

PEMETAAN DAN EVALUASI KESESUAIAN LAHAN BUDIDAYA KOPI ARABIKA BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KABUPATEN INTAN JAYA

Mapping and Evaluation of Land Suitability For Arabica Coffee Cultivation Based on A Geographic Information System in Intan Jaya District

Yayanus Sondegau¹, Dian Novitasari¹, Afik Hardanto^{1*}

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

* Email: afik.hardanto@unsoed.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2026.7.1.21434>

Naskah ini diterima pada 12 April 2026; revisi pada 24 Juni 2026; disetujui untuk dipublikasikan pada 26 Juni 2026

ABSTRAK

Kabupaten Intan Jaya yang terletak di wilayah Pegunungan Tengah Provinsi Papua Tengah memiliki potensi biofisik yang sangat mendukung bagi pengembangan kopi arabika (*Coffea arabica*). Penelitian dilakukan dengan latar belakang perlunya evaluasi terhadap daya dukung lahan untuk memastikan bahwa perluasan areal tanam dilakukan pada lokasi yang tepat secara agroklimat dan aman secara ekologis. Metode penelitian menggunakan pendekatan evaluasi lahan kuantitatif dan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian dilakukan dengan mengintegrasikan parameter lingkungan, yaitu: kelerengan, ketinggian, curah hujan rata-rata, suhu rata-rata, dan tata guna lahan sesuai dengan kriteria teknis budidaya kopi arabika. Proses analisis melibatkan teknik *overlaying* dan *scoring* terhadap peta-peta tematik untuk menghasilkan peta kesesuaian lahan yang akurat. Penelitian difokuskan pada dua tujuan utama, yaitu melakukan analisis spasial kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika dan merumuskan strategi pengembangan komoditas tersebut di Kabupaten Intan Jaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa Kabupaten Intan Jaya memiliki lahan kategori sangat sesuai (S1) seluas 200.164,6 ha (20,3%) dan cukup sesuai (S2) seluas 369.336,0 ha (37,5%). Secara keseluruhan, lebih dari 57% wilayah kabupaten potensial untuk pengembangan kopi, sementara lahan tidak sesuai (N) mencakup 12,3% yang umumnya berada di kelerengan ekstrem. Strategi pengembangan yang dirumuskan meliputi intensifikasi lahan pada zona S1 dan S2 melalui penerapan sistem agroforestri dan manajemen pasca panen yang modern.

Kata kunci: Agroforestri, Intan Jaya, Kesesuaian Lahan, Kopi Arabika, Sistem Informasi Geografis

ABSTRACT

Intan Jaya Regency, located in the Central Highlands of Central Papua Province, has significant biophysical potential conducive to cultivating Arabica coffee (*Coffea arabica*). The research was conducted against the backdrop of the need to evaluate land carrying capacity to ensure that planting area expansion is carried out in agro-climatically appropriate and ecologically safe locations. The research method used a quantitative land evaluation approach and Geographic Information System (GIS)-based spatial analysis. The research was conducted by integrating environmental parameters, namely: slope, altitude, average rainfall, average temperature, and land use according to the technical criteria for Arabica coffee cultivation. The analysis process involved overlaying thematic maps and applying scoring techniques to produce an accurate land suitability map. The research focused on two main objectives: conducting a spatial analysis of land suitability for Arabica coffee plants and formulating a strategy for developing this commodity in Intan Jaya Regency. The analysis results show that Intan Jaya Regency has 200,164.6 ha (20.3%) of highly suitable land (S1) and 369,336.0 ha (37.5%) of moderately suitable land (S2). Overall, more than 57% of the regency's area has potential for coffee development, while 12.3% of the unsuitable land (N) is on extreme slopes. The formulated development strategy includes land intensification in zones S1 and S2 through the implementation of agroforestry systems and modern post-harvest management.

Keywords: Agroforestry, Intan Jaya, Land Suitability, Coffee Arabica, Geographic Information System

PENDAHULUAN

Sektor pertanian, khususnya subsektor perkebunan, memegang peranan krusial dalam struktur ekonomi Indonesia sebagai penyumbang devisa negara dan sumber penghidupan utama bagi masyarakat di wilayah dataran tinggi. Kopi arabika (*Coffea arabica*) merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki nilai ekonomi tinggi di pasar internasional karena karakteristik cita rasanya yang khas dan permintaan pasar yang terus meningkat. Di wilayah Pegunungan Tengah Papua, khususnya Kabupaten Intan Jaya, kopi bukan sekadar komoditas perdagangan, melainkan telah menjadi identitas sosial-ekonomi masyarakat lokal yang didukung oleh kondisi agroklimat yang sangat ideal. Namun, pengembangan potensi ini seringkali terhambat oleh kurangnya informasi spasial mengenai daya dukung lahan yang akurat. Optimalisasi produksi kopi arabika memerlukan pendekatan ilmiah melalui evaluasi kesesuaian lahan untuk memastikan bahwa investasi pertanian yang dilakukan selaras dengan karakteristik biofisik lingkungan, sehingga mampu menjamin keberlanjutan produksi dan kelestarian ekosistem di tanah Papua (Aygün *et al.*, 2015; Suparno *et al.*, 2022).

Penelitian mengenai evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman kopi telah banyak dilakukan sebelumnya, seperti oleh Andriyani & Ubaidillah (2022) yang mengkaji potensi lahan di kawasan pegunungan secara umum, serta Hidayah (2024) yang memfokuskan pada penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemetaan kopi di Kabupaten Kendal dalam rentang waktu 2017-2019. Meskipun penelitian-penelitian terdahulu telah memberikan kerangka metodologis yang kuat, terdapat celah penelitian di mana kajian spesifik untuk wilayah Kabupaten Intan Jaya masih sangat terbatas, mengingat kondisi geografisnya yang ekstrem dan aksesibilitas data yang sulit. Perbedaan mendasar penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada integrasi data lapangan terbaru di Provinsi Papua Tengah dengan pemetaan kelas kesesuaian lahan yang mendalam serta analisis implikasi strategi pengembangannya bagi masyarakat asli Papua. Penelitian ini tidak hanya terpaku pada aspek teknis budidaya, tetapi juga memberikan solusi strategis pemanfaatan lahan yang mengombinasikan aspek produktivitas ekonomi dengan konservasi lingkungan di lereng pegunungan (Fadjarajani *et al.*, 2021; Wibowo *et al.*, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilaksanakan dengan dua tujuan utama yang diharapkan bisa digunakan untuk pembangunan daerah khususnya di Kabupaten Intan Jaya, Papua Tengah. Tujuan Pertama, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan sebaran spasial kelas kesesuaian lahan untuk tanaman kopi arabika di seluruh wilayah Kabupaten Intan Jaya. Kedua, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi pemanfaatan lahan dan arahan pengembangan komoditas kopi arabika yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan aspek konservasi lingkungan pada lahan-lahan dengan kelereng tinggi.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoretis maupun praktis bagi berbagai pihak terkait. Secara teoretis, hasil penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pedologi dan evaluasi lahan, khususnya terkait karakteristik lahan di wilayah dataran tinggi Papua yang unik. Secara praktis, bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Intan Jaya, penelitian ini dapat menjadi dokumen acuan dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) berbasis sektor perkebunan dan pengambilan kebijakan pemberian bantuan sarana produksi pertanian yang tepat sasaran. Bagi petani dan masyarakat lokal, informasi mengenai peta kesesuaian lahan ini dapat membantu mereka dalam menentukan area tanam yang paling produktif guna meminimalkan risiko kegagalan panen. Akhirnya, bagi keberlanjutan lingkungan, penelitian ini bermanfaat sebagai panduan untuk melindungi area konservasi yang tidak sesuai untuk budidaya, sehingga kelestarian alam Papua tetap terjaga bagi generasi mendatang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama empat bulan, yaitu pada periode Januari 2026 hingga April 2026. Rentang waktu tersebut mencakup seluruh tahapan penelitian mulai dari pengumpulan data, pengolahan data spasial, analisis kesesuaian lahan, dan interpretasi hasil. Kegiatan pengumpulan data dilakukan secara bertahap, meliputi pengumpulan data sekunder dari berbagai instansi serta pengolahan data berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Lokasi penelitian berada di Kabupaten Intan Jaya. Wilayah yang memiliki potensi pengembangan komoditas kopi arabika dan didukung oleh kondisi agroklimat pegunungan yang sesuai. Secara geografis, Kabupaten Intan Jaya memiliki topografi yang didominasi oleh daerah perbukitan hingga pegunungan dengan ketinggian yang bervariasi. Kondisi tersebut menjadikan wilayah ini menarik untuk dianalisis dalam konteks kesesuaian lahan berbasis SIG (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian kesesuaian lahan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya, Propinsi Papua Tengah yang terdiri dari delapan distrik.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data spasial dan non-spasial yang berkaitan dengan parameter kesesuaian lahan kopi arabika. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber terpercaya, baik nasional maupun internasional. Data spasial yang digunakan meliputi: Curah hujan rata-rata tahunan (WorldClim), suhu udara rata-rata tahunan (WorldClim), *Digital Elevation Model* (DEM) untuk memperoleh ketinggian

dan kemiringan lereng (Indonesia Geospasial), tata guna lahan (Indonesia Geospasial), dan data batas administrasi wilayah Kabupaten Intan Jaya (Indonesia Geospasial). Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak sebagai QGIS 3.18.3 untuk pengolahan data spasial dan Microsoft Excel untuk pengolahan data atribut.

Variabel Penelitian dan Analisis

Variabel penelitian dalam analisis kesesuaian lahan kopi arabika dikelompokkan menjadi lima parameter, yaitu parameter kelerengan, ketinggian, curah hujan, temperatur, dan tata guna lahan. Setiap parameter diberikan atribut sesuai dengan kelas (Ramadhani *et al.*, 2026). Teknik Pengumpulan data meliputi studi literatur yaitu dengan mengkaji jurnal ilmiah, buku, dan laporan terkait kesesuaian lahan kopi arabika dan SIG. Pengumpulan data sekunder dari situs resmi penyedia data spasial, seperti: WorldClim dan Indonesia Geospasial. Analisis Data Spasial dilakukan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Analisis spasial kesesuaian lahan merupakan pendekatan penting dalam perencanaan pengembangan komoditas pertanian berbasis karakteristik biofisik wilayah. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan memanfaatkan beberapa parameter lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya, Papua Tengah. Data yang digunakan meliputi curah hujan tahunan dan suhu rata-rata tahunan yang bersumber dari WorldClim (<https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>) dengan resolusi spasial 1000×1000 m, sedangkan data ketinggian dan kelerengan diperoleh dari DEMNAS Indonesia Geospasial (<https://www.indonesia-geospasial.com/2020/01/download-dem-srtm-30-meter-se-indonesia.html>) dengan resolusi 30×30 m. Selain itu, data tata guna lahan juga diperoleh dari sumber geospasial nasional dengan resolusi 30×30 m. Penggunaan data multi-sumber dan multi-resolusi ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi identifikasi kesesuaian lahan kopi arabika berbasis karakteristik topografi dan agroklimat wilayah (Hartono *et al.*, 2018). Tabel 1 Jenis data, resolusi dan sumber data yang digunakan untuk melakukan analisis kesesuaian lahan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya

Jenis Data	Resolusi	Sumber Data
Curah Hujan (mm/tahun)	1000 x 1000	WorldClim
Suhu Rata-rata Tahunan ($^{\circ}\text{C}$)	1000 x 1000	WorldClim
Ketinggian (mdpl)	30 x 30	DEMNAS
Slope (%)	30 x 30	DEMNAS
Tata Guna Lahan	30 x 30	Indonesia Geospasial

Tahapan awal analisis dilakukan melalui proses pra-pengolahan data spasial yang mencakup reproyeksi koordinat, *clipping* berdasarkan batas administrasi Kabupaten Intan Jaya, serta penyamaan resolusi spasial antar parameter. Data DEM kemudian digunakan untuk menurunkan parameter kelerengan (slope) menggunakan fungsi terrain analysis pada perangkat lunak QGIS 3.18.3. Parameter ketinggian dan kelerengan menjadi faktor penting karena kopi arabika umumnya tumbuh optimal pada wilayah dataran tinggi dengan kondisi lereng tertentu yang mendukung drainase tanah dan kestabilan kelembapan. Menurut Jha *et al.* (2014), elevasi dan topografi memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas biji kopi, produktivitas tanaman, serta pembentukan mikroklimat yang sesuai untuk pertumbuhan kopi arabika.

Setelah seluruh parameter diperoleh, dilakukan klasifikasi kesesuaian lahan berdasarkan kriteria yang mengacu pada Hasyir *et al.* (2023). Lima parameter utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kelerengan, ketinggian, curah hujan, suhu rata-rata tahunan, dan tata guna lahan. Setiap parameter diklasifikasikan ke dalam kelas kesesuaian lahan S1 (sangat sesuai), S2 (cukup sesuai), S3 (sesuai marginal), dan N (tidak sesuai). Sebagai contoh, suhu rata-rata $16\text{--}22^{\circ}\text{C}$ dikategorikan sebagai S1 untuk kopi arabika, sedangkan suhu di bawah 14°C atau di atas 26°C termasuk kelas tidak sesuai. Curah hujan tahunan $1200\text{--}1800$ mm juga diklasifikasikan sebagai sangat sesuai karena mampu mendukung kebutuhan air tanaman secara optimal. Pendekatan klasifikasi ini digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kesesuaian masing-masing

parameter terhadap pertumbuhan kopi arabika secara spasial (Hartono *et al.*, 2018; Hasyir *et al.*, 2023; Ramadhani *et al.*, 2026).

Tahap berikutnya adalah proses *overlay* spasial menggunakan perangkat lunak QGIS 3.18.3 untuk mengintegrasikan seluruh parameter yang telah diklasifikasikan. Metode *overlay* dilakukan dengan teknik *intersect* atau *weighted overlay* sehingga setiap parameter dapat dikombinasikan menjadi satu peta kesesuaian lahan komprehensif. Dalam proses ini, setiap piksel atau unit spasial akan memperoleh nilai kesesuaian berdasarkan hasil kombinasi seluruh parameter biofisik. Penggunaan SIG memungkinkan analisis spasial dilakukan secara lebih efektif, akurat, dan efisien dibandingkan metode konvensional. Selain itu, pendekatan *overlay* dapat membantu dalam identifikasi wilayah potensial pengembangan kopi arabika secara objektif dan berbasis data spasial (Hasyir *et al.*, 2023; Malczewski, 2004).

Hasil akhir analisis berupa peta kesesuaian lahan kopi arabika yang menunjukkan distribusi wilayah sangat sesuai hingga tidak sesuai di Kabupaten Intan Jaya. Peta tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan pengembangan perkebunan kopi berbasis konservasi dan keberlanjutan lingkungan. Integrasi parameter agroklimat, topografi, dan tata guna lahan dalam SIG memberikan gambaran spasial yang lebih komprehensif terhadap potensi pengembangan kopi arabika di kawasan pegunungan Papua Tengah. Selain mendukung peningkatan produktivitas kopi, pendekatan ini juga penting untuk meminimalkan konflik penggunaan lahan serta menjaga fungsi ekologis kawasan hutan tropis. Oleh karena itu, analisis spasial berbasis SIG menjadi instrumen strategis dalam mendukung pengambilan keputusan pembangunan pertanian berkelanjutan seperti sistem agroforestry di wilayah dataran tinggi Indonesia (Schroth *et al.*, 2015; Wibowo *et al.*, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Studi

Kabupaten Intan Jaya merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Papua Tengah yang terbentuk sebagai daerah otonomi baru hasil pemekaran dari Kabupaten Paniai berdasarkan Undang-Undang Nomor 54 Tahun 2008. Secara administratif, kabupaten ini diresmikan pada 29 Oktober 2008 sebagai upaya percepatan pembangunan di wilayah pegunungan tengah Papua. Pembentukan Kabupaten Intan Jaya dilatarbelakangi oleh kebutuhan peningkatan pelayanan pemerintahan, pemerataan pembangunan, serta pengelolaan potensi sumber daya alam yang lebih efektif. Secara historis, wilayah ini dihuni oleh masyarakat adat Moni yang memiliki sistem pertanian tradisional berbasis subsisten, terutama budidaya umbi-umbian, sayuran dataran tinggi, dan tanaman perkebunan lokal. Kearifan lokal masyarakat dalam pengelolaan lahan menjadi modal penting dalam mendukung pengembangan komoditas perkebunan bernilai ekonomi, termasuk kopi arabika (Cahyadi & Kurniawan, 2021; Purwadi, 2018; Suparno *et al.*, 2022).

Secara geografis, Kabupaten Intan Jaya terletak di kawasan Pegunungan Tengah Papua dengan posisi astronomis sekitar 136°10'–137°21' BT dan 2°57'–3°54' LS. Kabupaten ini memiliki luas wilayah sekitar 3.922 km². Secara administratif, wilayah ini berbatasan dengan Kabupaten Waropen dan Mamberamo Raya di sebelah utara, Kabupaten Paniai dan Mimika di sebelah selatan, Kabupaten Puncak di sebelah timur, serta Kabupaten Nabire di sebelah barat. Berdasarkan peta administrasi terkini, Kabupaten Intan Jaya terdiri atas beberapa distrik utama seperti Sugapa, Homeyo, Wandai, Agisiga, Hitadipa, Biandoga, Doufo, dan Kirihi (Gambar 1). Sugapa berfungsi sebagai ibu kota kabupaten sekaligus pusat pemerintahan dan aktivitas ekonomi masyarakat. Letak geografis yang berada di pedalaman pegunungan menyebabkan aksesibilitas wilayah masih relatif terbatas dan sebagian besar transportasi mengandalkan jalur udara (Condro, 2018).

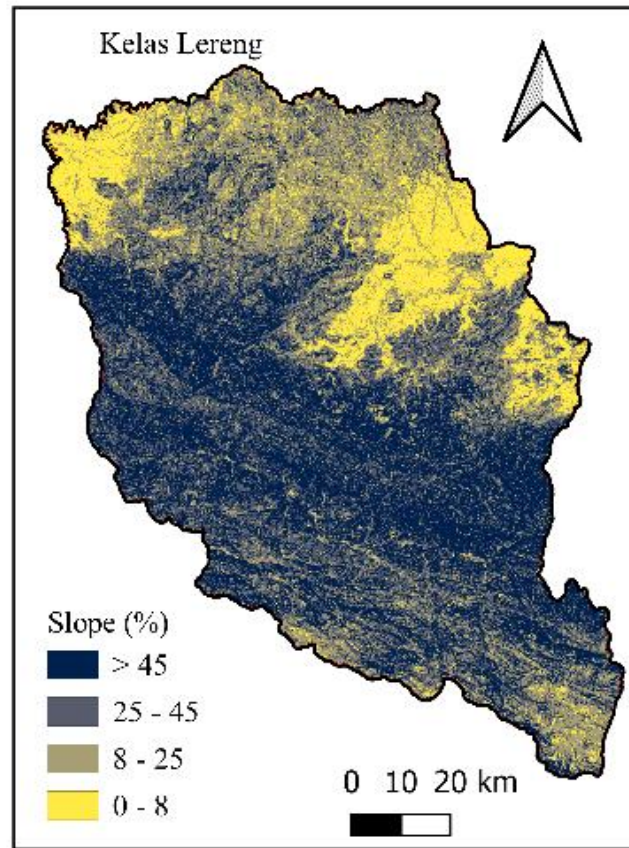
Kondisi topografi Kabupaten Intan Jaya didominasi oleh bentang alam pegunungan dengan relief terjal, lembah sempit, dan perbukitan curam. Ketinggian wilayah berkisar antara 500 hingga lebih dari 3.000 meter di atas permukaan laut, dengan sebagian besar kawasan budidaya pertanian, terutama sayuran berada pada elevasi 1.200–2.500 mdpl. Kemiringan lereng pada umumnya berada pada kelas sedang hingga sangat curam (>15–40%), yang menjadi salah satu karakteristik

utama kawasan pegunungan Papua (BPS, 2023). Kondisi ini memberikan tantangan tersendiri dalam pemanfaatan lahan, terutama terkait risiko erosi, longsor, dan keterbatasan mekanisasi pertanian. Namun demikian, topografi dataran tinggi tersebut justru menjadi faktor ekologis yang mendukung pertumbuhan kopi arabika karena tanaman ini berkembang optimal pada kawasan beriklim sejuk dengan ketinggian lebih dari 1.000 mdpl. Secara klimatologis, Kabupaten Intan Jaya memiliki iklim tropis pegunungan dengan curah hujan tinggi sepanjang tahun. Curah hujan tahunan diperkirakan berada pada kisaran 2.500–4.000 mm per tahun dengan distribusi hujan yang relatif merata. Suhu udara rata-rata berkisar antara 12–25°C, dengan suhu minimum dapat mencapai sekitar 9–12°C pada malam hari di wilayah dataran tinggi seperti Sugapa dan Hitadipa. Tingkat kelembapan udara umumnya tinggi, yaitu berkisar 75–90%, dipengaruhi oleh tutupan awan pegunungan dan intensitas hujan yang tinggi (BPS, 2023). Kombinasi suhu rendah, kelembapan tinggi, dan curah hujan yang cukup merupakan kondisi agroklimat yang sangat sesuai bagi pertumbuhan kopi arabika. Kondisi tersebut mendukung pembentukan cita rasa biji kopi yang kompleks dan berkualitas tinggi, meskipun perlu pengelolaan drainase yang baik untuk mencegah serangan penyakit akibat kelembapan berlebih.

Karakteristik Parameter Kesesuaian Lahan Kopi Arabika

Kelerengan

Kelas lereng merupakan salah satu parameter topografi yang sangat menentukan tingkat kesesuaian lahan untuk budidaya kopi arabika karena berpengaruh langsung terhadap stabilitas lahan, infiltrasi air, tingkat erosi, serta kemudahan pengelolaan kebun. Berdasarkan peta kelas lereng Kabupaten Intan Jaya, wilayah penelitian terbagi ke dalam empat kelas lereng, yaitu 0–8% (datar–landai), 8–25% (bergelombang), 25–45% (curam), dan >45% (sangat curam). Secara spasial, wilayah Kabupaten Intan Jaya didominasi oleh kelas lereng curam hingga sangat curam, terutama pada bagian tengah hingga selatan wilayah, sedangkan lereng datar hingga landai tersebar terbatas pada beberapa bagian utara dan timur (Gambar 2). Kondisi ini mencerminkan karakteristik geomorfologi kawasan Pegunungan Tengah Papua yang memiliki relief terjal akibat proses tektonik aktif dan pembentukan pegunungan yang intensif. Dalam analisis kesesuaian lahan, distribusi kelas lereng tersebut menjadi indikator utama dalam menentukan area potensial untuk pengembangan kopi arabika (Avelino *et al.*, 2015; Bunn *et al.*, 2015).



Gambar 2. Kelas lereng yang terdiri dari empat kelas dari Kabupaten Intan Jaya hasil pengolahan spasial dari data DEM (*Digital Elevation Model*).

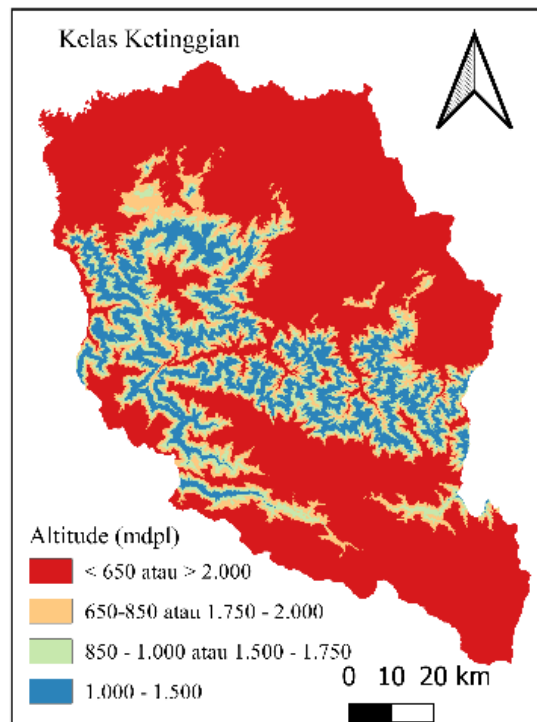
Lahan dengan kelas lereng 0–8% umumnya dikategorikan sangat sesuai hingga cukup sesuai untuk budidaya kopi arabika karena memiliki risiko erosi rendah dan memudahkan aktivitas pengelolaan seperti penanaman, pemeliharaan, pemupukan, hingga panen. Lereng landai juga memungkinkan pembangunan infrastruktur pendukung seperti jalan kebun, saluran drainase, dan fasilitas pascapanen dengan biaya yang lebih efisien. Namun demikian, pada wilayah dataran terlalu landai perlu diperhatikan potensi genangan apabila sistem drainase tidak optimal, karena kopi arabika sangat sensitif terhadap kondisi tanah jenuh air yang dapat memicu gangguan akar dan serangan penyakit tular tanah. Oleh sebab itu, meskipun lereng datar dianggap ideal secara teknis, evaluasi kondisi drainase tetap diperlukan untuk memastikan kesesuaian aktual lahan (DaMatta et al., 2018; Ovalle-Rivera et al., 2015).

Kelas lereng 8–25% merupakan kondisi topografi yang paling ideal bagi budidaya kopi arabika di daerah pegunungan tropis karena mampu memberikan keseimbangan antara drainase alami, aerasi tanah, dan efisiensi pengelolaan lahan. Pada lereng ini, aliran permukaan relatif terkendali sehingga risiko genangan rendah, sementara infiltrasi air ke dalam tanah tetap optimal untuk mendukung perkembangan sistem perakaran tanaman. Selain itu, banyak sentra produksi kopi berkualitas dunia berkembang pada kawasan dengan kemiringan sedang karena kondisi iklimnya cenderung lebih stabil dan mendukung pembentukan kualitas biji yang baik. Pada konteks Kabupaten Intan Jaya, area dengan kelas lereng ini sangat potensial untuk dikembangkan sebagai zona prioritas kopi arabika karena masih memungkinkan penerapan konservasi tanah sederhana seperti teras gulud dan penanaman tanaman penutup tanah (Chemura et al., 2016; Pham et al., 2019). Pada kelas lereng 25–45%, tingkat kesesuaian lahan mulai menurun karena meningkatnya risiko erosi, longsor, serta kesulitan operasional budidaya. Lereng curam

menyebabkan aliran permukaan meningkat sehingga unsur hara mudah tercuci dan lapisan topsoil yang penting bagi pertumbuhan kopi dapat terdegradasi. Oleh karena itu, lahan pada kelas ini umumnya dikategorikan sesuai marginal (S3), di mana produktivitas tetap dapat dicapai namun memerlukan investasi pengelolaan yang lebih tinggi. Kondisi ini relevan dengan sebagian besar wilayah Intan Jaya yang secara topografis didominasi oleh lereng curam, sehingga strategi konservasi menjadi syarat mutlak dalam pengembangan kopi arabika. Sementara itu, kelas lereng >45% dikategorikan sebagai lahan dengan keterbatasan sangat berat untuk budidaya kopi arabika. Pada kemiringan ekstrem, potensi erosi dan ketidakstabilan lereng sangat tinggi, sehingga aktivitas budidaya berisiko menurunkan kualitas lahan secara permanen apabila dilakukan tanpa pengelolaan konservatif yang ketat. Selain keterbatasan fisik, aksesibilitas lahan pada lereng sangat curam juga menjadi hambatan besar dalam distribusi sarana produksi maupun hasil panen. Dalam konteks analisis kesesuaian lahan di Kabupaten Intan Jaya, area dengan kelas lereng ini lebih tepat diarahkan sebagai kawasan lindung, zona penyangga ekologis, atau sistem agroforestri terbatas dibandingkan budidaya intensif kopi. Dengan demikian, hubungan antara kelas lereng dan pertumbuhan kopi arabika menunjukkan bahwa semakin besar kemiringan lahan, semakin tinggi kebutuhan intervensi konservasi untuk mempertahankan produktivitas dan keberlanjutan usaha tani kopi (Jha *et al.*, 2014).

Ketinggian di atas permukaan air laut

Ketinggian tempat merupakan salah satu parameter biofisik paling menentukan dalam analisis kesesuaian lahan kopi arabika karena berpengaruh langsung terhadap suhu udara, kelembapan, intensitas radiasi matahari, serta laju perkembangan fisiologis tanaman. Berdasarkan peta kelas ketinggian Kabupaten Intan Jaya, wilayah penelitian terbagi ke dalam empat kelas elevasi, yaitu <650 mdpl atau >2.000 mdpl, 650–850 mdpl dan 1.750–2.000 mdpl, 850–1.000 mdpl dan 1.500–1.750 mdpl, serta 1.000–1.500 mdpl. Secara spasial, wilayah dengan elevasi 1.000–1.500 mdpl tampak tersebar memanjang pada bagian tengah kabupaten dan merupakan zona yang paling potensial untuk pengembangan kopi arabika (Gambar 3). Menurut Bunn *et al.* (2015) dan Ovalle-Rivera *et al.* (2015), kopi arabika tumbuh optimal pada kisaran 1.000–2.000 mdpl karena pada rentang ini suhu harian relatif stabil sehingga mendukung pembentukan buah yang lebih lambat dan kualitas biji yang lebih baik. Kondisi ketinggian tersebut sangat berkaitan dengan karakteristik bentang alam Pegunungan Tengah Papua yang secara alami menyediakan lingkungan agroklimat ideal untuk budidaya kopi berkualitas tinggi.



Gambar 3 Kelas ketinggian di atas permukaan air laut yang terdiri dari empat kelas dari Kabupaten Intan Jaya

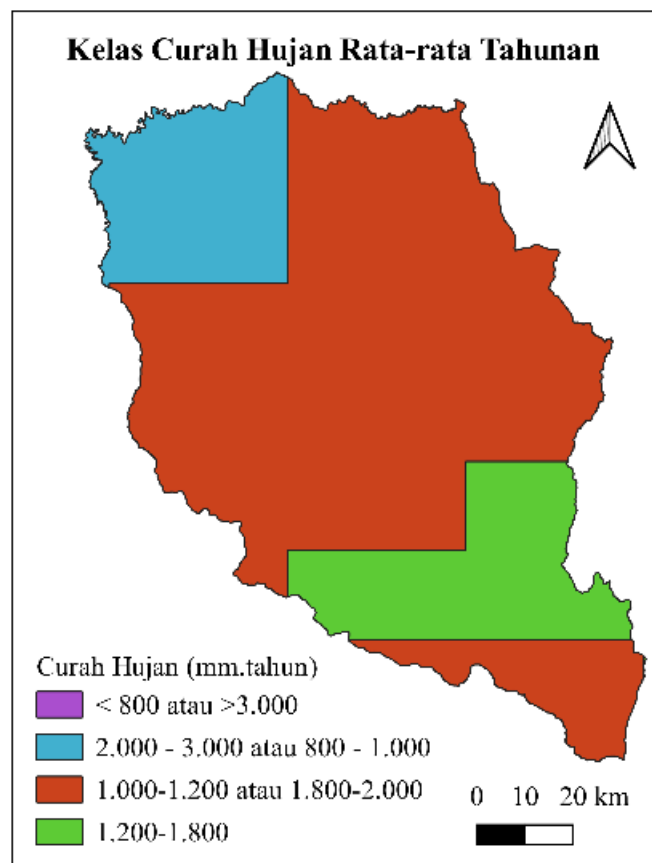
Wilayah pada kelas ketinggian 1.000–1.500 mdpl hingga 1.500–1.750 mdpl dikategorikan sangat sesuai (S1) hingga cukup sesuai (S2) untuk budidaya kopi arabika karena mampu menyediakan suhu ideal berkisar 15–24°C yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis, pembungaan, dan pembentukan cita rasa biji kopi. Pada ketinggian ini, sebagaimana dijelaskan oleh DaMatta *et al.* (2018), aktivitas metabolisme tanaman berlangsung lebih seimbang sehingga pertumbuhan vegetatif dan generatif berkembang optimal. Selain itu, Avelino *et al.* (2015) menunjukkan bahwa elevasi menengah hingga tinggi mampu menekan perkembangan beberapa patogen utama kopi yang umumnya berkembang lebih cepat pada suhu hangat. Dalam konteks Kabupaten Intan Jaya, distribusi kelas elevasi tersebut memberikan peluang besar untuk pengembangan kawasan sentra kopi arabika, terutama apabila dikombinasikan dengan pengelolaan agroforestri yang mampu menjaga kestabilan iklim mikro. Oleh karena itu, zona ketinggian menengah ini menjadi indikator utama dalam pemetaan kesesuaian lahan untuk menentukan wilayah prioritas pengembangan komoditas kopi secara berkelanjutan (Chemura *et al.*, 2016; Pham *et al.*, 2019).

Sebaliknya, wilayah dengan elevasi <650 mdpl cenderung kurang sesuai karena suhu udara yang lebih tinggi dapat mempercepat pemasakan buah, menurunkan densitas biji, dan menghasilkan mutu cita rasa yang lebih rendah. Pada sisi lain, area dengan elevasi >2.000 mdpl meskipun memiliki suhu sejuk, sering kali menghadapi keterbatasan berupa pertumbuhan tanaman yang lambat, risiko embun beku lokal, serta periode produktif yang lebih panjang. Menurut Rahn *et al.* (2018), perubahan elevasi secara signifikan memengaruhi distribusi spasial kesesuaian kopi akibat sensitivitas tanaman terhadap perubahan suhu mikro. Ketinggian ekstrem dapat menurunkan efisiensi fisiologis tanaman akibat stres termal, baik karena suhu terlalu tinggi maupun terlalu rendah. Berdasarkan kondisi tersebut, hubungan antara kelas ketinggian dan pertumbuhan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya menunjukkan bahwa semakin mendekati kisaran optimum 1.000–1.800 mdpl, semakin tinggi tingkat kesesuaian lahannya; sementara area

di luar rentang tersebut memerlukan intervensi manajemen yang lebih intensif atau bahkan tidak direkomendasikan untuk budidaya intensif kopi arabika.

Sebaran curah hujan rata-rata tahunan Kabupaten Intan Jaya

Curah hujan rata-rata tahunan merupakan parameter klimatologis utama dalam analisis kesesuaian lahan kopi arabika karena berperan langsung dalam menjaga ketersediaan air tanah, mendukung proses fisiologis tanaman, serta memengaruhi pembungaan dan pembentukan buah. Pada penelitian ini, parameter curah hujan diolah dari dataset iklim global WorldClim Version 2.1 yang menyediakan data klimatologi historis periode 1970–2000 dengan resolusi spasial hingga 30 arc-second ($\pm 1 \text{ km}^2$), sehingga sangat sesuai untuk analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis. Berdasarkan peta kelas curah hujan rata-rata tahunan Kabupaten Intan Jaya, wilayah penelitian terbagi menjadi empat kelas yaitu $<800 \text{ mm}$ atau $>3.000 \text{ mm}$, $800\text{--}1.000 \text{ mm}$ dan $2.000\text{--}3.000 \text{ mm}$, $1.000\text{--}1.200 \text{ mm}$ atau $1.800\text{--}2.000 \text{ mm}$, serta $1.200\text{--}1.800 \text{ mm}$ per tahun. Secara spasial, sebagian besar wilayah didominasi oleh kelas $1.800\text{--}2.000 \text{ mm}$ hingga $2.000\text{--}3.000 \text{ mm}$ yang menunjukkan kondisi lembap khas pegunungan tropis (Gambar 4). Menurut Bunn *et al.* (2015) dan Ovalle-Rivera *et al.* (2015), kopi arabika memerlukan curah hujan tahunan ideal berkisar $1.200\text{--}2.200 \text{ mm}$ yang terdistribusi merata agar proses pertumbuhan vegetatif dan generatif berlangsung optimal, sehingga distribusi curah hujan di Kabupaten Intan Jaya menunjukkan potensi agroklimat yang cukup baik untuk pengembangan komoditas ini. Data iklim resolusi tinggi seperti WorldClim juga telah banyak digunakan dalam pemodelan kesesuaian lahan pertanian tropis karena mampu merepresentasikan variasi iklim lokal secara lebih akurat.



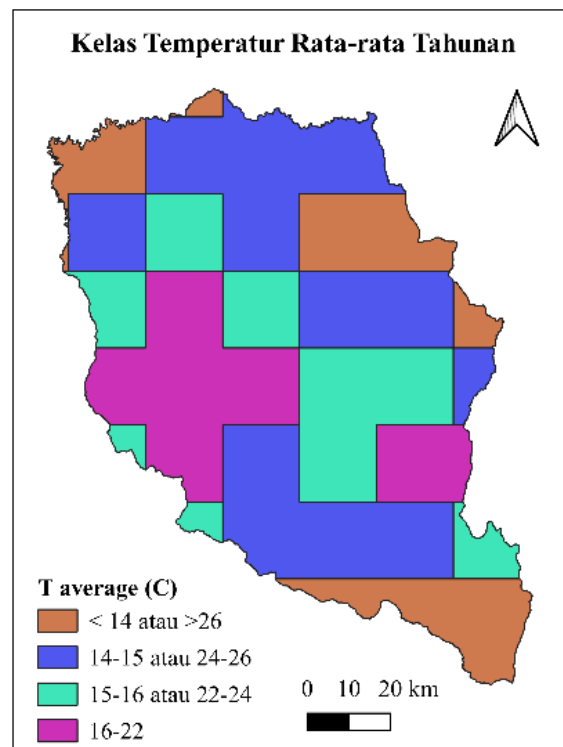
Gambar 4 Peta Sebaran Curah Hujan Rata-rata Tahunan Berdasarkan Klasifikasi Kesesuaian Agroklimat untuk Budidaya Kopi Arabika di Kabupaten Intan Jaya, Papua Tengah

Wilayah dengan kelas curah hujan 1.200–1.800 mm per tahun pada peta merupakan zona paling ideal untuk budidaya kopi arabika karena mampu menyediakan kelembapan tanah yang cukup tanpa menimbulkan kejenuhan air berlebih. Pada kisaran ini, sebagaimana dijelaskan oleh DaMatta *et al.* (2018), tanaman kopi dapat mempertahankan keseimbangan fisiologis antara aktivitas fotosintesis, respirasi, dan pembentukan buah. Selain itu, Avelino *et al.* (2015) menekankan bahwa distribusi hujan yang seimbang sangat penting untuk memicu fase pembungaan serempak setelah periode kering singkat, yang kemudian menentukan keseragaman pematangan buah. Dalam konteks Kabupaten Intan Jaya, area yang berada pada kelas ini memiliki peluang tinggi untuk menghasilkan kopi arabika dengan kualitas biji baik apabila didukung oleh kondisi topografi dan elevasi yang sesuai. Sementara itu, kelas 1.800–2.000 mm dan 2.000–3.000 mm masih tergolong cukup sesuai, namun membutuhkan perhatian terhadap sistem drainase dan pengelolaan tajuk tanaman. Curah hujan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kelembapan mikro yang memicu perkembangan penyakit seperti karat daun kopi, sebagaimana dilaporkan oleh Chemura *et al.* (2016) dan Pham *et al.* (2019), sehingga strategi agroforestri dan pengaturan jarak tanam menjadi penting dalam pengelolaan budidaya.

Sebaliknya, wilayah dengan curah hujan <800 mm berpotensi mengalami defisit air yang dapat menghambat pertumbuhan vegetatif, menurunkan pembentukan bunga, serta meningkatkan risiko gugur buah muda. Di sisi lain, area dengan curah hujan >3.000 mm cenderung menghadapi risiko kelembapan berlebih yang menyebabkan pencucian unsur hara, erosi, dan tingginya tekanan penyakit tanaman. Menurut Rahn *et al.* (2018), perubahan pola presipitasi akibat variabilitas iklim global secara signifikan memengaruhi produktivitas kopi melalui gangguan keseimbangan air tanah. Kelebihan curah hujan pada wilayah dataran tinggi tropis dapat menurunkan efisiensi metabolisme tanaman akibat berkurangnya aerasi akar. Berdasarkan karakteristik tersebut, keterkaitan antara kelas curah hujan dan budidaya kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya menunjukkan bahwa wilayah dengan curah hujan sedang hingga cukup tinggi, terutama pada kisaran 1.200–2.200 mm per tahun, merupakan zona paling sesuai untuk pengembangan kopi arabika, sedangkan wilayah dengan curah hujan ekstrem memerlukan intervensi teknis lebih intensif untuk menjamin produktivitas dan keberlanjutan sistem budidaya.

Sebaran temperatur udara rata-rata tahunan di Kabupaten Intan Jaya

Distribusi temperatur rata-rata tahunan merupakan salah satu parameter agroklimat penting dalam menentukan kesesuaian lahan untuk budidaya kopi arabika. Peta kelas temperatur pada Gambar menunjukkan adanya variasi suhu tahunan di Kabupaten Intan Jaya yang terbagi ke dalam beberapa kelas, yaitu <14°C, 14–15°C, 15–16°C, dan 16–22°C (Gambar 5). Pada penelitian ini, parameter temperatur rata-rata tahunan diolah dari dataset iklim global WorldClim Version 2.1. Kopi arabika tumbuh optimal pada suhu berkisar 15–24°C dengan kondisi dataran tinggi yang sejuk dan kelembapan relatif tinggi. Variasi temperatur tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Intan Jaya memiliki kondisi agroklimat yang potensial untuk pengembangan kopi arabika berkualitas tinggi, terutama pada zona dengan suhu 15–16°C dan 16–22°C. Kondisi temperatur yang lebih rendah pada wilayah pegunungan juga berpotensi meningkatkan kualitas cita rasa dan kompleksitas aroma biji kopi arabika (Muiz *et al.*, 2024).



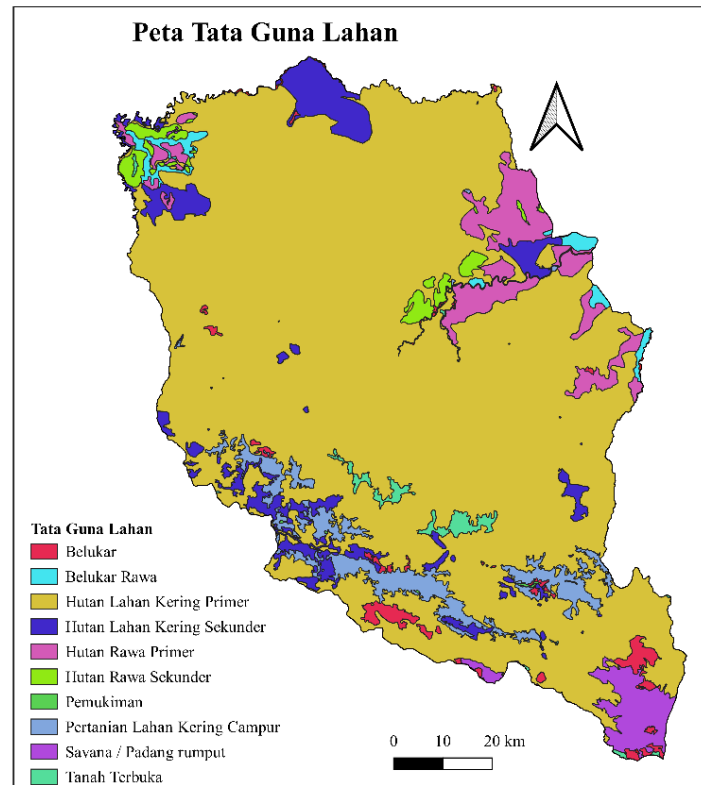
Gambar 5 Peta sebaran temperatur rata-rata tahunan di Kabupaten Intan Jaya (Papua Tengah)

Secara spasial, wilayah dengan temperatur rendah hingga sedang cenderung berada pada area dengan elevasi tinggi yang sesuai untuk pertumbuhan kopi arabika. Faktor temperatur memiliki hubungan erat dengan proses fisiologis tanaman, termasuk pembentukan buah, perkembangan biji, dan akumulasi senyawa metabolit sekunder yang memengaruhi mutu kopi. Suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat pematangan buah sehingga menurunkan kualitas rasa, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, pemetaan temperatur rata-rata tahunan menjadi dasar penting dalam penentuan zonasi pengembangan kopi arabika berkelanjutan di Kabupaten Intan Jaya. Pendekatan berbasis spasial ini dapat membantu pemerintah daerah maupun petani dalam menentukan lokasi budidaya yang paling sesuai untuk meningkatkan produktivitas dan mutu kopi lokal (Izzati, Karim, et al., 2019). Selain mendukung kesesuaian agroklimat, informasi temperatur tahunan juga penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang dapat memengaruhi keberlanjutan produksi kopi arabika di wilayah tropis. Peningkatan suhu global berpotensi menggeser zona optimum budidaya kopi ke daerah yang lebih tinggi. Perubahan temperatur secara signifikan dapat memengaruhi produktivitas, kualitas biji, dan stabilitas hasil panen kopi arabika. Dalam konteks Kabupaten Intan Jaya yang didominasi kawasan pegunungan Papua Tengah, kondisi ini justru dapat menjadi peluang pengembangan sentra kopi arabika berbasis dataran tinggi. Integrasi analisis temperatur dengan data topografi, curah hujan, dan penggunaan lahan dapat menghasilkan model kesesuaian lahan yang lebih komprehensif untuk mendukung pengembangan kopi unggulan Papua secara berkelanjutan (Izzati, Karim, et al., 2019; Muiz et al., 2024).

Tata Guna Lahan sebagai Faktor Pembatas dalam Analisis Kesesuaian Lahan Kopi Arabika di Kabupaten Intan Jaya (Papua Tengah)

Tata guna lahan merupakan salah satu faktor penting dalam analisis kesesuaian lahan untuk pengembangan kopi arabika karena berkaitan langsung dengan ketersediaan ruang budidaya, kondisi ekologis, dan keberlanjutan lingkungan. Berdasarkan peta tata guna lahan pada Gambar 6, wilayah Kabupaten Intan Jaya didominasi oleh kelas hutan lahan kering primer yang tersebar luas pada bagian tengah hingga utara wilayah. Menurut Jha et al. (2014), kawasan hutan

primer memiliki fungsi ekologis penting sehingga perlu dibatasi dalam pengembangan pertanian untuk menjaga keanekaragaman hayati dan stabilitas hidrologi. Oleh karena itu, keberadaan kawasan hutan primer dalam penelitian ini diperlakukan sebagai faktor pembatas dalam penentuan lahan potensial kopi arabika. Sebaliknya, area dengan penggunaan lahan berupa pertanian lahan kering campur, semak, dan savana memiliki peluang lebih besar untuk dikembangkan sebagai kawasan budidaya kopi karena memerlukan intervensi lahan yang lebih rendah.



Gambar 6. Peta Tata Guna Lahan sebagai Faktor Pembatas (*Constraint*) dalam Mendukung Budidaya Kopi Arabika di Kabupaten Intan Jaya, Papua Tengah

Secara spasial, distribusi penggunaan lahan menunjukkan adanya variasi tingkat kesesuaian untuk budidaya kopi arabika. Wilayah dengan tutupan hutan rawa primer, rawa sekunder, serta badan air menjadi area yang kurang sesuai karena memiliki keterbatasan drainase dan risiko degradasi lingkungan yang tinggi. Menurut Schroth *et al.* (2015), kopi arabika memerlukan kondisi lahan dengan drainase baik, aerasi tanah optimal, dan kestabilan iklim mikro agar mampu menghasilkan produktivitas dan kualitas biji yang tinggi. Selain itu, kawasan permukiman dan lahan terbuka juga menjadi faktor pembatas karena adanya kompetisi pemanfaatan ruang dan keterbatasan dukungan ekologis. Dalam konteks Kabupaten Intan Jaya yang memiliki karakteristik topografi pegunungan, analisis tata guna lahan berbasis spasial sangat penting untuk mengidentifikasi area yang dapat dikembangkan tanpa menyebabkan tekanan berlebihan terhadap ekosistem alami (Jha *et al.*, 2014).

Integrasi data tata guna lahan dengan parameter agroklimat seperti temperatur, curah hujan, dan elevasi dapat menghasilkan model kesesuaian lahan kopi arabika yang lebih komprehensif dan berkelanjutan. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi wilayah potensial budidaya dengan mempertimbangkan aspek konservasi lingkungan dan efisiensi pemanfaatan lahan. Pengelolaan penggunaan lahan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas pertanian sekaligus meminimalkan degradasi sumber daya alam. Selain itu, pengembangan kopi arabika berbasis tata guna lahan berkelanjutan juga dapat mendukung peningkatan ekonomi masyarakat

lokal tanpa mengorbankan fungsi ekologis kawasan hutan Papua Tengah. Dengan demikian, tata guna lahan tidak hanya berfungsi sebagai faktor pembatas, tetapi juga sebagai dasar strategis dalam perencanaan pengembangan sentra kopi arabika yang adaptif terhadap kondisi biofisik wilayah (Schroth *et al.*, 2015).

Pemetaan Kelas Kesesuaian Lahan Kopi Arabika di Kabupaten Intan Jaya

Berdasarkan hasil analisis spasial tumpang tindih (*overlay*) terhadap lima parameter yang menentukan kesesuaian lahan budidaya kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya, Papua Tengah maka didapatkan 4 kelas kesesuaian lahan, yaitu: Lahan sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), marginal (S3), dan tidak sesuai (N). Secara umum, Kabupaten Intan Jaya sebagian besar memiliki potensi untuk dikembangkan dalam budidaya Kopi Arabika karena sekitar 57% lahan masuk kelas S1 dan S2 (Tabel 2; Gambar 7).

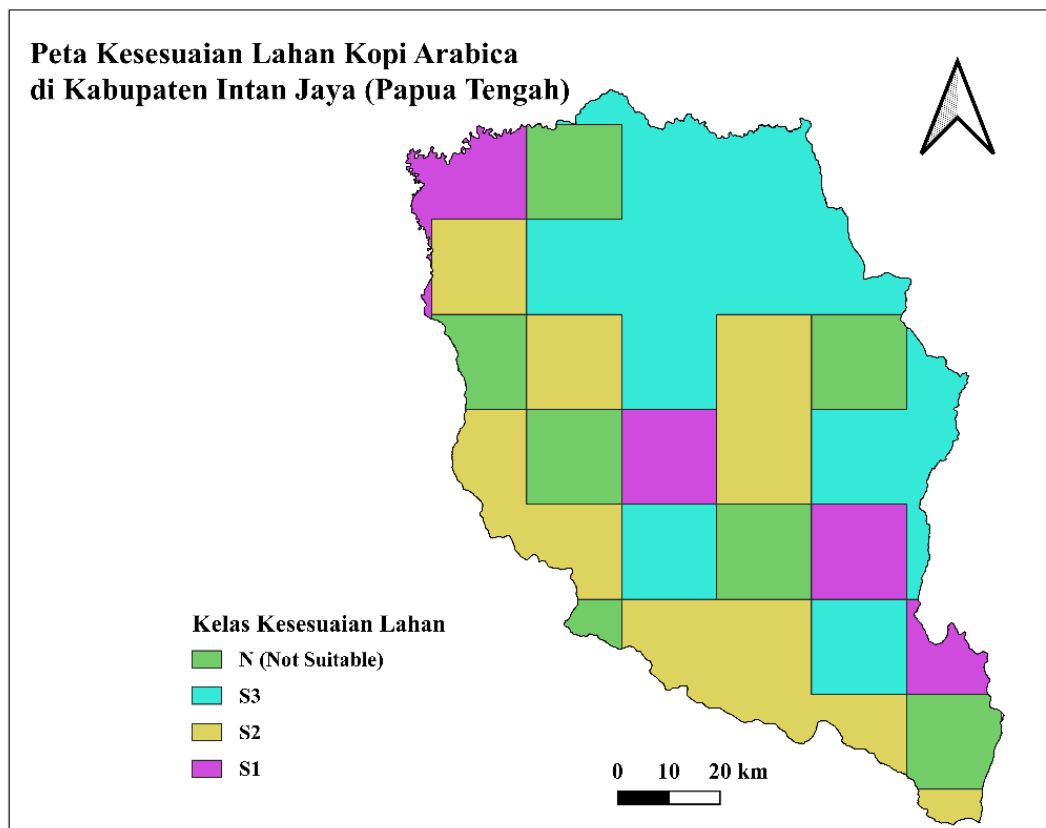
Tabel 2 Hasil sebaran kesesuaian lahan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya

Kelas Kesesuaian Lahan	Luas (ha)	Prosentase (%)
S1	200.164,6	20,3
S2	369.336,0	37,5
S3	294.941,9	29,9
N	121.437,4	12,3
Total	985.879,9	100,0

Sebaran lahan kelas S1 dan S2 berada di bagian tengah dan tenggara Kabupaten Intan Jaya yang didominasi daerah dengan ketinggian 1.000 – 1.500 mdpl tetapi memiliki kelerengan yang landai sampai curam. Meskipun demikian, kopi merupakan jenis tanaman yang baik dibudidayakan untuk konservasi dan berada dibawah naungan sehingga bisa menggunakan sistem agroforestri didaerah yang memiliki kelerengan curam. Masing-masing kelas kesesuaian lahan sebagai berikut:

Potensi Lahan Pengembangan Lahan Kopi Arabika (S1 dan S2)

Berdasarkan hasil analisis spasial yang disajikan dalam peta dan tabel kesesuaian lahan, Kabupaten Intan Jaya memiliki potensi yang sangat signifikan untuk pengembangan komoditas kopi arabika. Total luas wilayah yang dianalisis mencapai 985.879,9 hektar, yang terbagi ke dalam empat kategori kelas kesesuaian lahan sesuai dengan standar evaluasi lahan. Kelas S1 yang merupakan kategori sangat sesuai mencakup luasan sebesar 200.164,6 hektar atau sekitar 20,3% dari total luas wilayah yang dikaji secara keseluruhan. Keberadaan lahan S1 ini mengindikasikan bahwa sebagian wilayah Intan Jaya memiliki karakteristik biofisik yang sangat optimal tanpa hambatan yang berarti bagi pertumbuhan kopi. Parameter seperti suhu udara yang sejuk, curah hujan yang merata, dan drainase tanah yang baik menjadi faktor penentu utama di dalam kelas ini. Secara agroklimat, wilayah pegunungan tengah Papua memang dikenal memiliki keunggulan komparatif untuk tanaman kopi berkualitas tinggi di pasar global. Tanaman kopi arabika membutuhkan ketinggian di atas 1.000 meter di atas permukaan laut untuk menghasilkan cita rasa yang kompleks dan tingkat keasaman yang diinginkan. Hal ini sejalan dengan kondisi topografi Intan Jaya yang didominasi oleh dataran tinggi dan lereng pegunungan yang sangat subur. Luasnya lahan S1 memberikan peluang besar bagi pemerintah daerah untuk menetapkan zona inti pengembangan perkebunan rakyat secara masif. Kesesuaian lahan ini juga harus didukung oleh ketersediaan bibit unggul dan teknik budidaya yang tepat guna serta berkelanjutan.



Gambar 7 Peta sebaran kesesuaian lahan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya

Tantangan pada Lahan Sesuai Marjinal (S3) dan Tidak Sesuai (N)

Kelas kesesuaian lahan S3 atau sesuai marjinal menempati urutan ketiga dengan luas 294.941,9 hektar atau sekitar 29,9% dari total luas wilayah penelitian. Lahan pada kelas ini memiliki faktor pembatas yang cukup berat yang akan sangat mempengaruhi produksi dan memerlukan input biaya yang lebih tinggi untuk perbaikan. Faktor pembatas pada kelas S3 di wilayah Papua Tengah seringkali berkaitan dengan aksesibilitas yang sulit, ketersediaan hara yang rendah, atau risiko bencana alam. Tanaman kopi arabika di lahan S3 mungkin tetap dapat tumbuh dan berbuah, namun dengan kualitas dan kuantitas yang cenderung di bawah rata-rata nasional. Untuk mengoptimalkan lahan S3, diperlukan penerapan teknik agroforestri yang menggabungkan kopi dengan tanaman pelindung untuk menjaga kelembapan tanah. Penggunaan varietas yang memiliki toleransi tinggi terhadap cekaman lingkungan juga sangat disarankan untuk area dengan karakteristik marjinal ini. Meskipun biayanya tinggi, konversi lahan S3 menjadi lahan produktif tetap memungkinkan melalui program intensifikasi yang terukur dan direncanakan. Pemetaan menunjukkan bahwa area S3 seringkali berada di zona transisi antara dataran tinggi dan wilayah dengan kelerengan yang mulai sangat curam. Pemerintah perlu berhati-hati dalam memberikan izin pembukaan lahan baru pada area S3 agar tidak mengganggu ekosistem hutan lindung. Penanganan lahan S3 harus difokuskan pada pemulihan kualitas lahan melalui pemberian bahan organik secara masif dan perlindungan tanah. Keberlanjutan produksi di lahan marjinal ini sangat bergantung pada kebijakan bantuan sarana produksi pertanian yang tepat bagi petani.

Kategori terakhir adalah kelas N atau tidak sesuai (*Not Suitable*) yang mencakup wilayah seluas 121.437,4 hektar atau sekitar 12,3% dari total area. Wilayah yang masuk dalam kategori N ini memiliki faktor pembatas yang bersifat permanen atau sangat sulit diatasi dengan intervensi teknologi pertanian saat ini. Faktor-faktor tersebut meliputi kelerengan yang sangat ekstrem di atas 40%, singkapan batuan yang luas, atau berada pada ketinggian yang terlalu rendah.

Berdasarkan peta kesesuaian, wilayah kelas N tersebar di beberapa titik yang kemungkinan merupakan puncak-puncak gunung yang terjal atau lembah dalam. Secara ekologis, lahan kategori N ini sebaiknya dipertahankan sebagai area konservasi atau hutan lindung untuk menjaga siklus hidrologi di Kabupaten Intan Jaya. Memaksakan penanaman kopi di lahan N tidak hanya akan gagal secara ekonomi, tetapi juga berisiko tinggi memicu kerusakan lingkungan yang parah. Penurunan fungsi hutan di lereng curam akan meningkatkan risiko banjir bandang serta tanah longsor di wilayah hilir yang lebih rendah. Oleh karena itu, pengawasan terhadap tata ruang sangat diperlukan agar tidak terjadi perambahan oleh masyarakat ke zona yang tidak sesuai. Identifikasi lahan N sangat penting untuk memastikan bahwa pembangunan pertanian tetap sejalan dengan prinsip kelestarian alam dan lingkungan hidup. Data ini menjadi acuan bagi perencanaan tata guna lahan yang memisahkan antara zona budidaya produktif dan zona lindung abadi. Dengan mengecualikan lahan N, fokus pembangunan tetap dapat diarahkan pada 87,7% lahan lain yang masih memiliki potensi besar.

Implikasi Pengembangan Kopi Arabika dan Strategi Pemanfaatan Lahan

Pengembangan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya memiliki implikasi ekonomi yang sangat luas bagi kesejahteraan masyarakat pegunungan tengah Papua. Dengan ketersediaan lahan kelas S1 seluas 200.164,6 hektar, wilayah ini berpotensi menjadi pusat pertumbuhan ekonomi baru berbasis komoditas unggulan perkebunan. Masuknya investasi dan perhatian pemerintah dalam sektor ini akan mendorong terciptanya lapangan kerja baru, mulai dari tahap pembibitan hingga proses pasca panen. Peningkatan pendapatan rumah tangga petani kopi diharapkan dapat menurunkan angka kemiskinan dan meningkatkan daya beli masyarakat lokal secara signifikan. Sektor perkebunan kopi yang maju juga akan memicu pertumbuhan sektor jasa dan perdagangan pendukung di wilayah sekitarnya. Oleh karena itu, penetapan kebijakan pengembangan kopi harus mempertimbangkan aspek inklusivitas agar manfaat ekonomi dapat dirasakan secara merata oleh petani asli Papua. Keberhasilan ekonomi ini sangat bergantung pada stabilitas harga pasar dan aksesibilitas wilayah yang terus diperbaiki (Purwadi, 2018).

Implikasi sosial dari program ini berkaitan erat dengan perubahan pola pikir dan peningkatan kapasitas teknis sumber daya manusia di Intan Jaya. Transformasi dari sistem pertanian tradisional ke arah budidaya kopi intensif yang berorientasi pasar memerlukan pendampingan penyuluhan yang berkelanjutan. Masyarakat lokal akan terpapar pada teknologi pertanian modern, sistem sertifikasi organik, dan standarisasi kualitas *specialty coffee*. Hal ini akan meningkatkan posisi tawar petani dalam rantai pasok kopi internasional yang sangat menghargai aspek origin dan kualitas. Selain itu, penguatan kelembagaan petani melalui koperasi akan menjadi implikasi sosial yang positif untuk memperkuat struktur ekonomi pedesaan. Kerja sama kolektif dalam koperasi memungkinkan petani untuk mendapatkan akses modal dan pasar yang lebih luas dibandingkan bekerja secara individu. Modernisasi ini tetap harus menghormati kearifan lokal dan sistem kepemilikan tanah adat yang berlaku di wilayah tersebut.

Secara spasial, pengembangan lahan yang luas ini berimplikasi pada kebutuhan percepatan pembangunan infrastruktur transportasi dan logistik. Luasnya lahan kategori S2 yang mencapai 37,5% menuntut konektivitas antar distrik yang lebih baik agar hasil panen dapat diangkut dengan biaya yang efisien. Pembangunan jalan produksi dan fasilitas gudang penyimpanan menjadi syarat mutlak untuk menjaga kualitas biji kopi setelah dipanen. Tanpa dukungan infrastruktur yang memadai, potensi lahan yang sangat luas tersebut tidak akan memberikan nilai tambah maksimal bagi ekonomi daerah. Pemerintah daerah perlu mengintegrasikan rencana tata ruang wilayah dengan pusat-pusat produksi kopi yang telah teridentifikasi dalam peta kesesuaian lahan. Implikasi ini juga mencakup kebutuhan penyediaan energi untuk mesin-mesin pengolahan kopi di tingkat pedesaan yang seringkali masih terisolasi. Sinergi antara pembangunan infrastruktur fisik dan pengembangan komoditas perkebunan akan menciptakan multiplier effect bagi pembangunan daerah.

Implikasi jangka panjang dari keberhasilan analisis kesesuaian lahan ini adalah terbentuknya citra merek (*branding*) kopi Intan Jaya sebagai produk unggulan nasional. Kualitas lahan yang optimal di ketinggian pegunungan Papua memberikan profil rasa kopi yang unik dan

tidak dapat ditemukan di daerah lain. Hal ini memberikan keunggulan kompetitif di pasar global yang semakin menggemari kopi-kopi dengan identitas geografis yang jelas. Implikasi ini harus diikuti dengan perlindungan hukum melalui sertifikasi Indikasi Geografis (IG) untuk melindungi hak kekayaan intelektual masyarakat lokal. Sertifikasi ini tidak hanya melindungi nama produk, tetapi juga menjamin standar kualitas yang konsisten dari petani Intan Jaya. Peningkatan prestise produk akan menarik minat pembeli mancanegara untuk melakukan kontrak pembelian jangka panjang secara langsung dengan koperasi petani. Dampaknya, Kabupaten Intan Jaya dapat dikenal sebagai salah satu produsen kopi arabika terbaik yang mendukung kedaulatan pangan dan ekonomi nasional.

Strategi Pemanfaatan Lahan dan Konservasi Lingkungan

Strategi utama dalam pemanfaatan lahan kopi di Intan Jaya harus difokuskan pada optimalisasi lahan kelas S1 dan S2 melalui pendekatan intensifikasi berkelanjutan. Intensifikasi dilakukan dengan penggunaan bibit unggul yang adaptif terhadap kondisi lokal serta penerapan pemupukan organik yang tidak merusak struktur tanah. Penggunaan lahan S2 memerlukan teknik konservasi tambahan seperti pembuatan rorak dan teras bangku untuk meminimalkan laju erosi pada lahan miring. Petani diarahkan untuk tidak melakukan pembukaan lahan secara sembarangan, melainkan mengikuti batas-batas zona yang telah ditentukan dalam peta kesesuaian. Strategi ini juga melibatkan pengaturan jarak tanam yang optimal untuk memaksimalkan penyerapan hara dan sinar matahari bagi tanaman kopi. Selain itu, penerapan sistem drainase yang baik sangat diperlukan pada area dengan curah hujan tinggi agar akar tanaman tidak mengalami pembusukan. Dengan fokus pada lahan yang paling sesuai, produktivitas per satuan luas dapat ditingkatkan tanpa harus memperluas lahan secara berlebihan.

Integrasi sistem agroforestri menjadi strategi kunci untuk menyelaraskan antara kepentingan ekonomi dan konservasi lingkungan hidup. Tanaman kopi arabika ditanam di bawah naungan pohon peneduh seperti lamtoro atau tanaman endemik Papua yang dapat membantu fiksasi nitrogen di dalam tanah. Pohon peneduh berperan penting dalam menjaga kelembapan mikro, menahan hantaman air hujan langsung ke tanah, dan menyediakan habitat bagi musuh alami hama. Strategi ini sangat efektif diterapkan pada lahan kelas S3 (marjinal) untuk memperbaiki kualitas ekosistem secara bertahap tanpa menghilangkan nilai ekonomis lahan. Agroforestri juga mencegah terjadinya monokultur yang rentan terhadap serangan hama penyakit dan perubahan iklim yang ekstrem. Selain kopi, petani dapat menanam tanaman pangan atau buah-buahan di antara pohon peneduh untuk mendukung ketahanan pangan rumah tangga. Pola tanam campuran ini menciptakan ekosistem perkebunan yang lebih resilien dan mirip dengan struktur hutan alami.

Strategi konservasi pada lahan dengan kelereng tinggi dan zona kelas N (tidak sesuai) harus diimplementasikan melalui pelarangan total aktivitas budidaya. Wilayah dengan kelereng di atas 40% harus tetap dipertahankan sebagai hutan lindung atau kawasan penyangga untuk mencegah bencana longsor dan banjir bandang. Masyarakat perlu diberikan pemahaman bahwa menjaga hutan di area kelas N adalah investasi untuk melindungi lahan produktif mereka di bagian bawah. Strategi ini dapat didukung dengan program imbal jasa lingkungan bagi masyarakat yang aktif menjaga kelestarian hutan di sekitar perkebunan kopi. Pemerintah perlu memasang tanda batas yang jelas di lapangan berdasarkan koordinat geografis yang diperoleh dari analisis spasial sebelumnya. Pengawasan secara berkala menggunakan teknologi penginderaan jauh dapat dilakukan untuk memantau adanya pembukaan lahan ilegal di zona konservasi. Penegakan hukum yang tegas terhadap pelanggaran tata ruang menjadi pilar utama dalam menjaga keseimbangan ekologi di pegunungan Papua.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis kesesuaian lahan serta strategi pengembangan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Kabupaten Intan Jaya memiliki potensi lahan yang sangat besar untuk budidaya kopi

arabika dengan total luas lahan produktif (S1 dan S2) mencapai 569.500,6 hektar atau 57,8% dari total luas wilayah. Faktor pembatas utama pengembangan budidaya kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya adalah keterbatasan yang ekstrem. Strategi pengembangan kopi arabika di Kabupaten Intan Jaya sebaiknya dilakukan melalui pendekatan intensifikasi pada lahan potensial dan konservasi berkelanjutan. Strategi utama meliputi optimalisasi lahan kelas S1 dan S2 dengan penggunaan bibit unggul serta penerapan sistem agroforestri untuk menjaga stabilitas lereng.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada penyedia data spasial (WorldClim dan Indonesia Geospasial). Selain itu, ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pemerintah Kabupaten Intan Jaya yang bersedia memberikan informasi tambahan terkait pengembangan komoditas kopi arabika di wilayah pegunungan Papua Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, I., & Ubaidillah, M. M. (2022). Penilaian Indikasi Geografis Pegunungan Hyang Argopuro dan Kesesuaian Lahannya untuk Budidaya Kopi. *agriTECH*, 42(2), 131. <https://doi.org/10.22146/agritech.60195>
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Läderach, P., Anzueto, F., Hruska, A. J., & Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): Impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7(2), 303–321. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0446-9>
- Aygun, M., Akbar, H., Ismadi, I., Nasruddin, N., & Nazirah, L. (2015). Analisis Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Pada Lahan Kopi Arabika Organik Di Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Agrium*, 342–349. <https://doi.org/10.29103/agrium.v22i3.24571>
- BPS (2023). Statistik Daerah Kabupaten Intan Jaya 2023. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Paniai*
- Bunn, C., Läderach, P., Ovalle Rivera, O., & Kirschke, D. (2015). A bitter cup: Climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*, 129(1), 89–101. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Cahyadi, M. F., & Kurniawan, T. (2021). Analisis Implementasi Kebijakan Pembentukan Daerah Otonom Baru (DOB) Provinsi Papua Tengah. *Jurnal Politik Pemerintahan Dharma Praja*, 14(1), 1–24. <https://doi.org/10.33701/jppdp.v14i1.1554>
- Chemura, A., Kutwayo, D., Chidoko, P., & Mahoya, C. (2016). Bioclimatic modelling of current and projected climatic suitability of coffee (*Coffea arabica*) production in Zimbabwe. *Regional Environmental Change*, 16(2), 473–485. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0762-9>
- Condro, N. (2018). Pengembangan Potensi Wilayah Pertanian Distrik Homeo Kabupaten Intan Jaya. *Jurnal MEDIAN Arsitektur Dan Planologi*, 8(01), 39–47.
- DaMatta, F. M., Avila, R. T., Cardoso, A. A., Martins, S. C. V., & Ramalho, J. C. (2018). Physiological and Agronomic Performance of the Coffee Crop in the Context of Climate Change and Global Warming: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(21), 5264–5274. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04537>
- Fadjarajani, S., Hakim, E. H., Rosali, E. S., & Darmawan, D. (2021). Pemanfaatan Lahan Secara Konservatif Bagian Hulu Sungai Ciwalen Dari DAS Citanduy Untuk

- Mendukung Ketahanan Pangan Masyarakat. *JURNAL EKONOMI, SOSIAL & HUMANIORA*, 2(10), 24–33.
- Hartono, B., Rauf, A., Elfiati, D., Harahap, F. S., & Sidabuke, S. H. (2018). Evaluasi Kesesuaian Lahan Pertanian Pada Areal Penggunaan Lain Untuk Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) DI Kecamatan Salak Kabupaten Pak-Pak Bharat. *Jurnal Solum*, 15(2), 66–74. <https://doi.org/10.25077/jsolum.15.2.66-74.2018>
- Hasyir, F., Tjoneng, A., & Ibrahim, B. (2023). Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) DI Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 4(1), 134–147. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v4i1.321>
- Hidayah, R. B. (2024). SIG Pemetaan dan Hasil Panen Perkebunan Kopi Kabupaten Kendal Tahun 2017 – 2019. *JURNAL ILMIAH RESEARCH STUDENT*, 1(3), 651–656. <https://doi.org/10.61722/jirs.v1i3.734>
- Izzati, R., Karim, A., Arabia, T., Hifnalisa, Manfarizah, Syakur, & Hafid, I. (2019). Analysis of Taste Quality of *Coffea Arabica* L. in Several Altitudes At Gayo Lues District. *International Journal of Advanced Research*, 7(6), 461–468. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/9243>
- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Ernesto Méndez, V., Läderach, P., & Rice, R. A. (2014). Shade Coffee: Update on a Disappearing Refuge for Biodiversity. *BioScience*, 64(5), 416–428. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu038>
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Progress in Planning*, 62(1), 3–65. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2003.09.002>
- Muiz, K., Nilahayati, N., Nasruddin, N., Jamidi, J., & Hafifah, H. (2024). Analisis Kualitas Fisik Dan Cita Rasa Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Pada Dua Rentang Ketinggian. *Jurnal Agrium*, 21(3), 258–265. <https://doi.org/10.29103/agrium.v21i3.18994>
- Ovalle-Rivera, O., Läderach, P., Bunn, C., Obersteiner, M., & Schroth, G. (2015). Projected Shifts in *Coffea arabica* Suitability among Major Global Producing Regions Due to Climate Change. *PLOS ONE*, 10(4), e0124155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124155>
- Pham, Y., Reardon-Smith, K., Mushtaq, S., & Cockfield, G. (2019). The impact of climate change and variability on coffee production: A systematic review. *Climatic Change*, 156(4), 609–630. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02538-y>
- Purwadi, M. A. (2018). Budidaya Tanaman Kopi Arabika Sebagai Pendorong Ekonomi Masyarakat di Kabupaten Intan Jaya. *JUMABIS (JURNAL MANAJEMEN DAN BISNIS)*, 2(1), 1–11.
- Rahn, E., Vaast, P., Läderach, P., van Asten, P., Jassogne, L., & Ghazoul, J. (2018). Exploring adaptation strategies of coffee production to climate change using a process-based model. *Ecological Modelling*, 371, 76–89. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.01.009>
- Ramadhani, F. M. A., Mufid, A., Afiatan, A. S., Supriyanto, E. A., Handriatni, A., Jazilah, S., Badrudin, U., Sajuri, & Firmansyah, D. (2026). Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Kopi Arabika Menggunakan Teknologi SIG di Kecamatan Lebakbarang Kabupaten Pekalongan. *Technologica*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.55043/technologica.v5i1.328>
- Schroth, G., Bede, L. C., Paiva, A. O., Cassano, C. R., Amorim, A. M., Faria, D., Mariano-Neto, E., Martini, A. M. Z., Sambuichi, R. H. R., & Lôbo, R. N. (2015). Contribution of agroforests to landscape carbon storage. *Mitigation and Adaptation*

Strategies for Global Change, 20(7), 1175–1190. <https://doi.org/10.1007/s11027-013-9530-7>

- Suparno, A., Rouw, A., Irbayanti, D., Lindongi, L. E., & Namserna, H. J. (2022). Analisis faktor internal dan eksternal pengembangan perkebunan rakyat kopi Arabika di Kabupaten Pegunungan Arfak Provinsi Papua Barat. *Agrotek*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.46549/agrotek.v6i1.261>
- Wibowo, F. A. C., Triwanto, J., Kurniawan, E. T., & Muttaqin, T. (2020). Strategi Perbaikan Sistem Agroforestri Dan Konservasi Lahan Di Desa Pondokagung, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 15(1), 36–47. <https://doi.org/10.31849/forestra.v15i1.3651>