

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Lahan Pasca Tambang

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, dijelaskan di Pasal 1 Ayat 1 menyatakan bahwa pertambangan mencakup sebagian atau seluruh tahapan kegiatan, mulai dari penyelidikan, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara, termasuk penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Ayat 3 mendefinisikan batubara sebagai endapan senyawa karbon organik yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan. Ayat 5 menjelaskan bahwa pertambangan batubara merupakan kegiatan pengambilan endapan karbon dari dalam bumi, termasuk bitumen padat, gambut, dan batuan aspal. Ayat 26 mendefinisikan reklamasi sebagai kegiatan yang dilakukan selama tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya. Sementara itu, Ayat 27 menjelaskan kegiatan pascatambang sebagai upaya yang terencana, sistematis, dan berkelanjutan setelah berakhirnya sebagian atau seluruh kegiatan usaha pertambangan, untuk memulihkan fungsi lingkungan alam dan fungsi sosial sesuai kondisi lokal di wilayah pertambangan, Anonim (2009).

Perubahan lingkungan pasca penambangan tidak hanya melibatkan perubahan bentang lahan, tetapi juga kualitas tanah hasil penimbunan. Tanah lapisan atas sering digantikan oleh tanah dari lapisan bawah yang kurang subur. Akibatnya, tanah tersebut memiliki sifat fisik, terutama tekstur, yang kurang mendukung untuk kegiatan pertanian, serta miskin bahan organik, dikutip oleh Subardja et al. (2014).

Lahan pasca tambang merupakan sumber daya yang bernilai tinggi dan apabila dimanfaatkan secara optimal dapat memberikan manfaat besar. Salah satu bentuk pemanfaatan lahan pasca tambang adalah untuk kegiatan perkebunan menurut Lusia et al. (2023). Mengembalikan fungsi lahan tersebut, diperlukan penggunaan bahan organik guna meningkatkan penyerapan hara, serta penggunaan kapur untuk memperbaiki *pH* tanah dan sifat fisik tanah.

Terdapat beberapa opsi pemanfaatan lahan pasca tambang yang sesuai dengan hirarki kriteria pemanfaatan dan pengelolaan lahan pasca tambang menurut Adha et al. (2013), yaitu:

1. Kehutanan dan Ruang Terbuka Hijau (RTH): Mengembalikan lahan pasca tambang menjadi kawasan hutan melalui kegiatan revegetasi lahan dengan tanaman pionir yang cepat tumbuh, serta tanaman sisipan berupa spesies

- tanaman lokal atau buah-buahan disesuaikan kondisi rona awal sebelum kegiatan pertambangan dilakukan.
2. Pertanian: Dipilih apabila lahan memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan tingkat kesuburan tanah yang memadai.
 3. Perkebunan dan Peternakan: Diprioritaskan berdasarkan potensi keuntungan ekonomi tertinggi.
 4. Industri: Termasuk pergudangan, perumahan, perkantoran, perhotelan, dan pusat perbelanjaan, dipilih berdasarkan nilai ekonomis yang paling tinggi sesuai daya dukung lingkungan sekitarnya.
 5. Pariwisata: Seperti taman bunga, resor, arena *motorcross*, dan lapangan golf.
 6. Pemanfaatan Berbasis Air: Termasuk budidaya perikanan, irigasi, kolam renang, danau dan pantai buatan, arena seluncur es, PDAM, pengendalian banjir, dan cadangan air, dipilih berdasarkan nilai ekonomis yang tinggi.

1.2 Perkebunan Kakao

Perkebunan kakao merupakan usaha di bidang pertanian yang berfokus pada budidaya tanaman kakao (*Theobroma cacao*) untuk menghasilkan biji kakao. Biji kakao ini yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan produk-produk cokelat, seperti cokelat batang, cokelat bubuk, dan cokelat cair. Selain digunakan dalam industri makanan, kakao juga digunakan dalam berbagai industri lain, termasuk sektor kosmetik dan farmasi, karena kandungan zat bermanfaat seperti antioksidan menurut Liyanda *et al.* (2012). Komoditas kakao memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi salah satu sumber pendapatan penting bagi banyak negara penghasil, termasuk Indonesia. Menurut Putri (2020), proses produksi kakao melibatkan beberapa tahapan, mulai dari budidaya tanaman, panen, fermentasi, pengeringan, hingga pengolahan menjadi berbagai produk siap jual. Kakao merupakan komoditas penghasil devisa terbesar ketiga sub sektor perkebunan setelah kelapa sawit dan karet dikutip oleh Aris & Jumiono (2020).

Kendala utama dalam pengembangan kakao di Kabupaten Berau terletak pada praktik sistem budidaya yang tidak memenuhi standar teknis. Beberapa permasalahan yang dihadapi seperti penanaman pada lahan yang tidak sesuai dengan kelas kesesuaian, penggunaan bibit yang tidak unggul, varietas tanaman yang tidak seragam, serta pengelolaan yang kurang optimal dalam hal pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta pemangkasan. Akibatnya, kemampuan tanah untuk menunjang produksi kakao secara optimal tidak dapat tercapai menurut Mustaman *et al.* (2019).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai kesesuaian lahan untuk budidaya tanaman kakao sangat diperlukan guna menentukan klasifikasi lahan yang tepat serta mengantisipasi penurunan produktivitas dan kualitas biji kakao. Penelitian ini berperan dalam mengidentifikasi kelas kesesuaian lahan yang optimal

bagi tanaman kakao. Selain itu, hasil penelitian dapat dijadikan sebagai rekomendasi dalam upaya konservasi lahan dan pengembangan budidaya kakao secara berkelanjutan. Adapun syarat tumbuh tanaman kakao dapat dilihat pada Tabel 2.1. yang mengacu pada panduan lengkap budidaya kakao.

Tabel 2. 1 Syarat Tumbuh Tanaman Kakao Mengacu Pada Panduan Lengkap Budidaya Kakao, (Wahyunto et al., 2016)

Persyaratan penggunaan/ karakteristik lahan	Kelas kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
Temperatur (tc)				
Temperatur Rata-rata	25-28	>28-32	>32 -33	>33
Tahunan(°C)	-	20 - <25	-	<20
Ketersediaan air (wa)				
Curah Hujan Tahunan	1.500- 2.500	1.250- <1.500	1.100- <1.250	<1.100
(mm/tahun)		>2.500- 3.000	>3.000- 3.500	>3.500
Jumlah Bulan Kering (<60 mm/bulan	<2 -	>2-3 -	>3-5 -	>5 -
Ketersediaan oksigen (oa)				
Drainase	Baik, agak baik	Agak terhambat	Terhambat agak cepat	Sangat terhambat cepat
Media parakaran (rc)				
Tekstur	Halus, agak halus	sedang	Agak kasar, sangat halus	kasar
Bahan kasar (%)	<15	15-35	35-55	>55
Kedalaman tanah (cm)	>100	75-100	50-75	<50
Gambut:				
Ketebalan (cm)	<100	100-200	200-300	>300
Kematangan	Saprik	Saprik, hemik	Hemik	Fibrik
Retensi hara (nr)				
KTK tanah (cmol/kg)	>16	5-16	<5	-
Kejenuhan basa (%)	>35	20-35	<20	-
PH H ₂ O	6,0-7,0	5,5-6,0	<5,5	-
		7,0-7,6	>7,6	-
C-organik (%)	>1,2	0,8-1,2	<0,8	-
Hara Tersedia (na)				
N total (%)	Sedang	Rendah	Sgt rendah	-
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	Sedang	Rendah	Sgt rendah	-
K ₂ O (mg/100g)	Tinggi	Sedang	Rendah-sgt rendah	-

Toksisitas (xc)				
Salinitas (dS/m)	<1,1	1,1-1,8	1,8-2,2	>2,2
Sodisitas (xn)				
Alkalinitas/ESP (%)	-	-	-	-
Bahaya sulfidik (xs)				
Kedalaman sulfidik (cm)	>100	75-100	50-75	<50
Bahaya erosi (eh)				
Lereng (%)	<8	8-15	15-40	>40
Bahaya erosi	Sgt ringan	Ringan-sedang	Berat	Sgt berat
Bahaya banjir/genangan pada masa tanam (fh)				
- Tinggi (cm)	-	-	25	>25
- Lama (hari)	-	-	<7	>7
Penyiapan lahan (lp)				
Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40
Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25

1.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan untuk mengelola data yang bereferensi geografis, meliputi proses pemasukan, pengelolaan, manipulasi, analisis, dan keluaran data menurut Susilo et al. (2016). Dalam SIG, terdapat dua jenis model data digital, yaitu format *raster* dan *vektor*. Model *raster* menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dalam struktur matrik berbentuk grid. Sedangkan model data *vektor* menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial menggunakan titik, garis, kurva, atau poligon dengan atributnya dikutip oleh Kurniawati et al. (2020).

Sistem Informasi Geografis (SIG) banyak dimanfaatkan di berbagai bidang, salah satunya untuk memetakan kesesuaian lahan pertanian. Melalui SIG, proses analisis data dapat dilakukan secara digital sehingga lebih cepat dan efisien. Selain itu, SIG juga memiliki kemampuan menyimpan data dalam jumlah besar dibandingkan metode manual menurut Susilo et al. (2016).

1.4 Kesesuaian Lahan

Menurut Djaenudin et al. (2011), kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan suatu bidang lahan untuk penggunaan tertentu. Sebagai contoh, lahan dapat sesuai untuk irigasi, pertanian tanaman musiman, atau budidaya tanaman tahunan. Kesesuaian lahan dapat dinilai untuk kondisi saat ini atau setelah diadakan perbaikan. Lebih spesifik lagi, kesesuaian lahan ditentukan oleh karakteristik sifat fisik lingkungannya yang terdiri dari iklim, tanah, topografi, hidrologi, dan drainase

yang berpengaruh terhadap potensi lahan untuk kegiatan pertanian yang produktif atau komoditas tertentu.

Analisis ini didasarkan pada fungsi kawasan yang diatur dalam Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor : 837/Kpts/Um/11/ (1980) tentang Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung, serta Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 683/KPt/UM/08/ (1981) mengenai Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Produksi. Surat Keputusan ini menilai tiga faktor utama yang menentukan fungsi hutan sebagai kawasan lindung dan kawasan budidaya, yaitu: kelerengan lapangan, jenis tanah menurut kepekaan terhadap erosi, dan intensitas curah hujan harian rata-rata.

Penilaian kesesuaian lahan pada dasarnya merupakan proses pemilihan lahan yang sesuai untuk jenis tanaman tertentu. Proses ini dapat dilakukan dengan menginterpretasikan peta tanah dalam kaitannya dengan kesesuaiannya terhadap berbagai jenis tanaman dan tindakan pengelolaan yang diperlukan. Menurut Sofyan *et al.* (2015), penilaian kesesuaian lahan diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Ordo: Menunjukkan tingkat kesesuaian lahan secara umum. Terdapat dua ordo:
 - Ordo S: Lahan yang tergolong sesuai.
 - Ordo N: Lahan yang tergolong tidak sesuai.
2. Kelas: Menunjukkan tingkat kesesuaian dalam masing-masing ordo. Pada tingkat kelas lahan yang tergolong ordo sesuai (S) dibedakan ke dalam tiga kelas, sedangkan lahan yang tergolong ordo tidak sesuai (N) tidak dibedakan ke dalam kelas-kelas.
 - Kelas S1: Sangat sesuai. Lahan tidak mempunyai faktor pembatas yang signifikan terhadap penggunaan secara berkelanjutan sehingga tidak akan mengurangi produktivitasnya.
 - Kelas S2: Cukup sesuai. Lahan mempunyai faktor pembatas yang berpengaruh terhadap produktivitas sehingga memerlukan masukan (*input*). Pembatas tersebut biasanya dapat diatasi oleh petani atau pengelola itu sendiri.
 - Kelas S3: Sesuai marginal. Lahan mempunyai faktor pembatas yang berat yang berpengaruh terhadap produktivitasnya sehingga memerlukan masukan yang lebih besar dibandingkan lahan yang tergolong S2.
 - Kelas N: Tidak sesuai. Lahan yang tidak sesuai karena mempunyai faktor pembatas yang sangat berat dan sulit diatasi.

1.5 Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)

Metode MCDA merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis sistem pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria atau variabel. Menurut Amin (2014) menjelaskan bahwa metode MCDA adalah proses pemilihan

alternatif untuk mendapatkan solusi optimal dari beberapa alternatif keputusan, dengan mempertimbangkan lebih dari satu kriteria atau tujuan yang saling bertentangan (*conflicting*). Paradigma ini berbeda dengan pendekatan tradisional yang hanya berfokus pada satu tujuan tunggal, sehingga sering terjadi simplifikasi berlebihan terhadap realitas permasalahan dan akhirnya gagal menemukan solusi yang tepat. Pendekatan model optimasi dengan objektif tunggal gagal mengakomodasikan dinamika dan kondisi kriteria yang mengalami konflik tersebut.

MCDA biasanya digunakan untuk mengambil keputusan atas beberapa alternatif yang memiliki banyak kriteria. Dalam penelitian ini, model MCDA digunakan untuk mengukur nilai total alternatif berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Pendekatan MCDA diklasifikasikan ke dalam tiga kategori menurut Dafid (2020):

1. *Value measurement models*
2. *Model perangkingan*
3. *Goal programming*

Penelitian ini menggunakan pendekatan *model value measurement* (pengukuran nilai). Model ini digunakan untuk mengukur dan membandingkan nilai dari berbagai alternatif berdasarkan kriteria tertentu. Setiap alternatif dinilai berdasarkan sejumlah kriteria, dan nilai-nilai ini kemudian digabungkan untuk memberikan peringkat keseluruhan.

1.6 Parameter dalam penilaian kesesuaian lahan

Penelitian ini menggunakan parameter-parameter yang berkaitan langsung dengan kesesuaian lahan, seperti jenis tanah, curah hujan, dan kemiringan lereng. Analisis kesesuaian lahan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis masih tergolong baru dan belum banyak diterapkan. Padahal, teknologi pemetaan ini memberikan kemudahan dan keakuratan dalam menyajikan informasi geospasial, khususnya untuk kawasan perkebunan dan penilaian kesesuaian lahan. Berikut ini adalah parameter-parameter kesesuaian lahan yang digunakan dalam penelitian:

1.6.1 Jenis Tanah

Tanah merupakan salah satu faktor penting dalam studi geografi dan pertanian. Jenis tanah yang berbeda memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam mendukung kegiatan pertanian dan konservasi lahan menurut Arifin I, Wahyuningrum D (2020). Jenis tanah menggambarkan variasi dan persebaran berbagai sifat tanah di suatu wilayah, seperti *pH*, tekstur, kandungan bahan organik, dan kedalaman tanah.

Menurut Subardja *et al.* (2014), klasifikasi tanah mencakup 12 jenis tanah. Perbedaan tanah-tanah tersebut didasarkan pada unsur-unsur dominan, seperti kadar bahan organik, perkembangan horison, bahan induk, warna, rezim kelembapan, dan sifat lainnya. Keduabelas jenis tanah tersebut sebagai berikut:

1. *Peat Soil*: Sebagian besar kandungannya adalah bahan organik (>65%). Ciri: berwarna coklat kelam hingga hitam, kadar air tinggi, pH berkisar 3- 5, porositas makro sangat tinggi, jumlah hara per satuan volume rendah, dan sulit mengikat air jika kekeringan.
2. *Lithosol*: Tanah dengan solum kurang dari 30 cm, bertekstur kasar, berpasir atau berkerikil, warna beragam, konsistensi beragam, keasaman beragam, kandungan unsur hara beragam, dan sangat peka terhadap erosi.
3. *Alluvial Soil*: Tanah muda hasil sedimentasi bahan mineral yang dibawa sungai atau air. Ciri: warna kelabu hingga coklat, tekstur liat hingga pasir, konsistensi keras bila kering dan teguh bila lembab, bahan organik relatif rendah, dan cukup kuat menopang bangunan.
4. *Regosol*: Tanah yang belum mengalami perkembangan dan bertekstur pasir. Ciri: tidak berstruktur, warna abu-abu hingga coklat, konsistensi lepas hingga sangat teguh, pH 5-7, daya ikat air rendah, dan mudah tererosi.
5. *Latosol*: Tanah dengan kedalaman solum >2 m, warna merah kecoklatan hingga kuning, tekstur liat, berstruktur remah atau gempal, konsistensi gembur di bagian atas dan teguh atau sangat teguh di bagian bawah, dan peka terhadap erosi.
6. *Podzol*: Tanah yang berkembang dari batuan sedimen dengan butir kasar, solum 0,4-1 m, warna coklat keputih-putihan, tidak berstruktur, konsistensi teguh di bawah dan lepas di atas, permeabilitas sedang hingga cepat, dan kemampuan menahan air rendah.
7. *Andosol*: Tanah yang berkembang dari abu vulkanik yang banyak mengandung bahan amorf. Solum 1-2 m, warna hitam hingga coklat tua, tekstur lempung berdebu hingga lempung, struktur remah di atas dan gumpal di bawah, dan konsistensi gembur.
8. *Grumusol*: Tanah yang berkembang dari sedimen laut terangkat atau bahan dengan formasi kapur. Ciri: solum 1-2 m, warna kelabu hingga hitam, tekstur lempung berliat hingga liat, mengembang dan lekat saat basah, mengkerut dan membuat rekahan saat kering, permeabilitas rendah, kemampuan menahan air baik, dan peka terhadap erosi.
9. *Rendzina*: Tanah yang berkembang dari batuan kapur yang belum berkembang, warna kelabu hingga hitam, tekstur liat hingga kerikil, konsistensi gembur, dan peka terhadap erosi.
10. Mediteran Merah Kuning: Tanah yang berkembang dari bahan induk kapur yang telah berkembang lanjut. Ciri: solum 1-2 m, warna coklat hingga merah, tekstur lempung hingga berliat, struktur gumpal, konsistensi

gembur di atas dan teguh di bawah, dan kepekaan terhadap erosi sedang hingga tinggi.

11. Tanah Coklat Non-Klasik: Tanah yang berkembang dari induk batuan kapur. Ciri: lapisan atas berwarna coklat atau coklat kemerahan, tekstur lempung hingga lempung berdebu, konsistensi agak teguh, lapisan bawah berwarna lebih merah, konsistensi teguh dan plastis, serta tekstur lempung hingga lempung berdebu.
12. Tanah Hutan Coklat: Tanah yang berkembang dari berbagai batuan, warna coklat kehitaman hingga kuning, tekstur lempung hingga lempung berdebu, dan struktur keras.

1.6.2 Curah Hujan

Menurut Luhukay *et al* (2019), hujan merupakan fenomena alam dalam siklus hidrologi yang sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam sektor perkebunan karena hujan menyediakan air yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Curah hujan didefinisikan sebagai jumlah air hujan yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu, diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan *horizontal* dengan asumsi tidak terjadi penguapan. Berdasarkan penjelasan dari Stasiun Klimatologi Kalimantan Barat (2023), curah hujan adalah ketinggian air hujan yang jatuh di atas permukaan datar dengan asumsi tidak menguap, tidak mengalir, dan tidak meresap ke dalam tanah. Curah hujan sebesar 1 mm didefinisikan sebagai air hujan setinggi 1 mm yang tertampung pada tempat datar seluas 1 m².

Curah hujan merupakan salah satu faktor iklim yang sangat menentukan dalam evaluasi kesesuaian lahan untuk budidaya tanaman kakao. Menurut Dedi Anwar (2017), analisis kesesuaian lahan menunjukkan bahwa kisaran curah hujan tahunan yang ideal untuk tanaman kakao berada antara 1.500 mm hingga 2.500 mm per tahun. Kisaran ini mendukung pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman kakao secara optimal. Pada lahan bekas tambang, yang umumnya memiliki kondisi fisik tanah yang terdegradasi, keberadaan curah hujan yang cukup dan terdistribusi secara merata sepanjang tahun menjadi sangat penting untuk memperbaiki kelembaban tanah dan mendukung proses rehabilitasi lahan.

Selain jumlah curah hujan, distribusinya sepanjang tahun juga berpengaruh besar terhadap kesesuaian lahan untuk budidaya kakao. Menurut Juita *et al.* (2021) dalam penelitiannya menekankan bahwa periode kering yang terlalu panjang dapat menghambat pertumbuhan tanaman kakao, sedangkan curah hujan yang berlebihan dan tidak merata dapat menyebabkan genangan air dan penyakit akar. Oleh karena itu, dalam konteks lahan bekas tambang, evaluasi curah hujan perlu mempertimbangkan pola distribusi bulanan serta potensi limpasan air. Dengan pendekatan Sistem Penilaian Kesesuaian Lahan (SPKL), curah hujan menjadi salah

satu parameter utama dalam menentukan kelas kesesuaian lahan untuk pengembangan kakao secara berkelanjutan.

1.6.3 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng atau gradien lereng merujuk pada sudut atau tingkat kemiringan permukaan tanah atau batuan terhadap bidang *horizontal*, yang umumnya dinyatakan dalam satuan persen (%). Menurut Dzaky Ahmad *et al.* (2020) kemiringan lereng sangat memengaruhi besarnya limpasan permukaan semakin besar kemiringan lereng, semakin curam lereng, semakin besar volume dan kecepatan aliran air. Lereng yang curam meningkatkan energi kinetik dan memperbesar kemampuan tanah dalam mengangkut partikel. Selain itu, ketinggian tempat juga memengaruhi sifat fisik dan kimia tanah. Ketinggian menentukan suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah. Semakin tinggi elevasi suatu tempat, maka suhu akan semakin rendah, sehingga proses pelapukan tanah berlangsung lebih lambat.

1.7 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian terkait analisis potensi lahan bekas tambang untuk kesesuaian lahan dalam rencana perkebunan yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Gap
Rande (2016) "Analisis Kesesuaian Lahan Bekas Tambang Batubara pada PT Asia Multi Invesama di Kabupaten Tebo Provinsi Jambi"	Metode observasi dan analisis data.	Belum dianalisis jenis tanaman alternatif yang lebih sesuai dengan kondisi lahan.	Belum dianalisis jenis tanaman alternatif yang lebih sesuai dengan kondisi lahan.
Dedi Anwar, (2017) "Analisis Kesesuaian Lahan Tanaman Kakao di Provinsi Nusa Tenggara Timur"	Metode overlay.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar lahan di Provinsi Nusa Tenggara Timur cocok untuk tanaman kakao.	Belum mempertimbangkan dampak perubahan iklim dan belum ada rekomendasi spesifik untuk jenis tanah tertentu.

Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Gap
Kalkuta, (2024) "Analisis Kesesuaian Lahan Pertanian di Daerah Sungai Gandheswari dengan Menggunakan Multi-criteria Decision Analysis (MCDA) dan Geoinformasi"	Metode MCDA dan Geoinformasi dalam evaluasi kesesuaian lahan.	Beberapa lahan sangat cocok untuk pertanian berdasarkan parameter fisik dan kimia.	Perlu perbaikan pada area tertentu, belum ada integrasi faktor iklim dan sosial ekonomi.
Sari (2021) "Analisis Pengembangan Wilayah Berbasis Komoditi Kakao di Kabupaten Tanah Datar"	Metode Fuzzy	Wilayah Tanah Datar memiliki potensi pengembangan kakao berdasarkan analisis fuzzy.	Belum ada integrasi MCDA dan data geospasial seperti curah hujan dan elevasi untuk validasi spasial.