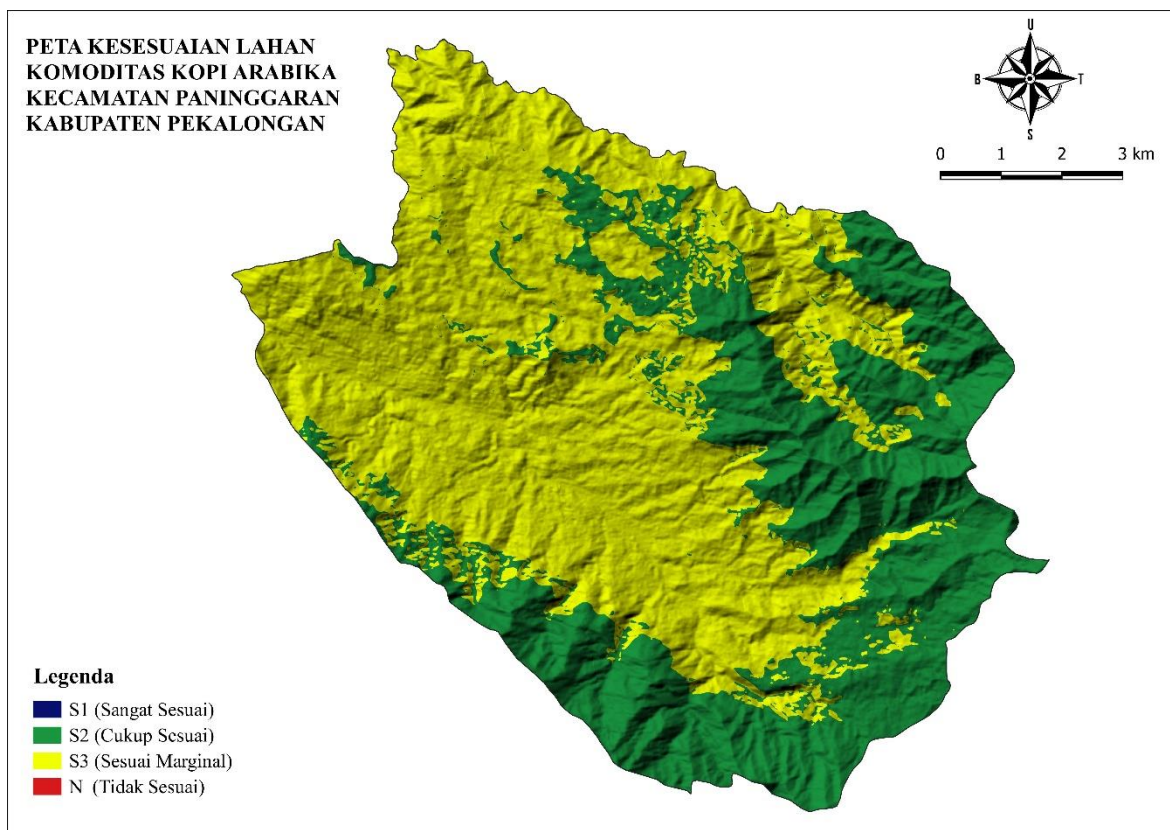


Gambar 7. Peta penggunaan lahan Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan

Setelah melakukan *skoring* dan pembobotan pada keenam parameter di atas, selanjutnya dilakukan *overlay* atau tumpang susun dengan *tools intersect* pada *software* QGIS. Proses *overlay* dapat dilihat pada Gambar 8. Dari hasil *overlay* keenam parameter dilakukan penjumlahan skor yang telah dibobotkan untuk menentukan kelas kesesuaian lahan untuk komoditas tanaman kopi arabika yang terbagi menjadi empat kelas kesesuaian lahan (Tabel 3) yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marjinal (S3) dan tidak sesuai (N). Hasil dari analisis *overlay* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Proses *overlay*; (a) peta ketinggian; (b) peta kelerengan; (c) peta sebaran curah hujan; (d) peta tekstur tanah; (e) peta sebaran N-total; (f) peta penggunaan lahan; dan (g) peta kesesuaian lahan komoditas kopi arabika



Gambar 9. Peta kesesuaian lahan komoditas kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan

Berdasarkan hasil analisis *overlay* didapatkan empat (4) kelas kesesuaian lahan untuk komoditas kopi arabika di Kecamatan Paninggaran yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marjinal (S3) dan tidak sesuai (N). Luas wilayah kesesuaian lahan komoditas tanaman kopi arabika di Kecamatan Paninggaran dapat dilihat pada Tabel 4. Total luas lahan untuk budidaya tanaman kopi arabika yang sangat sesuai (S1) sebesar 4,61 ha, cukup sesuai (S2) sebesar 4114,68 ha, sesuai marjinal (S3) sebesar 5.596,89 ha, dan tidak sesuai (N) sebesar 0,19 ha.

Tabel 4. Luas wilayah kesesuaian lahan komoditas tanaman kopi arabika di Kecamatan Pekalongan Kabupaten Pekalongan

No.	Kelas kesesuaian lahan	Luas (ha)
1	S1 (sangat sesuai)	4,61
2	S2 (cukup sesuai)	4.114,68
3	S3 (sesuai marjinal)	5.596,89
4	N (tidak sesuai)	0,19

Kelas ketidaksesuaian lahan atau N merupakan salah satu kategori dalam sistem klasifikasi kesesuaian lahan yang digunakan untuk mengevaluasi bahwa lahan tersebut tidak sesuai untuk tujuan yang dievaluasi (Sofyan et al., 2007; Wahyunto et al., 2016). Lahan yang dikategorikan tidak sesuai adalah lahan yang memiliki kondisi fisik yang ekstrem, seperti kelerengan yang sangat curam, tekstur tanah yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman, curah hujan yang terlalu ekstrem, ketersediaan nitrogen yang sangat sedikit dan lahan tersebut telah digunakan untuk pemukiman (López et al., 2020; Mubekti, 2012). Sedangkan kelas kesesuaian lahan S3 (sesuai marjinal) adalah kategori yang menggambarkan lahan yang masih dapat digunakan untuk budidaya tanaman tertentu, tetapi dengan beberapa keterbatasan atau kendala yang signifikan. Lahan S3 mempunyai faktor pembatas yang dominan, dan faktor pembatas ini berpengaruh terhadap produktivitasnya, memerlukan tambahan masukan yang sangat banyak. Untuk mengatasi faktor pembatas pada lahan S3 memerlukan pendekatan yang terencana dan holistik serta modal yang tinggi, sehingga perlu adanya bantuan kepada petani untuk mengatasinya (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014; López et al., 2020). Beberapa faktor pembatas pada lahan S3 yaitu kelerengan yang sangat curam yaitu lebih dari 45%, curah hujan tahunan yang tinggi yaitu lebih dari 3.000 mm per tahun, ketersediaan N-total yang sedikit, dan penggunaan lahan yang tidak cocok untuk budidaya tanaman kopi arabika. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan budidaya kopi arabika pada lahan S3 yaitu membuat terasering pada lahan miring untuk mencegah erosi dan meningkatkan penyerapan air serta masukan berupa penambahan pupuk juga diperlukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman kopi arabika. Selain itu, melakukan penanaman pohon peneduh untuk mengurangi suhu tanah yang terlalu tinggi dan melindungi tanaman dari angin kencang serta menggunakan mulsa atau tanaman penutup tanah untuk menjaga kelembaban tanah dan mengurangi suhu permukaan tanah (Wijaya et al., 2024).

Kelas kesesuaian lahan S2 (cukup sesuai) menunjukkan bahwa lahan tersebut cukup sesuai untuk tanaman yang dimaksud, tetapi memiliki beberapa keterbatasan yang dapat mempengaruhi hasil atau keberlanjutan produksi (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014; Djaenudin et al., 2011). Beberapa faktor pembatas yang terdapat di Kecamatan Paninggaran yaitu kelerengan yang curam (25-45%) hingga sangat curam (>45%) dan ketersediaan N-total yang sedikit. Salah satu upaya untuk mengoptimalkan budidaya kopi arabika di Kecamatan Paninggaran pada kelas S2 yaitu membuat terasering pada lahan miring untuk mencegah erosi dan meningkatkan penyerapan air serta masukan berupa penambahan pupuk untuk tanaman kopi arabika. Sedangkan kelas kesesuaian lahan S1 (sangat sesuai) adalah area yang memiliki kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi kopi arabika. Lahan dengan kelas S1 tidak memiliki atau memiliki sangat sedikit keterbatasan, sehingga tanaman kopi dapat tumbuh dengan baik dan produktivitasnya maksimal (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014; López et al., 2020; Sofyan et al., 2007).

Menurut Arlius et al. (2017); Direktorat Jenderal Perkebunan (2014) dan López et al. (2020) bahwa rata-rata produktivitas kopi arabika untuk varietas unggul dapat menghasilkan sekitar 1 hingga 1,5 ton untuk setiap 1 ha lahan per tahunnya. Luas kesesuaian lahan aktual S1 dan S2 untuk pengembangan

kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan berdasarkan lahan tersedia adalah 4.119,29 ha. Dengan asumsi produktivitas 1 sampai 1,5 ton/ha/tahun, maka Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan akan menghasilkan kopi arabika sekitar 4.119,29 ton sampai 6.119,29 ton. Namun hal tersebut dapat tercapai apabila petani kopi di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan menerapkan *good agriculture practices* yang mengacu pada konsepsi pertanian berkelanjutan. Pertanian berkelanjutan adalah pengelolaan sumber daya yang berhasil untuk usaha pertanian dalam memenuhi kebutuhan manusia yang terus berubah dan sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kelas kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan terdapat empat (4) kelas yaitu kelas kesesuaian lahan S1 (sangat sesuai) seluas 4,61 ha, S2 (cukup sesuai) seluas 4.114,68 ha, S3 (sesuai marginal) seluas 5.596,89 ha, dan N (tidak sesuai) seluas 0,19 ha. Potensi produktivitas kopi arabika di Kecamatan Paninggaran Kabupaten Pekalongan dapat menghasilkan sekitar 4.119,29 ton sampai 6.119,29 ton/tahun. Faktor pembatas untuk melakukan budidaya tanaman kopi arabika pada lahan di Kecamatan Paninggaran adalah kelerengan, curah hujan tahunan dan ketersediaan N-total. Untuk mengatasi faktor pembatas tersebut dan mengoptimalkan lahan di Kecamatan Paninggaran memerlukan pendekatan yang terencana, holistik dan modal yang tinggi. Beberapa upaya yang dapat dilakukan yaitu membuat terasering untuk mencegah erosi dan meningkatkan penyerapan air, penambahan pupuk dan menanam pohon peneduh untuk budidaya tanaman kopi arabika.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Brinkley, S., Smith, E., Sela, A., Theisen, M., Thibodeau, C., Warne, T., Anderson, E., Van Dusen, N., Giuliano, P., Ionescu, K. E., & Cash, S. B. (2021). Climate change and coffee quality: Systematic review on the effects of environmental and management variation on secondary metabolites and sensory attributes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1–20. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.708013>
- Al-hanbali, A., Shibuta, K., Alsaaideh, B., & Tawara, Y. (2022). Geo-spatial Information Science Analysis of the land suitability for paddy fields in Tanzania using a GIS-based analytical hierarchy process. *Geo-Spatial Information Science*, 25(2), 212–228. <https://doi.org/10.1080/10095020.2021.2004079>
- Anita, A., Tabrani, G., & Idwar, I. (2016). Pertumbuhan bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.) di medium gambut pada berbagai tingkat naungan dan dosis pupuk nitrogen. *Jom Faperta*, 3(2), 33–37.
- Arlius, F., Tjandra, M. A., & Yanti, D. (2017). Analisis kesesuaian lahan untuk pengembangan komoditas kopi arabika di Kabupaten Solok. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(1), 70. <https://doi.org/10.25077/jtpa.21.1.70-78.2017>
- Banjarnahor, N., Hindarto, K. S., & Fahrurrozi, F. (2018). Hubungan kelerengan dengan kadar air tanah, pH tanah, dan penampilan jeruk gerga di Kabupaten Lebong. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(1), 13–18. <https://doi.org/10.31186/jipi.20.1.13-18>
- Bermudez, S., Voora, V., & Larrea, C. (2022). Global market report: Coffee prices and sustainability. In *Sustainable Commodities Marketplace Series*. <https://www.jstor.org/stable/resrep47318%0Ahttps://www.iisd.org/system/files/2022-09/2022-global-market-report-coffee.pdf>
- Cahyadi, M. D. P. A., Tarjoko, & Purwanto. (2021). Pengaruh ketinggian tempat terhadap sifat fisiologi dan hasil kopi arabika (*Coffea arabica*) di dataran tinggi Desa Sarwodadi Kecamatan Pejawaran Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 7(1), 1–7. <https://jurnal.polibara.ac.id/index.php/agrosains/article/view/215>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). *Pedoman Teknis Budidaya Kopi yang Baik (Good Agriculture*

Practices/GAP on Coffee). Kementerian Pertanian.

- Djaenudin, D., Marwan, H., Subagjo, H., & Hidayat, A. (2011). *Petunjuk teknis evaluasi lahan untuk komoditas pertanian*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
- Ge, Y., Zhang, F., Xie, C., Qu, P., Jiang, K., Du, H., Zhao, M., Lu, Y., Wang, B., Shi, X., Li, X., & Zhang, C. (2023). Effects of different altitudes on coffee arabica rhizospheric soil chemical properties and soil microbiota. *Agronomy*, 13, 1–17. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020471>
- Khemira, H., Medebesh, A., Hassen Mehrez, K., & Hamadi, N. (2023). Effect of fertilization on yield and quality of Arabica coffee grown on mountain terraces in southwestern Saudi Arabia. *Scientia Horticulturae*, 321, 112370. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112370>
- López, R. S., Fernández, D. G., López, J. O. S., Briceño, N. B. R., Oliva, M., Murga, R. E. T., Trigoso, D. I., Castillo, E. B., & Gurbillón, M. Á. B. (2020). Land suitability for coffee (coffee arabica) growing in Amazonas, Peru: Integrated use of AHP, GIS and RS. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(11), 1–21. <https://doi.org/10.3390/ijgi9110673>
- Mahmudi, Subiyanto, S., & Yuwono, B. D. (2015). Analisis Ketelitian DEM ASTER GDEM, SRTM, dan LIDAR Untuk Identifikasi Area Pertanian Tebu Berdasarkan Parameter Kelerengan (Studi Kasus : Distrik Tubang, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua). *Jurnal Geodesi Undip*, 2, 4(1), 95–106. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2015.7642>
- Mubekti. (2012). Evaluasi karakterisasi dan kesesuaian lahan untuk komoditas unggulan perkebunan: Studi kasus Kabupaten Kampar. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 13(1), 37–46. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/viewFile/1403/1204>
- Munir, A. Q., Listiawan, I., Utari, E. L., & Solihin, M. R. W. (2023). Geographic information systems for agricultural suitable land at Kabupaten Sleman. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 4(1), 97–99. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2023.4.1.759>
- Mwango, S. B., Msanya, B. M., Mtakwa, P. W., Kimaro, D. N., Deckers, J., Poesen, J., Meliyo, J. L., & Dondeyne, S. (2015). Soil fertility and crop yield variability under major soil and water conservation technologies in the Usambara Mountains, Tanzania. *Journal of Scientific Research and Reports*, 5(1), 32–46. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2015/13692>
- Pagiu, S., Ramlan, Belo, T. I., & Patadungan, Y. S. (2020). Land index and production of arabica coffee (Coffea Arabica L.) in smallholding plantation of Tana Toraja district, Indonesia. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 15(4), 587–592. <https://doi.org/10.18280/ij dne.150417>
- Pramitha, A. F., Ardiansyah, A. N., & Bahar, S. (2023). Analisis hubungan perubahan penggunaan lahan (land use) terhadap perubahan land surface temperatur (LST) di Kota Tangerang Selatan tahun 2011-2021. *Buletin Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, 4(5), 10–21.
- Pratiknyo, P., & Arrisaldi, T. (2023). Pemetaan potensi longsor di Kecamatan Paninggaran, Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Mineral, Energi Dan Lingkungan*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.31315/jmel.v7i1.10464>
- Ramdhani, Widiatmaka, & Trisasongko, B. H. (2023). Food crop land allocation: Integrating land suitability analysis and spatial forestry , study case Katingan, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 29(2), 187–199. <https://doi.org/10.7226/jtfm.29.3.187>
- Reddy, G. P. O. (2018). Geographic information system: Principles and applications. In G. P. O. Reddy & S. K. Singh (Eds.), *Geospatial Technologies in Land Resources Mapping, Monitoring and Management* (pp. 45–62). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78711-4_3
- Sihite, L., Marbun, P., & Supriadi. (2015). Hubungan ketinggian tempat dan kemiringan lereng terhadap produksi kopi arabika Sigarar Utang di Kecamatan Lintong Nihuta. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2), 666–673.
- Sofyan, R., Wahyunto, Agus, F., & Hidayat, H. (2007). Panduan Evaluasi Kesesuaian Lahan dengan contoh Peta Arahana Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat. In *Balai Penelitian tanah dan World Agroforestry Centre*. Balai Penelitian tanah dan World Agroforestry Centre.

www.worldagroforestrycentre.org/sea.

- Sugandhy, A. (2008). *Prinsip dasar kebijakan pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan*. Bumi Aksara.
- Topuz, M., & Deniz, M. (2023). Application of GIS and AHP for land use suitability analysis: case of Demirci District (Turkey). *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(115), 1–15. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01609-x>
- Tyo, A. Z. A., Sudarsono, B., & Amarrohman, F. J. (2021). Analisis kesesuaian perubahan penggunaan lahan terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) di Kecamatan Ngaliyan pasca pembangunan jalan tol Semarang-Batang. *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1), 11–20.
- Wahyunto, Hikmatullah, Suryani, E., Tafakresnanto, C., Ritung, S., Mulyani, A., Sukarman, Nugroho, K., Sulaeman, Y., Apriyana, Y., Suciantini, S., Pramudia, A., Suparto, Subandiono, R. E., Sutriadi, T., & Nursyamsi, D. (2016). *Pedoman penilaian kesesuaian lahan untuk komoditas pertanian strategis tingkat semi detail Skala 1:50.000*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. http://bbsdlp.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=7&Itemid=451#
- Wijaya, Y. G., Budiyanto, S., & Purbajanti, E. D. (2024). Evaluasi kesesuaian lahan sebagai upaya peningkatan produksi tanaman pangan di Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 11(1), 233–245. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.1.25>
- Yudanegara, R. A., Astutik, D., Hernandi, A., Soedarmodjo, T. P., & Alexander, E. (2021). Penggunaan metode Inverse Distance Weighted (IDW) untuk pemetaan zona nilai tanah (Studi kasus: Kelurahan Gedong Meneng, Bandar Lampung). *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 4(2), 85–90. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2021.12534>
- Zhang, S., Liu, X., Wang, X., Gao, Y., & Yang, Q. (2021). Evaluation of coffee ecological adaptability using Fuzzy, AHP, and GIS in Yunnan Province, China. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(1366), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07795-9>