

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada BAB ini akan dijelaskan mengenai segala sesuatu yang terkait dengan landasan teori dan konsep yang mendukung metodologi dan pelaksanaan penelitian seperti yang dilaporkan pada BAB III.

II.1 Tanaman Kakao

Tumbuhan Kakao adalah tanaman yang memiliki bunga dan buah yang terdapat pada bagian batang dan cabangnya. Anatomi tumbuhan kakao secara singkat dapat dibagi menjadi 2 adalah (Riono, 2020):

1. Bagian Generatif, meliputi bunga dan buah
2. Bagian Vegetatif meliputi akar, batang dan daun

Lingkungan asli tumbuhan kakao pada dasarnya adalah hutan tropis dengan pohon yang tinggi dan rapat, intensitas hujan yang cukup tinggi, temperatur konstan serta kelembapan yang cukup dan konstan. lingkungan demikian tumbuhan kakao akan pertumbuhan tanaman kakao akan tinggi tetapi hanya memiliki sedikit bunga dan buah.

Variasi tumbuhan kakao yang pada awalnya tumbuh di Indonesia adalah jenis *criollo* yang asal mulanya dibawa dari Venezuela, lalu ditanam dan dibudidayakan di daerah Sulawesi Utara. Negara Indonesia masuk dalam tiga negara terbesar yang memproduksi serta mengekspor komoditas kakao (Departemen Perindustrian, 2007).

Tanaman kakao di Indonesia ditanam dan dibudidayakan di Provinsi Sulawesi, Sumatera Barat, Aceh, Sumatera Utara dan Lampung. Provinsi Lampung sendiri memiliki tanaman kakao seluas 172.845 ha dengan hasil produksinya mencapai 153.112 ton/tahun. Kabupaten Pesawaran sendiri merupakan Kabupaten dari Provinsi Lampung yang paling banyak memproduksi kakao dan memiliki luas tanaman kakao sebesar 27.357 ha dengan hasil produksi mencapai 28.539 ton/tahun (Dinas Pertanian, 2020).

II.2 Karakteristik Kesesuaian Lahan

Kesesuaian lahan tanaman kakao memiliki tingkatan dominan, tingkatan ini dipengaruhi oleh keadaan lahannya seperti dipengaruhi keadaan lingkungan sekitar yang berupa keadaan fisik yaitu iklim, serta topografi karena kedua hal tersebut saling berkaitan dalam pengaruh kualitas pertumbuhan serta perkembangan suatu tanaman (Mulyani et al., 2018). Pentingnya karakteristik sebuah tanah karena supaya dapat dikaji lebih lanjut mengenai permasalahan yang akan muncul dari saling keterkaitannya setiap karakteristik lingkungan. Pada Tabel II.2 dapat dilihat tabel syarat tumbuh tanaman kakao. Kemudian faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik lingkungan yang bisa dijadikan acuan kriteria penilaian kesesuaian lahan yaitu (Ritung et al., 2007):

1. Iklim

Berpengaruh terhadap tumbuh dan berkembangnya tumbuhan. Setiap tumbuhan bisa hidup dalam keadaan iklim yang berbeda. Setiap tanaman bisa hidup pada kondisi iklim yang berbeda, sebagai contoh tanaman kakao bisa hidup dengan baik pada lingkungan lahan yang memiliki iklim tropis tumbuh dengan baik, tumbuh dengan baik pada karakteristik lahan wilayah iklim tropis. Yang termasuk dalam bagian iklim yaitu curah hujan, suhu, kelembapan, kecepatan angin, intensitas cahaya matahari, dll

2. Topografi

Topografi berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dalam hal ini permasalahan topografi yang mempengaruhi tanaman adalah miring daerah dan tinggi tempat. Keadaan permukaan bumi yang beda pada setiap tempat akan mempengaruhi nilai suhu dan intensitas cahaya matahari yang didapatkan oleh masing-masing tanaman

II.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kakao

Tanaman kakao akan tumbuh optimal pada wilayah hutan tropis. Habitat asli tanaman kakao tumbuh di hutan belantara dengan keadaan tanaman yang tinggi dan rapat serta ketinggian tempat berada pada 0-600 m di atas permukaan laut (mdpl). Suhu permukaan yang dikehendaki untuk jenis ini adalah sekitar 25- 28°C. Tanaman Kakao dapat tumbuh dengan tekstur tanah lempung. Pada Tabel II.2 dapat dilihat tabel syarat tumbuh tanaman kakao.

II.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh atau Inderaja adalah proses mendeteksi, mengukur dan memantau karakteristik fisik suatu objek, area maupun fenomena untuk mengumpulkan informasi dari jarak jauh menggunakan alat atau sensor ada pada wahana seperti berupa satelit, pesawat, atau pesawat tanpa awak. Secara umum penginderaan jauh juga berkaitan dengan memperoleh, mengolah dan menginterpretasi hasil rekaman data interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan suatu objek, area maupun fenomena di muka bumi (Badan Informasi Geospasial, 2020).

Penginderaan jauh diperlukan untuk melakukan pengolahan estimasi suhu permukaan lahan. Penggunaan data penginderaan jauh dalam identifikasi suhu permukaan lahan memberikan kemudahan untuk menghasilkan identifikasi dengan wilayah yang luas, biaya relatif murah, dan waktu yang singkat. Salah satu teknologi penginderaan jauh adalah memanfaatkan citra dari satelit Landsat 8. Saluran 10 yang berada pada saluran Thermal Infrared Sensor (TIRS) pada Landsat 8 dapat dimanfaatkan untuk kajian tidak langsung mengenai suhu permukaan lahan

II.5 Citra Landsat 8

Satelit Landsat 8 ini adalah satelit kedelapan dalam program Landsat dan merupakan yang ketujuh yang mencapai orbit dengan berhasil. Citra Landsat 8 OLI/TIRS terdiri dari sembilan band spektral dengan resolusi spasial 30 meter untuk band 1 sampai 7 dan 9. Band 1 ultra blue berguna untuk studi pesisir dan aerosol. Band 9 berguna untuk deteksi awan sirus. Resolusi untuk band 8 (pankromatik) adalah 15 meter. Band termal 10 dan 11 berguna dalam memberikan suhu permukaan yang lebih akurat dan dikumpulkan pada jarak 100 meter. Perkiraan dari ukuran scene adalah 170 km utara-selatan dengan 183 km sebelah timur-barat (106 mil dengan 114 mil) (USGS, 2016). Berikut spesifikasi band pada citra landsat 8 dan resolusinya.

Tabel II.1 Panjang Gelombang serta Resolusi Band.

No	Band	Panjang Gelombang (mm)	Resolusi (m)
1	Sangat Biru	0.43-0.45	30
2	Biru	0,45 – 0,51	30
3	Hijau	0,53 – 0,59	30
4	Merah	0.64-0.67	30
5	Dekat Inframerah (NIR)	0.85-0.88	30
6	Gelombang pendek inframerah (SWIR) 1	1.57-1.65	30
7	Gelombang pendek inframerah (SWIR) 2	2.11-2.29	30
8	Pankromatik	0.50-0.68	15
9	Jeruk	1.36-1.38	30
10	Inframerah termal (TIRS) 1	10.60-11.19	100*(30)
11	Inframerah termal (TIRS) 1	11.50-12.51	100*(30)

(Sumber: USGS, 2016)

II.5.1 Band Thermal Infrared Sensor (TIRS)

Thermal Infrared Sensor (TIRS) pada landsat 8 berisi dua band termal yaitu band 10 dan band 11, yang berfungsi mengukur suhu permukaan lahan pada resolusi 100 meter (produk yang disediakan disampel ulang (resampled) menjadi resolusi 30 meter). Pada band termal, piksel berwarna 6 gelap mewakili suhu dingin dan piksel berwarna terang mewakili suhu panas. Data band termal memberikan informasi penting mengenai penggunaan air irigasi di lahan gersang, serta unit panas di perkotaan (USGS, 2017).

II.6 Parameter Kesesuaian Lahan Tanaman Kakao

Aspek fisik lahan tanaman kakao dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

II.6.1 Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat dapat mempengaruhi terhadap pertumbuhan tanaman kakao. Pengaruh ketinggian tempat yang berbeda tidak terlepas dari adanya perbedaan temperatur dan curah hujan. Hubungan ketinggian tempat dengan curah hujan dan

temperatur yaitu semakin tinggi ketinggian suatu lahan maka semakin rendah temperatur di daerah tersebut serta curah hujan semakin tinggi.

II.6.2 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng (*slope*) merupakan suatu unsur topografi dan faktor erosi. Kemiringan lereng menunjukkan besarnya sudut lereng dalam persen atau derajat. Pada situasi dimana Informasi Geospasial Tematik (IGT) kemiringan lereng tidak tersedia antara lain dapat digunakan sumber data raster dari DEMnas yang diolah menggunakan metode *slope*.

II.6.3 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan adalah *rain guage*. Unsur hujan satu millimeter artinya dalam cakupan satu meter persegi tempat datar tertampung air hujan sebanyak satu liter. Curah hujan memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kakao. Untuk tanaman kakao tumbuh pada curah hujan yang tinggi yaitu 1.500 - 2.500 mm/tahun.

Informasi geospasial tematik (IGT) curah hujan di Indonesia di produksi oleh BMKG. Pada situasi dimana IGT tidak tersedia antara lain dapat digunakan sumber data tabular curah hujan dari BMKG yang diolah dengan metode Poligon Thiessen.

1. Metode Poligon Thiessen

Metode poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Poligon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru. (Triatmodjo, 2008).

Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, pada metode ini stasiun curah hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

II.6.4 Suhu Permukaan Lahan (*Land Surface Temperature*)

Suhu permukaan lahan dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam satuan piksel dengan berbagai tipe permukaan. Besarnya suhu permukaan dipengaruhi oleh panjang gelombang.

Panjang gelombang yang paling sensitif terhadap suhu permukaan adalah inframerah termal. Band termal dari suatu satelit berfungsi untuk mencari suhu permukaan objek di permukaan (Lillesand & Kiefer, 1999).

Informasi geospasial tematik (IGT) suhu permukaan lahan di Indonesia di produksi oleh BMKG. Pada situasi dimana IGT tidak tersedia antara lain dapat digunakan sumber data *Band 10* citra landsat 8 dari USGS yang diolah dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan (LSE). Sebelum dilakukan proses pengolahan citra (*image processing*) dengan metode NDVI dan LSE untuk memperoleh peta suhu terlebih dahulu harus dilakukan koreksi radiometrik dan geometrik.

1. Koreksi Geometrik

Proses pengoreksian geometrik adalah tahapan dalam mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh perputaran sapuan penjelajah dan satelit, pergerakan bumi serta penyebab bumi yang melengkung dan akan mengakibatkan Pergeseran pada posisi citra terhadap koordinat referensi bumi (Sukojo, B.M. dan Kustarto, H., 2002).

2. Koreksi Radiometrik

Kalibrasi Radiometrik merupakan tahapan pengolahan citra satelit yang bertujuan untuk transformasi informasi dalam citra disimpan dalam bentuk penomoran digital (DN) menjadi cahaya (*LTOA*) atau reflektansi (*ρ TOA*) dan dapat ke dalam bentuk suhu kecerahan (Inframerah Termal) (Jaelani, 2013).

3. Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi dihasilkan melalui kombinasi antara band merah dan band radiasi inframerah dekat yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi. Vegetasi pada tanaman hijau meresap gelombang pada cakupan band merah untuk melakukan proses fotosintesis, serta merefleksikan gelombang pada cakupan *infrared* (Jensen, 2000).

4. Emisivitas Permukaan Tanah

Emisivitas permukaan tanah (*land surface emissivity*, LSE) adalah sifat alamiah dari material/objek alami di permukaan bumi. Emisivitas permukaan tanah

adalah faktor yang menghitung skala radiasi pada benda hitam dalam menganalisa radiasi yang dilontarkan dan efisiensi transmisi energi panas yang melintasi pada atmosfer. Untuk mendapatkan nilai pada suhu permukaan lahan, harus diketahui terlebih dahulu angka pada emisivitas pada pengukuran radiasi (Sobrinho, 2008).

II.6.5 Jenis Tanah

Tanah adalah komponen utama tempat tinggalnya. Proses pelapukan tanah dipengaruhi oleh faktor suhu dan curah hujan. Semakin tinggi intensitas suhu dan curah hujan maka akan semakin cepat juga proses pelapukan tanah (Locita Septika 2017). Penggunaan tanah dikelola sesuai dengan karakteristik dan potensinya supaya memperoleh produk tanaman yang optimal dan berkelanjutan. Setiap jenis tanah memiliki tekstur, keendala serta potensi yang berbeda. Tekstur pada tanah merupakan perbandingan relatif dari butir-butir pasir, debu dan liat.

Pengelompokan jenis tanah, tekstur dan karakteristiknya disajikan pada tabel II.2.

II.7 Aspek Fisik

Aspek fisik merupakan suatu aspek geografis yang menganalisis segala fenomena yang mempengaruhi keberlangsungan hidup manusia antara lain tanah, air, iklim, dan cuaca. Pada tanaman kakao aspek fisik yang diperlukan meliputi parameter curah hujan, temperatur, ketinggian, kelerengan serta tekstur tanah pada masing-masing parameter tersebut memiliki kelas kesesuaian (lihat tabel II.2). Untuk mendapatkan kelima parameter tersebut diperlukannya metode pengolahan sistem informasi geografis (SIG) serta metode penginderaan jauh dalam pengolahan citra.

Tabel II.2 Persyaratan tumbuh tanaman kakao

Parameter	S1 (Sangat Sesuai)	S2 (Sesuai)	S3 (Sesuai Marginal)	N (Tidak Sesuai)
Curah Hujan	1500-2500	2500-3000	1250-1500 3000-4000	<1250 >4000
Temperatur	25-28	28-32 20-25	32-35	>35 <20
Ketinggian	0-300	300-450	450-600	>600
Kelerengan	0-8	8-15	15-45	>45

Parameter	S1 (Sangat Sesuai)	S2 (Sesuai)	S3 (Sesuai Marginal)	N (Tidak Sesuai)
Tekstur Tanah	halus, agak halus	sedang	agak kasar	kasar, sangat halus

Sumber: (Modifikasi Peraturan Menteri Pertanian RI No.48, 2014)

II.8 Data Geospasial dan Sistem Informasi Geografis

Data Geospasial merupakan data yang berisikan lokasi geografis, dimensi atau ukuran ataupun karakteristik objek alam dan buatan manusia yang berada di permukaan bumi. Data geospasial dikumpulkan seta digunakan untuk membantu dalam pengambilan keputusan pada lokasi tertentu di permukaan bumi (Undang-Undang RI Nomor 4, 2011).

II.8.1 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi untuk melakukan pengolahan data yang bersifat spasial (bereferensi keruangan). Dalam pengertian lain, SIG merupakan sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan gambar, menyimpan, mengelola, memanipulasi menganalisi serta memvisualisasikan data yang berhubungan dengan posisi dan lokasi di permukaan bumi (Puntodewo, 2003).

Digunakannya SIG sebagai alat bantu dalam proses kesesuaian lahan, karena SIG dapat mengolah dan melakukan analisis terhadap data atribut mengenai karakteristik fisik lahan, yang disajikan dalam bentuk peta tematik.

II.9 Metode Overlay (Tumpang Susun)

Proses spasial *overlay* merupakan suatu metode untuk menempatkan peta diatas peta lain dan memvisualisasikan hasilnya di layar digital berupa gambar. Untuk atribut pada proses *overlay* menghasilkan gabungan atribut dari peta-peta yang digabungkan yang memiliki informasi atribut dari peta gabungan tersebut. Secara singkatnya *overlay* adalah proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda (Fathan, Sukmono & Firda, 2019). Proses untuk melakukan *overlay* dapat menggunakan beberapa cara diantaranya yaitu:

1. *Clip* atau *split* (pemotongan atau pemisahan) bertujuan untuk menghasilkan elemen spasial baru dalam beberapa cara memotong dari elemen spasial lainnya.
2. *Erase, cut* atau *delete* (Hapus atau potong) digunakan untuk menghapus elemen ruang yang tidak perlu ditampilkan. Fungsi ini hanya digunakan untuk menghapus elemen spasial terpilih saja.
3. *Merge, combine* atau *union* (menggabungkan tema) merupakan metode *overlay* dengan cara menggabungkan dua atau lebih elemen data spasial.
4. *Intersect Themes* (tema berpotongan) berfungsi untuk mendapatkan elemen spasial baru dari kedua data yang digabungkan atau untuk menghasilkan lebih banyak elemen spasial.

II.10 Metode *Scoring* dan Pembobotan

Metode *scoring* adalah metode pemberian skor terhadap masing-masing parameter kesesuaian lahan. Skor yang diberikan sesuai dengan kriteria tanaman kakao untuk menentukan tingkat kemampuan lahan tanaman kakao.

Pembobotan adalah nilai yang ditentukan untuk setiap parameter berdasarkan tingkat kepentingan atau pengaruhnya terhadap lahan tersebut, semakin tinggi pengaruh parameter tersebut terhadap lahannya maka nilainya semakin besar. Dalam melakukan metode *scoring* dan pembobotan, ada empat tahap yang perlu dilakukan yaitu (Budidaya et al., 2018):

1. Pembobotan kesesuaian (Bob_{kes})

Scoring untuk setiap kesesuaian suatu parameter. Tujuan dari *scoring* ini adalah untuk membedakan nilai pada tingkat kesesuaian lahan agar bisa diperhitungkan dalam perhitungan akhir klasifikasi. Pembobotan kesesuaian didefinisikan sebagai berikut:

- a. S1 (sangat sesuai) : diberi *scoring* = 80.
- b. S2 (sesuai) : diberi *scoring* = 60
- c. S3 (sesuai marginal) : diberi *scoring* = 40.
- d. N (sangat sesuai) : diberi *scoring* = 1.

2. Pembobotan parameter (Bob_{par})

Pembobotan untuk setiap parameter. Hal ini karena, setiap parameter memiliki peran yang berbeda dalam mendukung kesesuaian lahan untuk budidaya tanaman kakao. Parameter yang paling berpengaruh mempunyai bobot yang lebih besar. Jumlah total dari semua bobot parameter adalah 100.

3. Pembobotan *scoring* (Bob_{score})

Pembobotan *scoring* yang dilakukan untuk menghitung tingkat kesesuaian berdasarkan pembobotan kesesuaian (Bob_{kes}) dan parameter (Bob_{par}).

Untuk parameter 1 sampai n menggunakan persamaan 2.1:

$$Bobscore = \frac{(Bob_{kes}-1 \times Bob_{par}-1 + \dots + (Bob_{kes}-n \times Bob_{par}-n))}{Bob_{par}-1 + Bob_{par}-n} \dots \dots \dots (2.1)$$

4. Kesesuaian *scoring* (Kes_{score})

Kesesuaian *scoring* ditetapkan berdasarkan nilai dari pembobotan (Bob_{score}), dengan penentuan *interval* pada setiap kelas tersebut dengan menggunakan persamaan 2.2:

$$I = \frac{R}{N} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

I = lebar kelas *interval*

R = jarak *interval* (skor tertinggi – skor terendah)

N = jumlah kelas

II.11 Metode *Overlay* (Tumpang Susun)

Dalam SIG untuk melakukan proses spasial *Overlay* ialah menempatkan peta di atas peta lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer berupa gambar. Singkatnya, lapisan *overlay* menghamparkan peta digital pada peta digital lain dan atributnya, dan menghasilkan peta gabungan dari keduanya dengan informasi atribut dari dua peta. *Overlay* adalah proses pengumpulan data dari berbagai lapisan. Secara singkatnya, *overlay* menampalkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda. (Fathan, Sukmono & Firda, 2019). Proses untuk melakukan *overlay* dapat menggunakan beberapa cara diantaranya yaitu:

5. *Clip* atau *split* (pemotongan atau pemisahan) bertujuan untuk menghasilkan elemen spasial baru dalam beberapa cara memotong dari elemen spasial lainnya.
6. *Erase, cut* atau *delete* (Hapus atau potong) digunakan untuk menghapus elemen ruang ini dianggap tidak perlu untuk ditampilkan. Fungsi ini hanya menghapus elemen spasial terpilih.
7. *Merge Themes, combine* atau *Union Themes* (menggabungkan tema) adalah metode *overlay* dengan menggabungkan dua atau lebih elemen data spasial. Kombinasi ini menjadikan beberapa elemen/unsur ruang menjadi satu elemen ruang tanpa mengubah elemen spasial gabungan.
8. *Intersect Themes* (tema berpotongan) digunakan untuk menghasilkan elemen spasial baru dari keduanya atau lebih banyak elemen spasial.