

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lokasi Penelitian di Desa Sumberejo Kecamatan Purwosari

Kecamatan Purwosari terletak di bagian barat daya Kabupaten Pasuruan. Wilayah ini berbatasan dengan Kecamatan Wonorejo di utara, Kecamatan Prigen di timur, Kecamatan Sukorejo di barat, dan Kecamatan Purwodadi di selatan. Secara geografis, kecamatan ini berada pada koordinat  $7^{\circ}30''$ – $8^{\circ}30''$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}30''$ – $113^{\circ}30''$  Bujur Timur. Dari segi topografi, Purwosari merupakan wilayah dataran campuran dengan ketinggian yang bervariasi antara 0 meter hingga lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut, serta memiliki kemiringan lahan sekitar 0–3% yang condong ke arah timur dan utara. Kecamatan ini mengalami dua musim dalam setahun, yaitu musim kemarau dari Mei hingga September dan musim hujan dari Oktober hingga April (BPS Pasuruan, 2023).

Desa Sumberejo, yang berada di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan, termasuk dalam zona agroklimat tropis basah dengan curah hujan tinggi sepanjang tahun. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pasuruan, wilayah ini memiliki rata-rata curah hujan tahunan berkisar antara 2.000 hingga 3.000 mm dengan 8 hingga 10 bulan basah dan suhu udara berkisar antara  $22$ – $28^{\circ}\text{C}$ . Iklim seperti ini termasuk dalam klasifikasi iklim tipe B1 atau B2 menurut klasifikasi Oldeman, yang ditandai dengan dominasi musim hujan dan kelembaban udara yang tinggi (BPS Kabupaten Pasuruan, 2023). kondisi iklim di Desa Sumberejo dapat dikategorikan sebagai faktor penunjang yang sangat baik, terutama untuk komoditas beriklim lembab seperti kapulaga dan kopi yang banyak dibudidayakan secara tumpang-sari di kawasan tersebut.

Luas wilayah Kecamatan Purwosari mencapai  $60,49 \text{ km}^2$ , dengan penggunaan lahan terbesar berupa area persawahan seluas 3.125 hektar. Selain itu, terdapat lahan kering/tanah tegalan seluas 1.371 hektar, area bangunan dan pekarangan sebesar 1.390 hektar, serta penggunaan lain seluas 163 hektar. Dominasi lahan pertanian menunjukkan bahwa mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian. Berdasarkan data *Purwosari dalam Angka 2022*, terdapat tiga jenis sawah di kecamatan ini, yakni 2.088 ha sawah teknis, 226 ha sawah setengah teknis, dan 812 ha sawah sederhana, tanpa adanya sawah tadah hujan.

Sementara itu, Desa Sumberejo adalah salah satu desa di dataran tinggi wilayah Purwosari dengan luas 4,63 km<sup>2</sup>, menjadikannya desa terluas kedua setelah Desa Sekarmojo. Jumlah penduduk desa ini sebanyak 6.028 jiwa, dengan tingkat kepadatan sekitar 1,3% yang tersebar di lima dusun. Berdasarkan data dari *Purwosari dalam Angka 2020*, penggunaan lahan terbesar di Desa Sumberejo adalah persawahan seluas 162 hektar, disusul tanah kering seluas 142 hektar, lahan permukiman dan pekarangan seluas 141 hektar, dan penggunaan lain seluas 18 hektar. Di desa ini terdapat Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) bernama “Sumber Sari Rejo” yang terdiri dari 500 anggota laki-laki dan 46 perempuan yang tergabung dalam enam kelompok tani (BPS Pasuruan, 2023).

Pertanian dan perkebunan merupakan sektor utama yang menunjang perekonomian di Desa Sumberejo. Sebagian besar penduduk desa bekerja sebagai petani, sementara para ibu rumah tangga umumnya turut berkontribusi terhadap ekonomi keluarga melalui aktivitas berdagang. Berdasarkan jenis dan jumlah industrinya, Desa Sumberejo memiliki 2 industri kecil, 7 usaha kerajinan rumah tangga, dan 8 unit industri kain. Di sektor pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan, terdapat 6 unit penggilingan padi, 1 usaha pengolahan hasil tanaman hortikultura, serta 1 unit pengolahan hasil peternakan. Selain itu, tersedia fasilitas perdagangan berupa 30 toko atau warung kelontong, serta 16 kedai makanan dan minuman. Data tersebut tercatat dalam *Purwosari dalam Angka 2020* berdasarkan kondisi tahun 2019 (BPS Pasuruan, 2023).

## **2.2 Lahan**

Lahan merupakan bagian dari permukaan bumi yang mencakup berbagai jenis tanah dengan beragam fungsi, seperti untuk pertanian, pemukiman, pelestarian alam, dan lainnya. Lahan dapat diartikan sebagai wilayah daratan yang memiliki karakteristik tertentu, mencakup unsur atmosfer, tanah, kondisi geologi, bentuk permukaan, sistem air, serta flora dan fauna yang hidup di dalamnya, baik yang bersifat tetap maupun yang mengalami perubahan. Selain itu, lahan juga dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Dengan demikian, lahan memiliki unsur alami dan unsur budaya (Arif *et al.*, 2021).

Lahan yang dianggap sebagai satu kesatuan sistem yang terdiri dari berbagai komponen. Komponen-komponen ini dibedakan menjadi dua yaitu karakteristik

lahan dan sifat lahan yang dapat diukur atau diduga, sedangkan kualitas lahan adalah sifat kompleks lahan yang berbeda dengan kualitas lahan lainnya didalam hal ini mempengaruhi kesesuaian lahan untuk jenis penggunaannya spesifik (Setyaningsih *et al.*, 2023).

Menurut FAO (1976) dalam Djaenuddin *et al.*, 2011 lahan merupakan bagian dari bentang alam (landscape) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi/relief, hidrologi, dan bahkan keadaan alami (Natural Vegetation) yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Lahan dalam pengertian yang lebih luas termasuk yang telah dipengaruhi berbagai aktivitas flora, fauna, dan manusia baik dimasa lalu maupun masa sekarang. Sebagai contoh aktivitas dalam penggunaan lahan pertanian reklamasi lahan area dan pasang surut atau tindakan konservasi tanah akan memberikan karakteristik lahan yang spesifik. Lahan dalam pengertian yang lebih luas merupakan bentang alam (landscape) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, relief/topografi, hidrologi dan bahkan vegetasi alami yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan (Djaenuddin *et al.*, 2003).

Tipe penggunaan lahan secara umum meliputi pemukiman, kawasan budidaya pertanian, padang penggembalaan, kawasan rekreasi dan lainnya. Badan Pertanahan Nasional mengelompokkan jenis penggunaan lahan sebagai berikut : (1) pemukiman, berupa kombinasi antara jalan, bangunan, tegalan/pekarangan, dan bangunan itu sendiri (kampung dan emplasemen); (2) kebun, meliputi kebun campuran dan kebun sayuran merupakan daerah yang ditumbuhi vegetasi tahunan satu jenis maupun campuran, baik dengan pola acak maupun teratur sebagai pembatas tegalan; (3) tegalan merupakan daerah yang ditanami umumnya tanaman semusim, namun pada sebagian lahan tak ditanami dimana vegetasi yang umum dijumpai adalah padi gogo, singkong, jagung, kentang, kedelai dan kacang tanah; (4) sawah merupakan daerah pertanian yang ditanami padi sebagai tanaman utama dengan rotasi tertentu yang biasanya diiri sejak penanaman hingga beberapa hari sebelum panen; (5) hutan merupakan wilayah yang ditutupi oleh vegetasi pepohonan, baik alami maupun dikelola manusia dengan tajuk yang rimbun, besar serta lebat; (6) lahan terbuka, merupakan daerah yang tidak terdapat vegetasi

maupun penggunaan lain akibat aktivitas manusia; (7) semak belukar adalah daerah yang ditutupi oleh pohon baik alami maupun yang dikelola dengan tajuk yang relatif kurang rimbun (Widyaningsih, 2008).

### **2.3 Kesesuaian Lahan**

Kesesuaian lahan adalah proses evaluasi terhadap suatu wilayah tanah untuk menentukan kondisi serta potensi penggunaannya secara tepat, efisien, dan berkelanjutan. Kesesuaian ini menunjukkan seberapa cocok suatu lahan digunakan untuk tujuan tertentu (Ritung et al., 2007). Kesesuaian lahan aktual merujuk pada tingkat kesesuaian lahan berdasarkan kondisi nyata di lapangan, yang dinilai dari berbagai faktor seperti sifat biofisik tanah atau sumber daya alam, tanpa adanya intervensi atau perbaikan. Nilai ini mencerminkan kondisi lahan sebelum dilakukan tindakan untuk mengatasi kendala yang ada (Ritung et al., 2007). Sementara itu, kesesuaian lahan potensial menggambarkan tingkat kecocokan lahan yang dapat dicapai apabila dilakukan upaya perbaikan tertentu. Nilai ini menunjukkan kemungkinan pemanfaatan lahan secara optimal setelah intervensi atau pengelolaan yang tepat (Ritung et al., 2007).

### **2.4 Klasifikasi Kesesuaian Lahan**

Penilaian kesesuaian lahan mengikuti pedoman klasifikasi yang ditetapkan oleh Food and Agriculture Organization (FAO). Sistem klasifikasinya dibagi menjadi beberapa tingkat, yaitu Ordo, Kelas, Subkelas, dan Unit (FAO, 1976). Dalam proses evaluasi lahan, terdapat beberapa pendekatan yang bisa digunakan, seperti metode perkalian parameter, penjumlahan parameter, dan pencocokan (matching) antara kualitas serta karakteristik lahan dengan kebutuhan tumbuh tanaman (Ritung et al., 2007). Kriteria kesesuaian lahan juga dapat disesuaikan berdasarkan kondisi lokal atau referensi lainnya.

Kelas kesesuaian lahan dapat dibedakan atas subkelas kesesuaian lahan berdasarkan kualitas dan karakteristik lahan yang menjadi faktor pembatas terberat. Dengan diketahuinya faktor pembatas. Kelas kesesuaian lahan disimbolkan dengan kelas Sesuai (*SuiTabel* = S1, S2, S3,) dan tidak sesuai (*not suiTabel* =N) untuk menunjukkan tingkat kesesuaiannya (Nganji et al., 2018):

a. Kelas S1 (sangat sesuai)

Kelas S1 merupakan lahan yang tidak mempunyai faktor pembatas yang berarti atau nyata terhadap penggunaan secara berkelanjutan, atau faktor pembatas bersifat minor dan tidak akan menurunkan produktivitas lahan secara nyata sehingga produktivitas mampu mencapai rentang 100-80% dari potensinya.

b. Kelas S2 (cukup sesuai)

Kelas S2 merupakan lahan pada kelas S2 ini mempunyai faktor pembatas dan faktor pembatas ini akan berpengaruh terhadap produktivitasnya. Memerlukan tambahan masukan (input) yang tidak terlalu besar sehingga faktor pembatas tersebut biasanya dapat diatasi sendiri oleh petani. Umumnya pada kelas kesesuaian lahan S2 produktivitas hanya mencapai hasil 80-60% dari potensinya

c. Kelas S3 (sesuai marginal)

Kelas S3 merupakan lahan pada kelas S3 ini mempunyai faktor pembatas yang berat dan faktor pembatas akan berpengaruh terhadap produktivitasnya guna untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus dilakukan. Faktor-faktor yang berat ini membuat produktivitas tanaman hanya berkisar pada rentangan 60-40% dari potensinya Memerlukan tambahan masukan (input) yang lebih banyak dari lahan yang tergolong kelas S2, untuk mengatasi faktor pembatas pada lahan kelas S3 ini memerlukan modal tinggi.

d. Kelas N (tidak sesuai)

Kelas N merupakan lahan pada kelas ini tidak sesuai untuk penggunaan tertentu karena memiliki faktor pembatas yang sangat berat dan/atau sangat sulit diatasi. Membiarkan lahan dalam kondisi alaminya merupakan cara terbaik mengatasi kemungkinan terjadinya degradasi lahan pada kelas N ini. Lahan dengan kelas N memiliki produktivitas tanaman hanya maksimal 40% dari potensinya.

#### **2.4.1 Cara Penentuan Klasifikasi tanah**

Penentuan klasifikasi tanah dilakukan melalui tahapan observasi lapangan dan analisis laboratorium yang mencakup sifat fisik, kimia, dan morfologi tanah. Secara umum, klasifikasi tanah mengacu pada sistem taksonomi seperti USDA Soil

Taxonomy dan World Reference Base for Soil Resources (WRB) dari FAO. Dalam praktiknya, klasifikasi dimulai dengan deskripsi profil tanah di lapangan, mencakup warna, struktur, konsistensi, kedalaman, dan keberadaan horizon diagnostik. Selanjutnya, sampel tanah dari setiap horizon diambil untuk dianalisis di laboratorium guna mengetahui sifat kimia seperti pH, kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa, serta kandungan unsur hara seperti Ca, Mg, K, dan Na (Ritung *et al.*, 2011; Soil Survey Staff, 2014).

Klasifikasi tekstur tanah ditentukan berdasarkan analisis fraksi pasir, debu, dan liat menggunakan metode hidrometer atau pipet. Hasilnya kemudian dipetakan dalam segitiga tekstur USDA untuk mendapatkan jenis tekstur seperti lempung, lempung berpasir, atau liat. Selain itu, parameter fisik lain seperti kedalaman efektif tanah diukur dari permukaan hingga lapisan penghambat akar, sementara kemiringan lereng diukur menggunakan klinometer atau perangkat GPS. Drainase tanah dinilai berdasarkan kondisi genangan, warna lapisan tanah, dan permeabilitas air secara alami. Seluruh informasi tersebut digunakan untuk menentukan kelas tanah dan kesesuaiannya terhadap komoditas tertentu seperti kapulaga, baik secara taksonomi maupun fungsional untuk pertanian berkelanjutan (FAO, 2006).

## **2.5 Biofisik Lahan**

### **2.5.1 Iklim**

Kondisi iklim tersebut sangat memengaruhi karakteristik pertumbuhan tanaman, baik dari aspek fisiologis maupun produksi hasil. Suhu dan kelembaban yang relatif stabil mendukung aktivitas mikroorganisme tanah serta mempercepat dekomposisi bahan organik, sehingga kesuburan tanah relatif terjaga. Selain itu, tingginya curah hujan mendukung suplai air tanah secara alami, meskipun di sisi lain juga menuntut sistem drainase yang baik agar tidak terjadi genangan atau erosi pada lahan miring. Dalam konteks evaluasi kesesuaian lahan, kondisi iklim di Desa Sumberejo dapat dikategorikan sebagai faktor penunjang yang sangat baik, terutama untuk komoditas beriklim lembab seperti kapulaga dan kopi yang banyak dibudidayakan secara tumpangsari di kawasan tersebut.

Desa Sumberejo, yang terletak di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan, berada pada zona agroklimat tipe B menurut klasifikasi Oldeman, yaitu wilayah dengan dua hingga tiga bulan kering dan lebih dari tujuh bulan basah dalam

satu tahun (BPS Pasuruan, 2023). Kondisi ini mencerminkan curah hujan tahunan yang relatif tinggi, berkisar antara 2.000–3.000 mm per tahun, yang ideal untuk tanaman beriklim lembab seperti kapulaga (*Elettaria cardamomum*). Suhu udara harian di wilayah ini berkisar antara 22–28°C, dengan kelembaban relatif tinggi (>70%) akibat letak geografisnya di lereng pegunungan Tengger–Arjuno.

### **2.5.2 Ketersediaan Air**

Ketersediaan air dalam tanah merupakan salah satu faktor kunci yang menentukan keberhasilan dalam budidaya tanaman. Air tanah tersedia bagi tanaman dalam bentuk air kapiler yang tersimpan di antara pori-pori tanah dan dapat diserap oleh akar. Ketersediaan air ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik, kedalaman tanah, dan drainase (Hillel, 2004). Tanah dengan tekstur lempung berpasir atau lempung memiliki kapasitas yang baik dalam menyimpan dan melepaskan air secara perlahan, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman lebih optimal dibandingkan tanah bertekstur pasir kasar yang memiliki kapasitas menyimpan air rendah (Brady *et al.*, 2008).

Dalam evaluasi kesesuaian lahan, ketersediaan air tanah (available water) dikategorikan sebagai faktor pembatas fisik yang sangat penting. Jika tanah memiliki kapasitas menahan air yang rendah, maka dapat menyebabkan stres air pada tanaman terutama pada musim kering, sehingga menurunkan hasil dan efisiensi produksi. Oleh karena itu, dalam klasifikasi kesesuaian lahan, faktor ketersediaan air menjadi salah satu parameter utama yang harus diperhatikan (Ritung *et al.*, 2011). Untuk tanaman tahunan seperti kapulaga yang memerlukan kelembaban tanah stabil, tanah dengan kandungan bahan organik tinggi dan struktur remah umumnya mampu menyediakan air lebih baik secara berkelanjutan.

Ketersediaan air tanah juga berkaitan erat dengan praktik pengelolaan lahan. Penerapan mulsa, penanaman penutup tanah, serta pengelolaan irigasi dan drainase yang tepat dapat meningkatkan efisiensi ketersediaan air dalam tanah. Selain itu, konservasi tanah dan air menjadi strategi penting dalam menjaga keseimbangan hidrologi tanah di daerah beriklim tropis dengan curah hujan tinggi maupun fluktuatif (Arsyad, 2010). Oleh karena itu, penilaian terhadap kapasitas tanah dalam menyediakan air mutlak diperlukan dalam proses evaluasi dan perencanaan penggunaan lahan secara berkelanjutan.

### 2.5.3 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng adalah besarnya kemiringan permukaan lahan terhadap bidang datar (horizontal), yang dinyatakan dalam persentase (%) atau derajat ( $^{\circ}$ ). Kemiringan lereng sangat penting dalam berbagai bidang, seperti perencanaan ruang, pertanian, dan penanganan bencana alam. Peta kemiringan lereng membantu dalam menentukan penggunaan lahan yang sesuai, mendeteksi potensi longsor atau erosi, serta merencanakan infrastruktur. Klasifikasi lereng menurut SNI (2002) berikut adalah

**Tabel 2.1** Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kemiringan (%)	Kelas lereng	Keterangan
0 – 3 %	Datar	Hampir tidak ada kemiringan
> 3 – 8 %	Landai	Erosi rendah, mudah diolah
> 8 – 15 %	Agak curam	Perlu konservasi ringan
> 15 – 25 %	Curam	Rawan erosi, perlu konservasi serius
> 25 – 40 %	Sangat curam	Risiko erosi tinggi, sulit diolah
> 40 %	Terjal	Tidak sesuai untuk budidaya pertanian

### 2.5.4 Drainase

Drainase tanah dapat diamati dengan melihat kenampakan profil tanah dan keadaan lahan dilapangan berdasarkan kriteria pengamatan drainase tanah yang dikemukakan oleh Kusumawati *et al.*, (2023), yaitu:

- a. Drainase cepat terjadi pada tanah yang memiliki warna seragam tanpa adanya bercak atau noda besi dan aluminium, tidak menunjukkan warna grey, terletak di daerah dengan kemiringan curam, dan memiliki tekstur tanah agak kasar.
- b. Drainase agak cepat terdapat pada tanah dengan warna yang seragam tanpa adanya noda atau bercak besi dan aluminium, serta tidak menunjukkan warna gley, terletak di lereng cukup curam dan memiliki tekstur kasar.
- c. Drainase baik ditemukan pada tanah yang berwarna homogen tanpa noda atau karatan besi dan aluminium, bebas dari warna gley hingga kedalaman 100 cm, berada di lahan dengan kemiringan landai, dan memiliki tekstur sedang hingga kasar.

- d. Drainase agak baik terdapat pada tanah yang seragam warnanya, tanpa noda atau karatan besi dan aluminium, serta tidak menunjukkan warna gley hingga kedalaman lebih dari 50 cm. Tanah ini berada pada lereng agak landai dan memiliki tekstur sedang.
- e. Drainase agak terhambat terjadi jika tanah berwarna seragam tanpa noda besi dan aluminium serta tidak menunjukkan warna gley hingga kedalaman lebih dari 25 cm.
- f. Drainase terhambat terdapat pada tanah yang menunjukkan warna gley serta terdapat noda atau karatan besi dan aluminium pada lapisan atas, berada di lahan datar, dan memiliki tekstur halus.
- g. Drainase sangat terhambat terjadi pada tanah dengan warna gley permanen di lapisan permukaan, terletak pada lahan yang datar hingga cekung, serta memiliki tekstur sangat halus.

Berdasarkan Soil survey staff (2014) drainase tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan tabel berikut :

**Tabel 2.2** Klasifikasi drainase tanah berdasarkan kecepatan infiltrasi

Kelas drainase	Kecepatan infiltrasi (mm/jam)	deskripsi	Contoh tekstur tanah
Sangat cepat	>125	Air sangat cepat masuk, mudah hilang	Pasir kasar
Cepat	50 – 125	Air cepat masuk, jarang genangan	Pasir berlempung
Agak cepat	20 – 50	Air cukup cepat meresap	Lempung berpasir
Sedang	10 – 20	Infiltrasi moderat, cocok untuk tanam	Lempung
Lambat	2 – 10	Air masuk perlahan, berisiko jenuh	Lempung liat
Sangat lambat	< 2	Air sulit meresap, sering genangan	Liat berat

### 2.5.5 Kedalaman Tanah

Kedalaman tanah mengacu pada jarak vertikal dari permukaan tanah ke batuan dasar atau lapisan keras lainnya. Dalam konteks pertanian, kedalaman tanah sangat penting karena menentukan kemampuan akar tanaman untuk menembus dan mencari nutrisi dan air. Kedalaman tanah yang memadai (di atas 90 cm) memungkinkan pertumbuhan tanaman yang optimal, sementara kedalaman yang dangkal (kurang dari 30 cm) dapat membatasi pertumbuhan akar dan hasil panen. Kedalaman efektif tanah menurut Setiawan *et al.*, (2020) diklasifikasikan sebagai berikut:

**Tabel 2.3** Klasifikasi kedalaman efektif tanah

Kedalaman tanah (cm)	Kelas kedalaman	Keterangan
> 100	Sangat dalam	Mendukung pertumbuhan akar optimal, cadangan air dan hara tinggi
75 – 100	Dalam	Cukup untuk pertumbuhan akar tetapi mulai terbatas untuk tanaman tahunan
50 – 75	Sedang	Terbatas untuk akar dalam, perlu pengolahan khusus
25 – 50	Dangkal	Akar sangat terbatas, mudah kering,
< 25	Sangat dangkal	Tidak sesuai, akar sangat terbatas, erosi mudah terjadi

### 2.5.6 Bahan Kasar

Bahan kasar dapat berada di dalam lapisan tanah atau di atas permukaan tanah. Kerikil merupakan bahan kasar yang berdiameter > 2 mm – 7,5 cm (jika berbentuk bulat) atau sampai 15 cm sumbu Panjang (jika berbentuk pipih). Sedangkan batuan merupakan bahan kasar atau batu berdiameter 7,5 cm – 25 cm jika berbentuk bulat, atau sumbu panjangnya berukuran 15 - 40 cm jika berbentuk pipih. Persebaran kerikil dan batuan diperoleh dari pengamatan lapangan dengan mengambil sampel satuan luas tertentu. Penetapan % bahan kasar dilakukan sama dengan penelitian Mahfut, T., dkk (2015)., yaitu dengan menimbang 1000gram sampel tanah dan diayak menggunakan ayakan 2mm. Partikel tanah yang tidak

lolos ayak 2 mm adalah bahan kasar tanah. Jumlah kerikil dan batuan di dalam lapisan 20 cm atau di permukaan tanah. Bahan kasar dapat diklasifikasikan dalam bentuk sebagai berikut (Ritung *et al.*, 2011) :

**Tabel 2.4** klasifikasi bahan kasar tanah

Kandungan bahan kasar (%)	Kriteria	Keterangan
0 – 15 %	Rendah	Mudah diolah, tidak menghambat akar
15 – 35 %	Sedang	Sedikit mengganggu akar dan pengolahan tanah
35 – 55 %	Tinggi	Menghambat akar dan kapasitas air
> 55 %	Sangat tinggi	Sulit diolah, akar terbatas berkembang

### 2.5.7 KTK

Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan salah satu sifat kimia tanah yang sangat penting dalam menentukan tingkat kesuburan tanah. KTK menggambarkan kemampuan tanah dalam menahan dan menyediakan kation-kation hara seperti kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), dan natrium ( $\text{Na}^+$ ) yang diperlukan oleh tanaman. Semakin tinggi nilai KTK suatu tanah, maka semakin besar kemampuannya dalam menyerap dan mempertahankan unsur hara terhadap pencucian, serta semakin baik pula ketersediaan hara bagi tanaman (Hidayat, 2012).

Nilai KTK dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kandungan liat, bahan organik, dan jenis mineral liat dalam tanah. Tanah dengan tekstur halus (berliat) dan kandungan bahan organik tinggi umumnya memiliki KTK yang lebih tinggi dibandingkan tanah berpasir. KTK juga berkaitan erat dengan tingkat kejenuhan basa, di mana tanah dengan kejenuhan basa tinggi dan KTK tinggi biasanya memiliki pH tanah yang netral hingga agak masam dan cocok untuk pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 2007). Dalam evaluasi kesesuaian lahan, KTK digunakan sebagai indikator ketersediaan hara jangka panjang dan sering kali menjadi salah satu parameter dalam menentukan kelas kesesuaian lahan untuk tanaman tahunan seperti kapulaga.

### 2.5.8 pH

Reaksi tanah menunjukkan reaksi masam dan basa di dalam tanah yang dapat mempengaruhi proses di dalam tanah, seperti laju dekomposisi bahan organik, mineral, pembentukan mineral lempung dan secara tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang meliputi ketersediaan unsur hara. Menurut Hardjowigeno (2007), dengan pernyataannya Suatu tanah dapat bereaksi asam atau alkalis tergantung pada konsentrasi ion H dan OH. Reaksi asam terbentuk jika ion H lebih besar dibandingkan ion OH dan sebaliknya. Reaksi tanah dikenal dengan dua jenis pH yaitu pH aktual dan pH potensial. pH aktual adalah konsentrasi H<sup>+</sup> yang terukur dan cenderung bebas dalam larutan tanah (PermenLH No. 7, 2006). Sedangkan pH potensial menunjukkan banyaknya ion H<sup>+</sup> baik yang terjerap oleh kompleks koloid tanah maupun yang bebas di dalam larutan tanah. Nilai pH aktual di ukur dengan larutan H<sub>2</sub>O, sedangkan pH potensial dengan larutan KCl. Nilai pH tanah dipengaruhi oleh kejenuhan basa tanah, koloid tanah dan macam kation yang terjerap (Rajiman, 2010).

### 2.5.9 C – Organik

Karbon organik tanah (C-organik) merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kesuburan tanah secara kimia maupun biologis. C-organik adalah bagian dari bahan organik tanah yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, dan mikroorganisme yang telah mengalami dekomposisi. Keberadaan C-organik berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan air dan unsur hara, serta menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah yang mendukung proses mineralisasi dan pelapukan (Hidayat, 2012).

Tanah dengan kandungan C-organik tinggi umumnya memiliki struktur yang lebih stabil, aerasi yang baik, dan kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi, sehingga lebih mendukung pertumbuhan akar dan serapan hara tanaman. Sebaliknya, tanah dengan kandungan C-organik rendah cenderung kurang subur, mudah mengalami pemadatan, dan rentan terhadap degradasi. Kandungan C-organik tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti iklim, tekstur tanah, penggunaan lahan, dan praktik pengelolaan tanah. Dalam evaluasi kesesuaian lahan, C-organik menjadi salah satu parameter penting karena mencerminkan

potensi kesuburan tanah secara alami dan keberlanjutan produktivitas lahan (Brady *et al.*, 2008).

### **2.5.10 Kejenuhan Basa**

Kejenuhan basa (KB) merupakan salah satu parameter kimia tanah yang menggambarkan proporsi kation-kation basa ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , dan  $\text{Na}^+$ ) yang menempati tempat pertukaran kation pada partikel tanah dibandingkan dengan kapasitas tukar kation (KTK) total. Nilai kejenuhan basa dihitung dalam persentase, dan semakin tinggi nilainya, maka semakin besar pula kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara esensial bagi tanaman. Tanah dengan kejenuhan basa lebih dari 50% umumnya tergolong subur, karena dominasi kation basa mengurangi potensi keasaman tanah yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 2007).

Faktor-faktor yang memengaruhi nilai kejenuhan basa antara lain jenis mineral liat, kandungan bahan organik, curah hujan, dan tingkat pencucian hara. Pada daerah dengan curah hujan tinggi, kejenuhan basa cenderung rendah akibat pelindian kation-kation basa dari profil tanah. Sebaliknya, tanah di daerah dengan drainase baik dan pengelolaan organik yang tepat biasanya menunjukkan kejenuhan basa yang tinggi. Dalam evaluasi kesesuaian lahan, kejenuhan basa digunakan sebagai indikator tingkat kesuburan tanah dan daya dukungnya terhadap pertumbuhan tanaman tahunan seperti kapulaga. Tanah dengan kejenuhan basa tinggi menunjukkan bahwa unsur hara makro tersedia dalam jumlah cukup dan risiko toksisitas  $\text{Al}^{3+}$  rendah (Ritung *et al.*, 2011).

## **2.6 Karakteristik Tanah**

Karakteristik kimia tanah mencakup pH, kandungan karbon organik (C-organik), kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa, serta kandungan unsur hara makro dan mikro. pH tanah memengaruhi kelarutan unsur hara dan aktivitas mikroorganisme, sedangkan C-organik berperan dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas simpan hara. Nilai KTK menunjukkan kemampuan tanah menahan dan menukar kation hara esensial, dan kejenuhan basa menggambarkan dominasi kation basa dalam kompleks tukar kation, yang sangat berpengaruh terhadap kesuburan tanah (Brady *et al.*, 2008). Karakteristik ini juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti iklim, topografi, dan penggunaan lahan.

Oleh karena itu, pemahaman menyeluruh terhadap karakteristik tanah sangat penting dalam pengelolaan lahan pertanian yang berkelanjutan, termasuk dalam evaluasi kesesuaian lahan untuk komoditas seperti kapulaga.

Tekstur tanah adalah karakteristik fisik tanah yang mengacu pada ukuran, bentuk, dan susunan partikel-partikel tanah, yaitu pasir, debu, dan liat. Dengan kata lain, tekstur tanah menentukan bagaimana tanah terasa, apakah kasar, halus, atau sedang. Tekstur tanah sangat penting karena memengaruhi sifat fisik lainnya seperti permeabilitas, kemampuan menahan air, aerasi, dan kapasitas tukar kation, yang semuanya berpengaruh terhadap kesuburan tanah. Berikut klasifikasi tekstur tanah menurut Arsyad (2010) yang digunakan dalam penelitian ini:

**Tabel 2.5** Klasifikasi tekstur tanah

Tekstur	Ciri umum
pasir	Kandungan pasir > 85%, drainase cepat, miskin hara, tidak menahan air
Lempung berpasir ( <i>sandy loam</i> )	Lebih 70 % pasir, cukup poros, aerasi baik, daya ikat air rendah
Lempung berdebu ( <i>silty loam</i> )	Debu dominan (>50%), halus, menahan air dan hara, mudah pada saat basah
Lempung ( <i>loam</i> )	Campuran seimbang pasir, debu, dan liat, tekstur ideal untuk pertanian
Lempung liat berpasir ( <i>sandy clay loam</i> )	Lebih banyak liat dan pasir, agak padat, drainase moderat
Lempung liat ( <i>clay loam</i> )	Dominasi liat dan debu, daya ikat air tinggi, drainase lambat
Lempung liat berdebu ( <i>silty clay loam</i> )	Dominan liat dan debu, subur tapi mudah padat
Liat berpasir ( <i>sandy clay</i> )	Liat dominan dengan pasir cukup tinggi, sangat padat, sulit diolah
Liat berdebu ( <i>silty clay</i> )	Kombinasi tinggi liat dan debu, sangat lekat, drainase lambat
Liat ( <i>clay</i> )	Liat > 40 %, sangat lengket, daya ikat air dan hara tinggi, drainase buruk

## 2.7 Matching lahan

Matching lahan atau pencocokan lahan merupakan proses penting dalam evaluasi kesesuaian lahan, yaitu kegiatan membandingkan antara karakteristik lahan aktual dengan persyaratan tumbuh suatu tanaman tertentu. Tujuannya adalah untuk mengetahui sejauh mana suatu lahan dapat mendukung pertumbuhan optimal tanaman yang direncanakan. Proses matching ini dilakukan dengan cara mencocokkan nilai parameter lahan seperti iklim, kemiringan, kedalaman tanah, tekstur, pH, kandungan unsur hara, dan sifat drainase dengan kriteria atau kebutuhan tumbuh tanaman yang telah ditentukan (Ritung et al., 2011).

Dalam evaluasi kesesuaian lahan, metode matching umumnya menggunakan pendekatan sistematis dengan menyusun parameter-parameter lahan ke dalam skoring atau batas klasifikasi tertentu. Berdasarkan hasil pencocokan, lahan diklasifikasikan ke dalam empat kelas kesesuaian, yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai (N), baik secara aktual maupun potensial (FAO, 1976). Matching aktual menggambarkan kondisi lahan saat ini, sedangkan matching potensial menunjukkan kesesuaian lahan setelah dilakukan perbaikan atau pengelolaan tertentu, misalnya pengapuran untuk menaikkan pH atau penambahan bahan organik untuk memperbaiki kesuburan tanah. Proses ini sangat penting dalam perencanaan tata guna lahan dan pengembangan pertanian berkelanjutan, termasuk dalam menentukan lokasi yang optimal untuk budidaya tanaman bernilai ekonomi seperti kapulaga.

Proses matching lahan tidak hanya bermanfaat untuk menentukan kelayakan budidaya, tetapi juga menjadi dasar dalam menyusun rekomendasi pengelolaan lahan secara spesifik lokasi. Misalnya, apabila suatu lahan tergolong sesuai marginal (S3) karena nilai pH tanah yang rendah, maka tindakan perbaikannya adalah melalui pengapuran untuk mencapai kondisi potensial yang lebih baik (S1 atau S2). Hal ini menunjukkan bahwa matching lahan tidak bersifat statis, melainkan dapat ditingkatkan melalui intervensi agronomis yang tepat. Selain itu, metode ini juga mendukung prinsip pertanian presisi (*precision agriculture*), di mana setiap jenis tanaman hanya dibudidayakan pada lahan yang benar-benar cocok, sehingga efisiensi produksi dan kelestarian lingkungan dapat tercapai secara bersamaan (Widiatmaka et al., 2016).

## 2.8 Syarat Tumbuh Tanaman Kapulaga

Kapulaga (*Elettaria cardamomum*) adalah tanaman rempah bernilai tinggi yang telah lama digunakan sebagai bumbu dapur, bahan obat tradisional, dan penyedap minuman herbal. Tanaman ini dikenal dengan aroma khasnya yang kuat dan menyegarkan, serta memiliki nilai ekonomi tinggi di pasar domestik maupun ekspor. Kapulaga termasuk ke dalam famili *Zingiberaceae* (jahe-jahean) dan tumbuh baik di daerah tropis dengan kondisi lingkungan yang lembap dan teduh. Karena potensi pasarnya yang menjanjikan dan permintaan yang terus meningkat, budidaya kapulaga kini semakin banyak dilirik oleh petani, terutama di kawasan dataran tinggi yang memiliki kesesuaian iklim dan tanah (Batubara *et al.*, 2020). Tidak semua wilayah lahan dapat mampu digunakan untuk berbudidaya kapulaga ada beberapa persyaratan yang perlu diperhatikan untuk menentukan bahwa daerah tersebut mampu digunakan untuk berbudidaya kapulaga.

### 2.8.1 Iklim dan Ketinggian

Kapulaga (*Elettaria cardamomum*) tumbuh optimal di iklim tropis dengan curah hujan tahunan 2.500–4.000 mm, kelembaban udara 40–75 %, dan suhu harian rata-rata di kisaran 20–30 °C dengan masa musim hujan sekitar 8 bulan dengan 136 hari hujan per tahun , membantu fase pembungaan dan pembentukan polong, Kelembaban tinggi menjaga agar rimpang tidak kering, sementara suhu tidak ekstrim memastikan pertumbuhan daun dan bunga berlangsung optimal (Rasantika *et al.*, 2013)

Dari segi elevasi, daerah ideal berada di 300–800 m dpl, dengan toleransi dari 200 hingga 1.000 m dpl tergantung varietas—contoh, kapulaga Guatemala tumbuh baik hingga 1.200 m dpl, tetapi di Indonesia umumnya 300–500 m dpl lebih disukai Varietas lokal dapat tumbuh di 100–700 m dpl, dengan idealnya 300–500 m untuk produksi maksimal (Handayanto, 2017). Ketinggian ini secara alami menjaga suhu di kisaran ideal dan mengurangi risiko kelembapan berlebihan atau gangguan hama penyakit.

### 2.8.2 Tanah

Tanah untuk kapulaga harus gembur, berporositas tinggi, dan kaya bahan organik, idealnya tekstur liat berpasir, lempung berpasir, atau lempung berliat, sering disebut latosol/podsolik/andosol (Falah, 2008). pH optimal tanah berkisar antara 5,0–6,8, dengan rentang yang direkomendasikan 5,5–6,8; dalam kondisi ekstrem dapat dikelola meski pH mendekati 7 lebih aman. Keasaman ini menjaga nutrisi tetap tersedia dan mencegah penurunan aktivitas mikroba baik.

Penambahan pupuk organik (kompos/pupuk kandang dan mulsa) sangat disarankan untuk meningkatkan struktur tanah dan mempertahankan bahan organik, sekaligus mendorong KTK dan aerasi. Jika pH terlalu rendah ( $< 5,5$ ), pengapuran (dolomit/kapur) bisa dilakukan untuk menaikkan pH secara bertahap dan stabil. Lahan yang sebelumnya ditanami rimpang harus diberi jeda dan pengolahan untuk mencegah penyakit tular di tanah sebelum kembali menanam kapulaga. Topografi ideal adalah lahan rata hingga miring ringan ( $< 15\%–30\%$ ), karena kontur tersebut memungkinkan air hujan cepat meresap dan mengalir secara alami. Jika lebih curam, penerapan terasering atau konservasi tanah wajib guna mencegah erosi dan menjaga drainase (Mulyana, 2015).

### 2.9 Potensi Budidaya Tanaman Kapulaga

Tanaman kapulaga (*Elettaria cardamomum*) merupakan salah satu komoditas yang diminati petani karena tanaman ini dibutuhkan oleh masyarakat namun mempunyai suplai yang masih relatif kecil (Keyan, 2011). Potensi yang begitu besar karena keragaman jenis dan khasiat dari tanaman obat yang ada di kawasan hutan Indonesia membuka peluang dan memberi kontribusi nyata bagi pembangunan dan pengembangan teknologi. Menurut Suhartini *et al.*, (2021) salah satu tanaman obat yang dibutuhkan oleh masyarakat namun mempunyai suplai yang masih relatif kecil adalah kapulaga (*Elettaria cardamomum*)

Biofarmaka (tanaman obat) didefinisikan sebagai sumber daya alam (*bioresources*) yang mempunyai manfaat obat, makanan fungsional dan suplemen diet (obat dan *nutraceuticals*) untuk manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungannya. Berdasarkan hasil kajian yang pernah dilakukan sampai tahun 2000, ditemukan sebanyak 1.845 jenis tumbuhan biofarmaka yang tersebar di

berbagai formasi hutan Indonesia dan ekosistem alam lainnya (Pusat Studi Biofarmaka (Aninditha *et al.*, 2021). Potensi ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu pusat tanaman obat (biofarmaka) didunia.

Buah dan biji kapulaga merupakan bagian yang paling banyak diteliti karena mengandung beragam senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan seperti minyak atsiri (jenis sineol,  $\alpha$  dan  $\beta$  pinen, borneol, terpen, terpineol, kamfer dan limonen), kalsium oksalat, silisum, protein, lemak, dan gula (Suratman *et al.*, 1997). Secara ilmiah, minyak atsiri yang terkandung di dalam buah dan biji kapulaga terbukti memiliki beragam manfaat farmasetika seperti antimikroba (antibakteri dan anticendawan patogen) dan potensial sebagai antiasma serta antioksidan (Silalahi, 2017). Selain itu, bagian daun dan rimpang kapulaga dilaporkan mengandung vitamin C dan flavonoid yang tinggi, dimana terbukti ekstrak daun tersebut potensial sebagai antidiabetes dengan mampu menurunkan kadar gula darah dan mempertahankan berat badan pada uji di tikus diabetes (Winarsi *et al.*, 2013).

## **2.10 Hipotesis**

1. Potensi Budidaya tanaman kapulaga yang terdapat di desa Sumberejo tergolong tinggi
2. Nilai kesesuaian lahan di desa Sumberejo diduga sesuai untuk budidaya tanaman kapulaga

**Tabel 2.6** Persyaratan karakteristik penggunaan lahan tanaman kapulaga

Karakteristik Lahan	Kelas kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
<b>Temperatur (tc)</b>				
Temperatur rerata (°C) harian	22 - 28	28 – 34 18-22	34 – 40 15 - 18	>40 >15
<b>Kelembaban (Rh)</b>				
Kelembaban rerata	> 75 %	65 – 75 %	55 – 65 %	< 55 %
<b>Ketersediaan air (wa)</b>				
curah hujan (mm)	1000 - 2000	500 – 1000 2000 - 3000	250 – 500 3000 - 4000	< 250 >4000
<b>Ketersediaan oksigen (oa)</b>				
Drainase	Baik sedang	Agak terhambat	Terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat
<b>Media perakaran (rc)</b>				
Tekstur	Halus, agak halus, sedang		Sangat halus, agak halus	Kasar
Bahan kasar (%)	< 15	15 - 35	35 - 55	> 55
Kedalaman tanah (cm)	> 50	> 50	30 - 50	<30
<b>Gambut</b>				
Ketebalan (cm)	< 60	60 - 140	140 - 200	> 200
Ketebalan (cm), jika ada sisipan bahan mineral/pengkayaan	<140	140 - 200	200 – 400	> 400
Kematangan	Saprik +	Saprik, hemik +	Hemik, fibrik+	fibrik
<b>Retensi hara (nr)</b>				
KTK liat (cmol)	> 16	<16		
Kejenuhan basa (%)	>35	20 - 35	<20	
pH H <sub>2</sub> O	5,0 – 6,0	4,5 – 5,0	<4,5	
C-organik (%)	> 1,2	0,8 – 1,2	< 0,8	
<b>Toksitas (xc)</b>				
Salinitas (dS/m)	< 4	4 - 6	6 - 8	> 8
<b>Sodisitas (xn)</b>				
Alkalinitas/ESP (%)	< 15	15 - 20	20 - 25	> 25
<b>Bahaya erosi (eh)</b>				
Lereng (%)	< 8	8 - 16	16 - 30	>30
Bahaya erosi	Sangat rendah	Rendah - sedang	berat	Sangat berat
<b>Bahaya Banjir (fh)</b>				
Genangan	F0	F1	F2	>F2
<b>Penyiapan bahan (lp)</b>				
Batuan di permukaan (%)	<5	5 - 15	15 - 40	>40
Singkapan batuan (%)	< 5	5 - 15	15 - 25	>25

Sumber : Petunjuk Teknis Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Pertanian (Djaenuddin *et al.*, 2011)