

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS

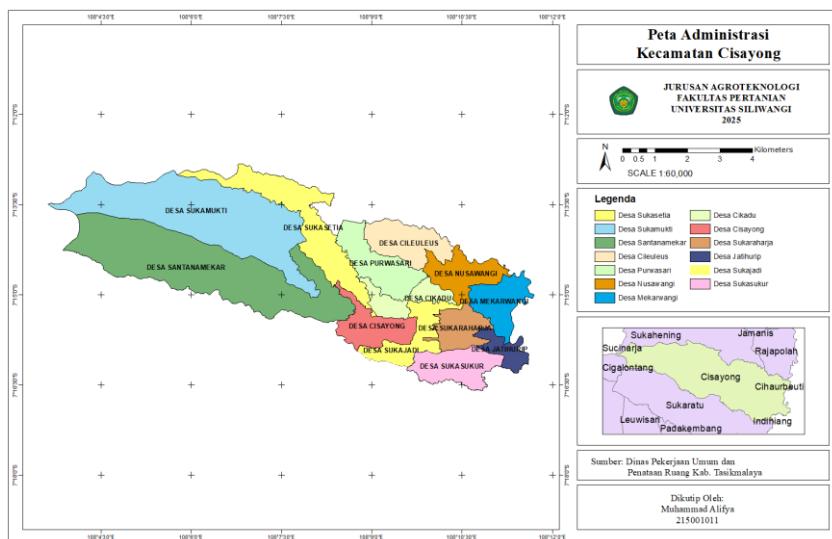
2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Karakteristik wilayah penelitian

a. Letak geografis

Luas wilayah Kecamatan Cisayong adalah $35,43 \text{ km}^2$, yang batas-batas wilayahnya adalah:

- 1) Sebelah selatan, berbatasan dengan Kecamatan Sukaratu.
 - 2) Sebelah barat, berbatasan dengan Kecamatan Sukaratu.
 - 3) Sebelah utara, berbatasan dengan Kecamatan Rajapolah dan Kecamatan Sukahening.
 - 4) Sebelah timur, berbatasan dengan Kecamatan Indihiang.



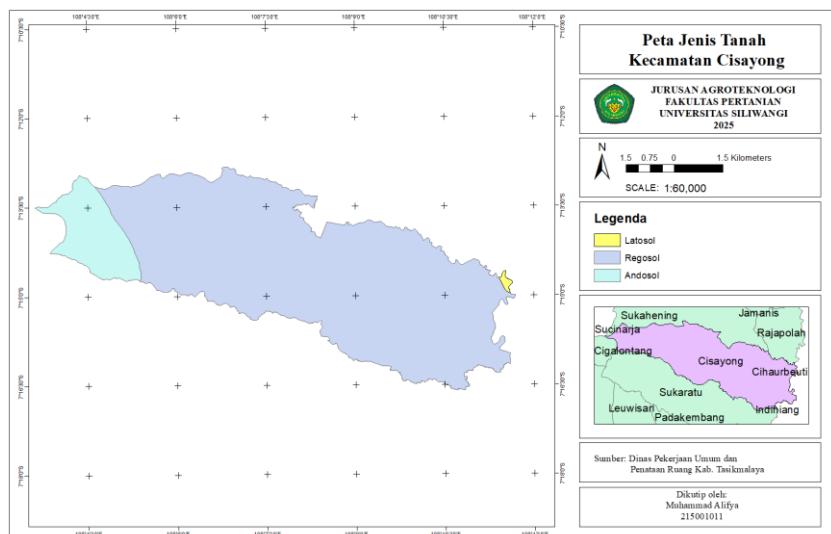
Gambar 1. Peta Administrasi Kecamatan Cisayong Kabupaten Tasikmalaya
(Sumber: Dinas PUPR Kabupaten Tasikmalaya, 2018)

Pembagian Luas wilayah Kecamatan Cisayong menurut desa, antara lain Desa Santanamekar 3,39 km², Desa Cisayong 2,43 km², Desa Sukajadi 2,33 km², Desa Sukasukur 2,50 km², Desa Jatihurip 1,05 km², Desa Sukarahastra 1,75 km², Desa Mekarwangi 1,96 km², Desa Nusawangi 2,29 km², Desa Cikadu 1,41 km², Desa Purwasari 2,69 km², Desa Cileuleus 2,38 km², Desa Sukasetia 6 km² dan Desa Sukamukti 5,25 km². Peta administrasi Kecamatan Cisayong disajikan pada Gambar 1. Secara umum, letak geografis seluruh desa di Kecamatan Cisayong

berada di hamparan dengan kemiringan termasuk desa agak curam (< 40 derajat) dan rata-rata ketinggian dari permukaan laut kurang lebih 600 meter. Menurut Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tasikmalaya (2018), penggunaan lahan di Kecamatan Cisayong sangat beragam, terdiri dari lahan sawah, lahan tegalan, lahan hutan lindung, lahan semak belukar, dan lahan perkebunan/kebun.

b. Jenis tanah

Menurut Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018), tanah di Kecamatan Cisayong tersusun atas beberapa jenis, yaitu tanah regosol, andosol, dan latosol. Tanah regosol menjadi jenis tanah yang paling mendominasi sebagian besar wilayah Kecamatan Cisayong. Tanah-tanah yang terbentuk dipengaruhi oleh batuan vulkanik yang berasal dari Gunung Galunggung. Peta jenis tanah Kecamatan Cisayong dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Jenis Tanah Kecamatan Cisayong Kabupaten Tasikmalaya
(Sumber: Dinas PUPR Kabupaten Tasikmalaya, 2018)

1) Tanah regosol

Tanah regosol merupakan tanah muda yang berasal dari material pasir hasil letusan gunung berapi dengan perkembangan profil tanah lemah atau tanpa perkembangan profil tanah (Fiantis, 2017). Ciri-ciri tanah regosol, antara lain bertekstur kasar, berwarna kelabu sampai kuning, dan mengandung sedikit bahan organik (Subardja dkk., 2014). Tanah ini banyak terdapat di daerah Sumatra, Jawa,

dan Papua yang banyak terdapat gunung berapi dan sangat cocok untuk ditanami palawija, seperti ketela, jagung, dan lainnya (Puspitorini dan Iqbal, 2024).

2) Tanah andosol

Tanah andosol memiliki warna yang cenderung coklat kehitaman karena mengandung asam humat, mempunyai tekstur bervariasi dari lempung berpasir sampai liat berpasir, serta horizon permukaan tanah umumnya memiliki struktur butir, gumpal, atau membulat. Pada kedalaman lebih dari 35 cm, tanah andosol memiliki salah satu atau kedua ciri, yaitu bobot isi kurang dari $0,90 \text{ g/cm}^3$ yang didominasi oleh bahan amorf dan/atau mengandung lebih dari 60% abu volkan (Subardja dkk., 2014). Berdasarkan bentuk wilayahnya, tanah andosol yang dapat digunakan untuk pertanian tanaman semusim (tanaman pangan dan sayuran) adalah tanah andosol yang berada pada lahan dengan bentuk wilayah datar sampai berombak dan bergelombang dengan lereng kurang dari 15% atau 21,62%, sedangkan untuk lahan yang mempunyai lereng lebih dari 15 sampai 45%, budidaya pertanian yang sesuai adalah tanaman perkebunan seperti teh, kopi, kina, dan kayu manis (Sukarman dan Dariah, 2014).

3) Tanah latosol

Tanah latosol berasal dari bahan volkan dan termasuk ke dalam tanah mineral yang mengalami perkembangan mempunyai kandungan liat tinggi, strukturnya bervariasi dari remah sampai gembur, dan memiliki warna homogen pada penampang tanah dalam (Subardja dkk., 2014). Tanah latosol seringkali dipakai untuk lahan perkebunan, namun sifatnya sangat rentan terhadap penggunaan lahan dan pengolahan tanah. Dalam Filho, Barbosa, dan Ribon (2010), disebutkan bahwa nilai kepadatan yang lebih tinggi terdapat pada tanah latosol yang ditanami tanaman tebu dan sudah mengalami olah tanah secara intensif, berbeda dengan lahan hutan rimba dan padang rumput yang memiliki kepadatan paling rendah karena minimnya gangguan serta aktivitas mikroorganisme pengurai yang tinggi.

2.1.2 Penggunaan lahan

a. Pengertian

Lahan merupakan suatu wilayah di permukaan bumi yang memiliki karakteristik fisik, kimia, dan biologi tertentu yang dapat dimanfaatkan untuk

berbagai keperluan, seperti pertanian, pemukiman, industri, dan tempat manusia beraktivitas. Menurut Food and Agriculture Organization (2019), lahan didefinisikan sebagai lingkungan fisik yang mencakup tanah, topografi, iklim, air, dan vegetasi yang berinteraksi dalam suatu sistem ekologi. Lahan memiliki peran penting dalam mendukung kehidupan manusia serta keberlanjutan ekosistem melalui fungsi hidrologi, penyediaan habitat, dan produksi biomassa.

Suatu lahan terdiri dari elemen-elemen penyusun yang meliputi tanah, air, vegetasi, dan faktor iklim yang secara kolektif menentukan kesuburan dan produktivitasnya. Tanah sebagai komponen utama memiliki sifat fisik dan kimia yang berpengaruh terhadap daya dukung lahan, seperti tekstur, struktur, kandungan bahan organik, serta kapasitas menahan air. Selain itu, faktor iklim seperti curah hujan, suhu, dan penyinaran matahari juga berperan dalam menentukan jenis karakteristik lahan. Interaksi antara elemen-elemen ini menciptakan kondisi lingkungan yang beragam yang akan menentukan kemampuan suatu lahan untuk mendukung aktivitas manusia.

b. Klasifikasi penggunaan lahan

Mengacu pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tasikmalaya (2018), penggunaan lahan di Kecamatan Cisayong meliputi lahan sawah (1.582 ha), lahan tegalan (55,2 ha), lahan hutan rimba (1.557 ha) yang berbatasan langsung dengan lahan hutan lindung seluas 5.187 ha, lahan semak belukar (1,091 ha), dan lahan perkebunan/kebun (203,1 ha).

1) Lahan hutan lindung

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 2017, hutan lindung memiliki fungsi utama sebagai pelindung sistem penyangga kehidupan, pengatur tata air, dan pelindung keanekaragaman hayati. Berbeda dengan hutan produksi, yang dikelola untuk menghasilkan kayu dan produk hutan lainnya, hutan lindung lebih difokuskan pada konservasi dan perlindungan lingkungan. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2021 disebutkan bahwa bentuk pemanfaatan hutan lindung terbatas pada pemanfaatan kawasan, pemanfaatan jasa lingkungan, dan pemungutan hasil hutan bukan kayu (HHBK). Lebih lanjut lagi, pemanfaatan kawasan pada hutan lindung dapat berupa budidaya tanaman obat, perlebahan, penangkaran, pemanfaatan jasa

lingkungan tanpa merusak lingkungan hutan, seperti ekowisata, wisata olah raga tantangan, pemanfaatan air, dan perdagangan karbon (Ginoga, Lugina, dan Djaenudin, 2005)

Fungsi hutan lindung sangat beragam, mencakup perlindungan terhadap sumber daya air, pengendalian erosi, dan penyediaan habitat bagi flora dan fauna. Hutan lindung dapat berperan sebagai agen pencegah bencana alam, seperti banjir dan tanah longsor yang sering terjadi akibat eksploitasi oleh manusia. Menurut Junaidi (2014), zona perakaran pohon hutan yang lebih luas akan memperbaiki struktur lapisan tanah dan secara langsung meningkatkan pori makro tanah, sehingga laju infiltrasi dan perkolasi tanah akan semakin meningkat. Dengan meningkatnya infiltrasi air ke dalam tanah, aliran permukaan akan lebih sedikit, sehingga potensi erosi ikut berkurang serta berkontribusi pada pemeliharaan kualitas tanah dan ketersediaan air.

Hutan lindung memiliki potensi yang tinggi untuk menyimpan karbon dalam bentuk biomassa pohon dengan mekanisme yang sekaligus dapat mengurangi pencemaran lingkungan oleh karbondioksida. Bagian-bagian pohon merupakan penyimpan karbon yang berwujud biomassa daun, biomassa ranting, biomassa batang, dan biomassa akar dengan bagian batang yang memiliki persentase tertinggi dibandingkan dengan bagian pohon lainnya menjadi tempat penyimpanan cadangan hasil fotosintesis (Yamani, 2013). Pohon dengan diameter batang yang berukuran besar merupakan bentuk simpanan karbon tinggi yang berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim, khususnya akibat polusi oleh gas karbondioksida (Arsalan, Gravitiani, dan Irianto, 2020).

2) Lahan sawah

Lahan sawah merupakan salah satu jenis penggunaan lahan yang dikelola untuk produksi tanaman padi yang memerlukan kondisi tanah tergenang. Secara umum, sawah didefinisikan sebagai lahan pertanian yang dilengkapi dengan sistem irigasi, baik teknis maupun non-teknis, sehingga mampu menunjang budidaya padi secara intensif. Lahan sawah menjadi komponen penting dalam sistem pertanian karena perannya sebagai penghasil pangan utama, khususnya di negara-negara tropis dan subtropis seperti Indonesia. Mengacu pada Badan Standardisasi Nasional

(2010), lahan sawah merupakan lahan dengan karakter yang basah yang umum digunakan untuk semua jenis tanaman semusim yang memerlukan pengairan dan penggenangan dalam fase pertumbuhannya. Para petani seringkali memanfaatkan lahan sawah dengan beberapa sistem tanam yang meliputi penanaman padi terus menerus, padi diselingi palawija, atau tanaman lainnya yang disesuaikan dengan kebutuhan mereka.

Karakteristik utama lahan sawah adalah adanya pengelolaan air yang meliputi penggenangan dan pengaturan drainase secara teratur yang dilakukan oleh petani. Penggenangan air dilakukan untuk menciptakan kondisi tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman padi dan secara alami dapat menghambat pertumbuhan gulma. Genangan air dapat memperlambat dekomposisi bahan organik karena pori-pori tanah kehilangan ruang untuk udara, sehingga mengganggu proses respirasi mikroorganisme pengurai.

Dalam prakteknya, pengolahan lahan sawah tidak jarang mengadopsi pertanian secara intensif yang berpotensi mempercepat degradasi tanah. Lahan sawah umumnya selalu mengalami pengolahan tanah secara total dengan seringnya proses pembajakan di setiap awal musim tanam. Kegiatan tersebut tentunya ditujukan supaya menciptakan kondisi tumbuh yang baik bagi padi yang ditanam. Akan tetapi, di sisi lain, masalah yang ditimbulkan olehnya cukup serius untuk dapat menyebabkan kerusakan pada tanah yang diolah. Menurut Ringgih, Rayes, dan Utami (2018), pembajakan sawah dapat membentuk lapisan tapak bajak yang letaknya berada di bawah lapisan olah akibat terjadinya penghancuran agregat-agregat tanah selama pengolahan tanah yang berlangsung berulang-ulang selama bertahun-tahun dan menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori makro, sehingga terjadi pemadatan tanah.

Lahan sawah di Kecamatan Cisayong lebih luas dibandingkan dengan penggunaan lahan untuk tujuan lain. Dalam prakteknya, pengelolaan air untuk lahan sawah di daerah tersebut terbagi ke dalam dua jenis, yaitu irigasi setengah teknis dan sederhana yang lebih banyak mengandalkan curah hujan (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tasikmalaya, 2018). Sementara

itu, total produksi sawah di Kecamatan Cisayong mencapai 38.748 ton pada tahun 2017 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya, 2018).

3) Lahan perkebunan

Mengacu pada Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan, lahan perkebunan adalah lahan yang digunakan untuk kegiatan terkait dengan manajemen sumber daya alam, sumber daya manusia, fasilitas produksi, peralatan, teknik budidaya, panen, pengolahan, dan pemasaran yang terkait dengan tanaman perkebunan. Tanaman perkebunan meliputi komoditas bernilai ekonomi yang biasanya dikelola oleh perusahaan besar maupun petani kecil. Pengolahan lahan perkebunan umumnya dilakukan secara intensif dan menerapkan teknologi pertanian dengan orientasi untuk kepentingan ekonomi.

Beberapa lahan perkebunan dikelola dengan sistem monokultur yang hanya fokus pada budidaya satu jenis tanaman saja. Sistem polikultur tanaman juga sering digunakan, misalnya dengan sistem agroforestri yang mengombinasikan tanaman perkebunan dengan tanaman hutan atau tanaman sela untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya (2025), Kecamatan Cisayong memiliki kebun kopi, kelapa, kakao, dan kapulaga dengan produksi yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan komoditas tanaman hortikultura.

4) Lahan tegalan

Lahan tegalan merupakan jenis lahan kering yang digunakan untuk aktivitas pertanian, khususnya untuk budidaya tanaman pangan, hortikultura, atau perkebunan tanpa pengaturan irigasi. Menurut Kartawisastra, Subiksa, dan Ritung (2012), lahan kering merupakan sebuah hamparan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian waktu dalam setahun. Pada umumnya, tegalan dimanfaatkan masyarakat untuk lahan perkebunan tanaman semusim. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2010), lahan tegalan merupakan lahan kering yang dipakai untuk tanaman pertanian berumur pendek, seperti cabai, jagung, kedelai, ketela, kacang tanah, dan sebagainya. Ciri utama lahan tegalan adalah kondisi tanahnya yang kering dan biasanya memiliki sistem irigasi yang bergantung pada pengairan air hujan.

Tingkat pengelolaan lahan tegalan cenderung lebih sederhana dibandingkan lahan sawah. Pengairan lahan ini dibuat bergantung pada curah hujan sebagai sumber air utama dan tanpa irigasi penggenangan seperti lahan sawah. Pengolahan lahan dilakukan melalui teknik tanpa olah tanah atau cukup dengan olah tanah minimum saja. Menurut Winazira, Ilyas, dan Supardi (2021), status kesuburan lahan tegalan tergolong cukup rendah jika dilihat dari segi sifat fisik dan kimia tanahnya. Oleh karena itu, pengolahan lahan tegalan pada prakteknya harus menyesuaikan antara keadaan lahan serta jenis tanaman yang akan dibudidayakan. Selain itu juga, perbaikan kualitas tanah perlu dilakukan, misalnya pemberian pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Lahan tegalan di Kecamatan Cisayong seringkali digunakan masyarakat untuk produksi tanaman sayuran, buah-buahan semusim, serta buah-buahan tahunan. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya (2025), produksi tanaman sayuran terbesar adalah cabai besar sebanyak 669 kuintal dan mentimun sebanyak 878 kuintal, sedangkan buah tahunan didominasi oleh buah alpukat dan pisang dengan produksi masing-masing mencapai 4.776 kuintal pada tahun 2024.

5) Lahan semak belukar

Dalam Badan Standardisasi Nasional (2010), lahan semak belukar termasuk kelas penutup lahan dengan struktur vegetasi berupa kumpulan semak yang memiliki ketinggian antara 50 cm sampai dengan 2 m, didominasi oleh vegetasi berkayu yang diselingi oleh pepohonan sangat pendek. Kawasan lahan bersifat kering dan telah ditumbuhi dengan berbagai vegetasi alami heterogen dan homogen dengan tingkat kerapatan jarang hingga rapat yang didominasi oleh vegetasi alami. Biasanya, lahan semak belukar merupakan perkembangan lahan yang telah mengalami degradasi atau dibiarkan tanpa pengelolaan.

Lahan semak belukar memiliki kondisi tanah yang cenderung miskin unsur hara karena minimnya pemberian bahan organik dan kurangnya pengelolaan. Lahan ini sering kali merupakan hasil alih fungsi dari lahan hutan, pertanian, atau kawasan lain yang tidak lagi dimanfaatkan secara intensif. Oleh karena itu, produktivitasnya terbilang cukup rendah. Meskipun begitu, lahan semak belukar memiliki potensi untuk menjadi lahan yang lebih produktif apabila diberikan perlakuan yang sesuai

dengan keadaan kebutuhan lahan serta dengan memperhatikan kepentingan konservasi. Wahyuni, Guchi, dan Hidayat (2014) melaporkan bahwa dari tahun 2003 sampai 2013 terjadi penurunan luas pada lahan semak belukar diakibatkan adanya peningkatan penggunaan lahan untuk lahan budidaya, lahan terbuka, hutan primer dan sekunder. Pemanfaatan lahan semak belukar yang terbengkalai dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian.

2.1.3 Karbon organik dan bahan organik tanah

a. Karbon organik

Karbon merupakan salah satu unsur kimia yang paling melimpah di alam setelah dan menjadi komponen dasar yang menyusun semua senyawa organik bersama hidrogen dan oksigen (Saidy, 2021). Dalam suatu ekosistem, karbon selalu mengalami daur yang menyebabkan perubahan bentuk serta perpindahan dari organisme produsen (tumbuhan), konsumen, organisme pengurai, dan lingkungan. Karbon organik tanah merupakan bagian dari bahan organik yang terbentuk dari tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang terdekomposisi. Sumber-sumber organik tersebut terus mengalami perubahan bentuk melalui proses dekomposisi oleh mikroorganisme hidup dalam tanah. Menurut Munawar (2011), proses dekomposisi berlangsung dalam beberapa fase, dimulai dari pemecahan senyawa-senyawa yang mudah terombak menjadi bentuk karbon yang lebih sederhana dan bersifat labil terhadap perubahan akibat perombakan sampai terbentuknya humus yang sifatnya lebih stabil.

Keberadaan karbon organik di dalam tanah dipengaruhi oleh siklus karbon, yaitu proses alami yang melibatkan pergerakan karbon di atmosfer, biosfer, hidrosfer, dan geosfer. Dalam tanah, siklus karbon dimulai dari penyerapan karbon dioksida (karbon anorganik) oleh tumbuhan melalui fotosintesis, yang kemudian diubah dan disimpan menjadi karbon organik berupa biomassa. Berbagai organisme konsumen akan memanfaatkan hasil dari reaksi ini dengan menjadikan tumbuhan sebagai sumber makanan, sehingga secara tidak langsung menyebabkan perpindahan dan penyebaran karbon dari tumbuhan. Ketika tumbuhan dan hewan mengalami kematian, karbon organik masuk ke dalam tanah melalui proses dekomposisi, yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah (Bolly dan Apelabi,

2022). Selama proses tersebut, reaksi respirasi yang dipakai untuk memecah bagian-bagian tanaman yang telah mati akan melepaskan kembali CO₂ ke atmosfer, sementara hasil perombakan akan tetap berada di tanah dalam bentuk karbon organik.

Karbon organik memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap sifat fisik tanah, termasuk struktur, porositas, dan kapasitas menahan air. Karbon organik membantu pembentukan agregat tanah yang stabil, sehingga meningkatkan kualitas aerasi dan mengurangi potensi erosi. Menurut Kusuma dan Yanti (2021), karbon organik tanah berhubungan dengan kerapatan tanah bahwa tinggi rendahnya kerapatan tanah ditentukan oleh kandungan karbon organik tanah, semakin tinggi kandungan karbon organik tanah maka semakin rendah kerapatannya. Kandungan karbon organik yang tinggi dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air, sehingga pasokan air akan selalu tersedia untuk tumbuhan bisa tetap menjalankan siklus hidupnya. Karbon organik juga menjadi salah satu sumber energi utama bagi mikroorganisme tanah. Hal ini dapat terlihat dari hubungan keduanya, dimana tingginya kandungan karbon organik tanah berdampak langsung terhadap peningkatan jumlah dan aktivitas mikroorganisme tanah. Dilihat dari segi kesuburan tanah, karbon organik menjadi komponen yang menentukan kualitas sifat fisik dan sifat biologi tanah karena bukan hanya memengaruhi kesuburan tanah secara langsung, tetapi juga melalui aktivitas biologis yang didukungnya.

b. Bahan organik tanah

Bahan organik tanah (BOT) adalah semua senyawa karbon di dalam tanah yang berasal dari organisme yang telah mati, dimana sebagian besarnya terbentuk dari sisa tanaman dan hewan (85% total BOT) dan sebagian lagi berasal dari organisme tanah termasuk jasad renik dan hewan-hewan tanah (Munawar, 2011). Masukan bahan organik ke dalam tanah bersumber dari residu tanaman baik berupa serasah ataupun bagian-bagian tumbuhan lain yang jatuh ke permukaan tanah, pupuk hijau, kompos hasil dekomposisi buatan, pupuk kandang, limbah proses industri, dan limbah rumah tangga (Roidah, 2013). Bahan organik yang telah terurai menjadi pemasok dan akan meningkatkan kandungan karbon organik di dalam tanah.

Proses dekomposisi bahan organik tanah (BOT) berlangsung bersamaan dengan reaksi mineralisasi yang membebaskan unsur-unsur hara bermanfaat bagi tanaman (Simanungkalit dkk., 2006). Hal ini menjadikannya sebagai agen penyimpan dan pemasok unsur hara esensial bagi tanaman karena hasil perombakannya menyediakan karbon serta semua hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahan organik tanah (BOT) juga dapat mendukung kesuburan tanah dengan memperbaiki sifat-sifat fisik dan biologinya, sehingga ketersediaan unsur hara dapat tetap terjaga di dalam tanah dan akan membentuk kondisi pertumbuhan yang cocok bagi tanaman.

2.1.4 Tanah

a. Pengertian

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang satu sama lainnya tidak terikat secara kimia dan bahan-bahan organik yang sudah mengalami pelapukan yang membentuk sekumpulan partikel padat yang terisi oleh zat cair dan gas pada ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Handayani dan Karnilawati, 2018). Tanah tersusun dari tiga komponen utama, yaitu komponen padatan, cairan, dan gas. Dalam keadaan ideal, padatan tanah mencakup sekitar 50% dari volume tanah, sedangkan cairan dan gas tanah masing-masing mencakup 25%. Komponen padatan tanah terdiri atas fraksi-fraksi dengan ukuran tertentu, diantaranya fraksi pasir (0,05–2 mm), debu (0,002–0,05 mm), dan liat ($\leq 0,002$ mm atau $\leq 2 \mu\text{m}$) (Salam, 2020). Setiap fraksi akan saling mengikat satu sama lain dengan bantuan bahan organik yang berukuran lebih halus, sehingga membentuk agregat tanah pada tahap selanjutnya.

Pembentukan tanah diawali dengan proses pelapukan dari batuan bahan induk pembentuk tanah. Sumber bahan induk tanah dapat berupa bahan induk angkutan yang didapatkan akibat peralihan dari tempat lain maupun berasal dari batuan yang berada di bawah tanah. Proses genesis tanah atau pedogenesis akan berjalan setelah bahan induk dan faktor-faktor pembentuk tanah sudah tersedia (Gunawan, Hazriani, dan Mahardika, 2020). Pembentukan tanah dipengaruhi oleh faktor berupa materi induk, topografi, iklim, organisme, dan waktu melalui serangkaian perubahan bahan induk yang semua bermuara pada terbentuknya lapisan-lapisan tanah yang

disebut juga horizon tanah (Puspitorini dan Iqbal, 2024). Horizon tanah adalah lapisan tanah yang terbentuk sejajar dengan permukaan tanah dan memiliki ciri-ciri khas dari hasil proses pembentukan tanah. Menurut Gunawan dkk. (2020), tanah memiliki beberapa horizon, diantaranya adalah:

- 1) Horizon O, didominasi oleh bahan organik, berupa sisa-sisa tanaman ataupun jasad-jasad makhluk hidup di permukaan tanah.
- 2) Horizon A, akumulasi dari bahan organik dan mineral tanah.
- 3) Horizon E, horizon yang mengalami pencucian mineral liat dan bahan organik, sehingga tertinggal pasir dan debu saja.
- 4) Horizon B, horizon yang menjadi tempat penimbunan (illuviasi) dari hasil pencucian mineral-mineral lapisan di atasnya.
- 5) Horizon C, horizon terdekat dengan batuan keras yang sedikit dipengaruhi oleh proses pedogenik. Bahan lapisan C dapat serupa ataupun tidak serupa dengan bahan yang membentuk solum di atasnya.
- 6) Horizon R, lapisan batuan induk pembentuk tanah.

2.1.5 Sifat fisik tanah

Sifat fisik tanah merupakan karakteristik tanah yang berhubungan dengan parameter-parameter yang dapat diamati secara indrawi. Sifat fisika tanah menjadi salah satu unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tersedianya air, udara, tanah dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Puspitorini dan Iqbal, 2024). Beberapa sifat fisik tanah yang dijadikan sebagai parameter pengamatan dalam penelitian ini, antara lain:

a. Bobot isi

Bobot isi (g/cm^3) merupakan indikator karakter tanah yang menjelaskan keadaan fisik tanah berupa berat per satuan volume suatu tanah, dimana berat tanah diperbandingkan dengan volume total fraksi tanah termasuk pori-porinya. Nilai dari bobot isi menjadi salah satu informasi yang menunjukkan tingkat kepadatan tanah. Semakin tinggi nilai bobot isi suatu tanah, maka semakin padat pula tanah tersebut. Sebaliknya, semakin rendah nilai bobot isinya, maka kepadatan suatu tanah juga rendah. Umumnya, tanah mineral lapisan atas mempunyai bobot isi yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah di bawahnya dan nilainya akan terus bertambah

seiring dengan kedalaman lapisan tanah. Nilai bobot isi tanah memberikan gambaran adanya lapisan tanah, pengolahan tanah, kandungan bahan organik tanah, mineral, porositas, daya memegang air, sifat drainase dan kemudahan tanah untuk ditembus akar (Fatimah, 2023).

Secara garis besar, faktor-faktor yang berkontribusi mempengaruhi bobot isi tanah adalah struktur penyusun tanah dan tekstur yang secara langsung menentukan ruang pori yang cukup berperan penting dalam mengurangi kepadatan tanah. Tekstur merupakan komposisi fraksi-fraksi penyusun tanah, antara lain fraksi debu, liat, dan pasir. Tekstur tanah berperan dalam menentukan jumlah serta ukuran pori-pori yang terbentuk di antara struktur tanah. Tanah dengan kandungan liat lebih banyak memiliki persentase ruang pori yang cukup besar, sehingga nilai bobot isinya rendah karena total berat tanah cenderung berkurang akibat dari banyaknya jumlah pori-pori.

Bobot isi tanah sangat penting dipertimbangkan sebelum dilakukan pemanfaatan lahan untuk pertanian. Tanah dengan bobot isi yang tinggi menyebabkan akar tanaman kesulitan menembus tanah, sehingga pertumbuhan tanaman terhambat. Tanah yang terlalu padat (bobot isi rendah) cenderung lebih beresiko terkena dampak dari erosi, sulit menyerap air, dan menyebabkan limpasan air permukaan menjadi lebih tinggi yang menyebabkan unsur hara dari tanah tercuci karena terkikis dan terbawa oleh air. Pemberian bahan organik menyebakan tanah dapat menurunkan bobot isi tanah serta meningkatkan pori tanah akan menyebakan akar tanaman mudah tumbuh (Yulina, Ambarsari, dan Laila, 2023).

b. Berat jenis

Berat jenis tanah adalah berat tanah kering per satuan volume partikel-partikel padat tanah (gram/cm^3), tidak termasuk volume pori-pori tanah (Puspitorini dan Iqbal, 2024). Berat jenis tanah menggambarkan kerapatan relatif dari partikel tanah dan berperan penting dalam menentukan sifat fisik tanah, seperti porositas, permeabilitas, serta kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Tanah yang padat cenderung memiliki nilai berat jenis yang tinggi karena pori udara berada dalam jumlah yang kecil.

Nilai berat jenis tanah dipengaruhi cukup besar oleh komponen-komponen penyusun tanah, yaitu bahan organik dan komposisi mineral yang terkandung dalam suatu tanah. Bahan organik, seperti sisa-sisa tanaman, hewan, dan mikroorganisme yang terdekomposisi, memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan partikel mineral tanah. Menurut Kusum dan Yanti (2021), tanah dengan kandungan bahan organik tinggi memiliki nilai berat volume rendah. Dengan begitu, bahan organik berperan dalam meningkatkan porositas tanah, menurunkan berat jenis tanah, dan membentuk agregat tanah yang lebih stabil dan berstruktur baik. Tanah dengan kandungan bahan organik yang relatif tinggi akan memiliki berat jenis yang lebih rendah dan akan berdampak positif terhadap kemampuan tanah untuk menyimpan air, mendukung pertumbuhan akar tanaman, dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah.

c. Porositas

Porositas tanah adalah persentase ruang pori dalam tanah yang dapat diisi oleh udara atau air. Pori tanah terbentuk sebagai akibat dari bangun agregat tanah yang kurang rapat saat bersentuhan dengan agregat yang lain, sehingga membentuk ruang kosong yang tidak dapat terisi oleh padatan tanah (Salam, 2020). Porositas tanah sangat penting dalam proses pergerakan air, pertukaran udara, dan aktivitas biologis di dalam tanah.

Berdasarkan ukurannya, pori-pori tanah dibedakan menjadi pori makro, pori mikro, dan pori kapiler. Pori makro memiliki ukuran yang cenderung lebih besar, berperan dalam pergerakan air gravitasi dan sirkulasi udara. Pori ini penting untuk drainase tanah yang baik dan pertukaran udara yang optimal. Pori mikro merupakan ruang kecil yang menahan air dalam tanah dan menyediakan cadangan air untuk tanaman, berperan sangat penting untuk menjaga ketersediaan air dalam jangka panjang. Pori kapiler adalah pori dengan ukuran menengah yang menyimpan air dan memungkinkan pergerakan air secara kapiler. Pori ini berperan dalam menyediakan air bagi tanaman yang dapat diserap oleh akar.

Porositas tanah memiliki hubungan yang saling mempengaruhi dengan sifat fisik tanah yang lain. Kepadatan tanah akan semakin berkurang saat pori-pori tanah bertambah. Hal ini secara tidak langsung menyebabkan bobot isi dan berat jenis

tanah menurun. Porositas juga mempengaruhi kecepatan infiltrasi dan pergerakan air di dalam tanah. Tanah dengan pori mikro lebih banyak cenderung menahan lebih banyak air, sebaliknya tanah dengan pori besar akan sangat mudah mengalami kehilangan air baik itu akibat dari gaya gravitasi maupun evaporasi.

d. Kadar air mutlak

Kadar air tanah adalah jumlah air yang terkandung pada pori atau partikel tanah. Air tanah dapat mengangkut zat-zat terlarut supaya dapat diserap tanaman dan suspensi yang terlibat dalam perkembangan tanah dan degradasi (Nuraida, Alim, dan Arhim, 2021). Nilai kadar air tanah adalah jumlah air yang bila dipanaskan dengan oven yang bersuhu 105°C hingga diperoleh berat tanah kering yang tetap (Saridevi, Atmaja, dan Mega, 2023).

Mengacu pada Asmaranto (2012), air di dalam tanah diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah air gravitasi, air kapiler, dan air higroskopis. Air kapiler merupakan air yang mengisi seluruh pori-pori tanah dan berperan dalam pelarutan unsur hara yang diserap akar. Setelah seluruh pori terisi, air yang mengisi pori makro yang sedang dalam keadaan jenuh akan turun karena tertarik oleh gaya gravitasi, menghasilkan air gravitasi. Air higroskopis merupakan air yang tertahan sangat kuat oleh gaya adhesi pada partikel tanah, sehingga tidak dapat diambil oleh akar tanaman. Air higroskopis sering disebut dengan kadar air mutlak dan memiliki hubungan dengan sifat fisik tanah yang lainnya. Menurut Arthur dkk. (2021), kadar air mutlak dapat mencerminkan interaksi antara air dengan luas permukaan tanah dan bisa berfungsi sebagai indikator sifat fisik tanah yang erat kaitannya dengan tekstur dan kandungan liat. Wahyullah, Epira, dan Panguriseng (2022) menyatakan jika kadar air higroskopis dipengaruhi oleh tekstur tanah, di mana tanah bertekstur halus dengan kandungan liat tinggi memiliki kadar air higroskopis lebih besar dibanding tanah berpasir. Menurut Zuhdi, Wahjunie, dan Tarigan (2022), bahan organik dapat meningkatkan kapasitas tanah untuk mengikat air. Sehingga, penambahan bahan organik ke dalam tanah akan menyebabkan kadar air mutlak meningkat.

Fluktuasi kadar air tanah menyebabkan tanah mengalami keadaan kapasitas lapang dan layu permanen. Menurut Salam (2020), tanah mengalami kapasitas

lapang saat jumlah air dan udara secara ideal menempati volume tanah masing-masing sebesar 25%, sedangkan kadar air titik layu merupakan keadaan di mana tanaman tidak dapat lagi menyerap air, menyebabkan layu permanen, bahkan setelah tanah diairi kembali.

e. Tekstur tanah

Tekstur tanah merupakan proporsi antara partikel pasir, debu, dan liat yang menjadi unsur penyusun sifat fisik tanah. Diantara sifat fisik lainnya, tekstur tanah bersifat relatif lebih stabil atau tidak mudah berubah. Menurut Hakim dan Hermansah (2025), masing-masing partikel tanah mempunyai ukuran yang berbeda, antara lain pasir (>50 sampai $2000\mu\text{m}$), debu (2 sampai $50\mu\text{m}$), dan liat ($<2\mu\text{m}$). Partikel pasir dengan ukuran yang paling besar mengakibatkan luas permukaannya rendah dan dapat membentuk ruang pori makro yang banyak, sehingga drainase lebih cepat dan melancarkan aerasi tanah. Namun, pasir lemah dalam kemampuan untuk menahan air dan unsur hara. Sementara itu, partikel liat memiliki luas permukaan sangat tinggi dan kaya akan pori mikro, mengakibatkan kapasitas menahan air menjadi tinggi, namun cenderung menghambat aerasi dan pergerakan air. Interaksi antara ketiga fraksi ini mempengaruhi sifat fisik tanah lainnya seperti laju berat jenis, porositas, ketersediaan air bagi tanaman, dan juga memengaruhi stabilitas agregat serta ketahanan tanah terhadap erosi (Puspitorini dan Iqbal, 2024). Pada tanah tanah regosol, tekstur cenderung kasar hingga berpasir karena didominasi oleh fraksi pasir dan rendah kandungan liat (Gunawan dkk., 2020). Tekstur kasar ini menyebabkan tanah regosol memiliki kemampuan menahan air yang rendah karena porositas yang besar. Stabilitas agregat tanah regosol juga tergolong lemah, sehingga rentan terhadap erosi.

2.2 Kerangka berpikir

Setiap penggunaan lahan menunjukkan perbedaan pada kandungan karbon organik tanahnya, tergantung pada aktivitas manusia dalam memanfaatkannya. Kemala, Supriadi, dan Sabrina (2017) melaporkan bahwa tanah sawah di Kecamatan Siantar, Kabupaten Simalungun memiliki nilai karbon organik yang cukup rendah, berkisar antara 0,62% sampai dengan 2,6% dengan nilai rata-ratanya yaitu 1,42%. Pada lahan tegalan, Ain, Azis, dan Dude (2022) menemukan hanya

terdapat 1,92% karbon organik terkandung dalam tanah pada salah satu lahan kering di Kecamatan Tabongo. Kandungan karbon organik pada kebun kelapa sawit juga berbeda dengan penggunaan lahan lainnya, sebagaimana dilaporkan oleh Farrasati dkk. (2019), dimana nilai rata-rata kandungan karbon organik pada sampel tanah kebun kelapa sawit adalah sebesar 1,75%.

Setiap jenis penggunaan lahan berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik tanahnya. Penelitian Rahmayuni dan Rosneti (2017) membandingkan sifat fisik tanah pada lahan hutan, kebun karet, dan kebun kelapa sawit di Bukit Batabuh dan menemukan bahwa lahan hutan memiliki berat volume tanah yang lebih rendah, total ruang pori yang lebih tinggi, dan agregat tanah yang lebih stabil dibandingkan dengan lahan perkebunan. Putri dan Sasongko (2023) menyatakan hasil perhitungan total ruang pori sampel tanah pada lahan hutan, tegalan, dan perkebunan di Kecamatan Pujon cukup bervariasi, mulai dari 59,23% sampai 72,80%, menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan memengaruhi tingkat porositas tanah.

Karbon organik memiliki hubungan yang signifikan dengan sifat fisik tanah. Menurut Yulina dkk. (2023), pemberian bahan organik menyebabkan bobot isi tanah menurun dan menjadikan tanah lebih gembur serta meningkatkan pori tanah yang nantinya akan menyebabkan akar tanaman lebih mudah tumbuh dan berkembang. Ariyanto, Suyana, dan Wijaya (2021) melaporkan bahwa bahan organik tanah mampu meningkatkan porositas tanah sebesar 28,75%, dimana setiap 1% bahan organik tanah dapat meningkatkan porositas tanah sebesar 3,94%. Hasil penelitian Januardi, Afandi, dan Banuwa (2024) menunjukkan bahwa pemberian asam humat, salah satu jenis bahan organik, dengan dosis 8 kg memiliki nilai lebih tinggi terhadap daya menahan air sekitar 46,99% dibandingkan dengan tanpa pemberian asam humat. Selain itu, pemberian asam humat berpengaruh positif terhadap distribusi mikroagregat tanah yang menyebabkan tanah lebih tahan erosi dan meningkatkan kemantapan agregat tanah.

Berbagai penelitian telah menginformasikan adanya perbedaan pada kandungan karbon organik tanah akibat dari penggunaan lahan yang bervariasi akan mempengaruhi sifat fisik tanah. Menurut Siahaan dan Kusuma (2021), setiap lahan

di kawasan UB Forest yang digunakan secara bervariasi menunjukkan perbedaan pada karakter fisik tanahnya, termasuk tekstur tanah, bobot isi, berat jenis, porositas, kemantapan agregat, dan kadar air tanah. Dalam penelitian Fitria dan Kurniawan (2023), penurunan cadangan karbon organik tanah sebesar 60 sampai dengan 67% pada lahan pertanian intensif dan semak belukar menunjukkan bahwa konversi lahan hutan dapat menyebabkan degradasi sifat fisik tanah akibat hilangnya bahan organik, sedangkan kandungan karbon organik yang lebih tinggi, seperti pada hutan dan agroforestri, dapat meningkatkan porositas dan stabilitas agregat tanah dengan mengurangi kepadatan tanah. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan antara karbon organik tanah dengan sifat fisik tanah karena setiap perubahan karbon organik akan diikuti oleh perubahan pada sifat fisik tanah.

2.3 Hipotesis

- 1) Penggunaan lahan yang berbeda di Kecamatan Cisayong berpengaruh signifikan terhadap kandungan karbon organik tanah dan sifat fisik tanah.
- 2) Terdapat hubungan signifikan antara kandungan karbon organik tanah dengan sifat fisik tanah pada berbagai penggunaan lahan di Kecamatan Cisayong.