

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanah dan Faktor yang Mempengaruhinya.**

Secara pedologi, tanah didefinisikan sebagai bahan mineral ataupun organik di permukaan bumi yang telah dan akan mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan pada suatu periode tertentu. Pedologi memandang tanah sebagai tubuh pembentuk alam terkait dengan asal-usul, pembentukan, penyusunan, perkembangan, dan dinamikanya. Contoh hasil dari ilmu pedologi tanah adalah berupa sifat kimia dan morfologi tanah yang digunakan untuk mengenali jenis tanah dan mengetahui kualitasnya (Poerwowidodo, 1991).

Menurut Brady (1974), tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang secara fisik berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya akar tanaman, tempat penopang tegak tanaman dan penyimpanan air juga udara yang dibutuhkan oleh tanaman; secara kimia tanah berperan sebagai tempat tersedia dan suplai unsur hara atau nutrisi bagi tanaman, baik dalam bentuk organik maupun anorganik; secara biologi tanah merupakan habitat bagi biota tanah yang berperan dalam penyediaan hara, zat pemacu tumbuh dan proteksi bagi tanaman. Ketiga hal

tersebut merupakan indikator penting produktifitas tanah yang akan menunjang produksi tanaman.

Setiap tanah memiliki karakteristik tertentu sebagai akibat dari kerja faktor iklim, jasad hidup, bahan induk, relief dan waktu yang terus berevolusi (dinamis) (Buol dkk., 1973). Perbedaan kombinasi dari faktor genetik dan lingkungan tersebut yang mengakibatkan setiap tanah memiliki karakteristik yang berbeda-beda (Poerwowidodo, 1991). Salah satu jenis aktivitas manusia pada suatu tanah adalah pola penggunaan lahan yang di dalamnya terdapat vegetasi dan aktivitas manusia. Pola penggunaan suatu lahan dapat menciptakan suatu karakteristik tanah yang berpengaruh terhadap kualitas dan produktivitas tanah. Menurut Mahi (2013), dari karakteristik tanah yang diketahui dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan tanah yang sesuai dengan potensinya untuk penggunaan lahan secara berkelanjutan.

Dalam penggunaan lahan sebagai lahan pertanaman ubi kayu, pengolahan tanah dilakukan secara intensif. Menurut Purwono dan Purnamawati (2007), tanah yang baik untuk pertanaman ubi kayu adalah tanah yang berstruktur remah, gembur, tidak terlalu liat juga tidak terlalu poros, kaya bahan organik, dan pH berkisar antara 4,5 hingga 8,0 dengan pH ideal 5,8. Akar tanaman ubi kayu terdiri dari 2 jenis, yaitu akar serabut dan akar yang menjadi umbi. Akar serabut digunakan untuk mengabsorpsi air dan unsur hara, sedangkan akar umbi digunakan untuk menyimpan karbohidrat dan pati (Islami, 2014).

Agar tanaman ubi kayu berproduksi mendekati potensinya, maka diperlukan kondisi yang optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman ubi kayu.

Menurut Islami (2014), agar umbi tanaman ubi kayu dapat berkembang dengan baik, maka tanah harus diolah hingga kedalaman kurang lebih 25 m agar bersruktur gembur dan memiliki aerasi yang baik. Maka dari itu, dilakukan pengolahan tanah di setiap musim tanam dengan melakukan pembajakan minimal 2 kali. Pembajakan yang pertama dilakukan untuk membongkar agregat tanah dan pembajakan yang kedua dilakukan untuk menggemburkan tanah (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 2008).

Menurut hasil penelitian Qurrahman dkk. (2014), lahan yang digunakan untuk budidaya tanaman ubi kayu mengalami perubahan keadaan infiltrasi tanah sehingga tergolong ke dalam kategori rusak berat. Keadaan tersebut mengakibatkan cepatnya resapan air dari lapisan atas ke lapisan di bawahnya. Menurut Hakim dkk. (1986), resapan air hujan dapat membawa partikel liat bergerak dari horizon A ke horizon B, sehingga menyebabkan partikel liat terakumulasi di lapisan bawah.

Berbeda kondisi dengan pola penggunaan sebagai lahan kebun campuran yang merupakan sistem polikultur, yaitu menanam suatu lahan dengan berbagai macam tanaman. Keragaman vegetasi tanaman tahunan pada lahan kebun campuran akan menciptakan konfigurasi tajuk yang berlapis. Menurut Banuwa (2013), tajuk yang berlapis akan memberikan perlindungan yang efektif terhadap proses erosi yang disebabkan oleh pukulan langsung butir-butir air hujan. Arsyad (2010) juga menambahkan, keragaman vegetasi yang tinggi mampu berperan dalam usaha konservasi tanah dan air melalui intersepsi air hujan dan mengurangi

daya pukul air hujan. Semakin beragam tingkatan tajuk dan tutupan kanopi yang rapat, maka usaha konservasi tanah dan air semakin efektif.

Penanaman vegetasi tanaman tahunan di kebun campuran hanya dilakukan dengan penggalian lubang tanam untuk penanaman bibit, tanpa dilakukannya pengolahan tanah. Perkembangan kebun campuran dan penyebaran tanamana tahunan di lahan tersebut terjadi secara alami dengan penyebaran biji oleh bantuan angin dan air hujan. Menurut Brewer (1988), hal tersebut akan mengakibatkan ekosistem kebun campuran lebih stabil dan keragaman vegetasi tanaman tahunan akan mengontrol iklim mikro di sekitar permukaan tanah

## **2.2 Morfologi Tanah**

### **2.2.1 Warna Tanah**

Warna tanah merupakan komposisi dari warna semua komponen-komponen penyusunnya yang terdiri dari warna matrik dan warna lain yang disebabkan oleh proses reduksi-oksidasi yaitu kongkresi, karat, dan *gley*. Warna tanah dapat meliputi putih, merah, coklat, kelabu, kuning, hitam, kebiruan dan kehijauan. Warna pada tanah tua merupakan indikator iklim makro ataupun mikro tempat berkembangnya tanah, sedangkan pada tanah muda mencerminkan bahan induk dari tanah tersebut. Pada kondisi tertentu warna tanah juga dijadikan indikator kesuburan atau produktivitas lahan (Hanafiah, 2004).

Warna tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kandungan bahan organik tanah. Tanah yang mengandung bahan organik tinggi akan berwarna gelap, sebaliknya semakin rendah kandungan bahan organik maka tanah

akan berwarna semakin terang. Menurut Susanto (2005), akumulasi dari bahan organik akan menciptakan warna kehitaman pada suatu tanah. Menurut Utomo (2012), olah tanah intensif contohnya dalam budidaya tanaman ubi kayu akan mengakibatkan tanah lebih sering terbuka dan meningkatnya aerasi pada tanah tersebut, sehingga proses perombakan bahan organik tanah akan berjalan lebih cepat dan akan mengakibatkan pengurasan bahan organik tanah.

Penetapan warna tanah di lapang dilakukan dengan menggunakan pedoman buku *Munsell Soil Color Chart* yang nilainya dinyatakan dalam tiga satuan yaitu *hue*, *value* dan *chroma*. *Hue* menunjukkan warna spektrum yang dominan dan sesuai dengan panjang gelombang; *value* menunjukkan gelap atau terangnya warna; dan *chroma* menunjukkan kekuatan dan kemurnian warna spektrum (Biswas dan Mukhejee, 1995). Menurut Balai Penelitian Tanah (2004), pengamatan warna tanah di lapang dilakukan dalam kondisi tanah yang lembab dan terlindung dari sinar matahari langsung.

### **2.2.2 Tekstur Tanah**

Tanah terbentuk dari pelapukan batuan yang berukuran besar dan mengalami proses penghancuran fisik sehingga menjadi partikel-partikel yang berukuran kecil (Sutedjo dan Kartasapoetra, 2010). Tekstur tanah adalah perbandingan relatif antara 3 partikel tanah yaitu pasir, debu dan liat di dalam satu satuan massa tanah. Partikel tanah yang paling halus adalah fraksi liat dengan ukuran menurut USDA adalah  $< 0,002$  mm, selanjutnya fraksi debu dengan ukuran  $0,002-0,05$  mm dan fraksi pasir dengan ukuran  $0,05-2$  mm (Foth, 1984).

Hasil penelitian Intara dkk. (2011) menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah partikel liat pada suatu tanah akan menurunkan laju evaporasi tanah, sehingga mengakibatkan tingginya kadar air dan kapasitas air tersedia pada tanah. Menurut Hilel dan Daniel (1980), hal tersebut terjadi karena semakin kecil ukuran partikel tanah akan semakin luas permukaan dan semakin kuat partikel-partikel tersebut berikatan dan memegang air.

Tekstur tanah merupakan sifat tanah yang tidak mudah berubah, sehingga tekstur tanah dapat dijadikan dasar bagi pengklasifikasian tanah (Darmawijaya, 1990).

Perubahan tekstur tanah di lapisan atas biasanya terjadi akibat pergerakan partikel liat secara vertikal ke lapisan bawah. Seperti halnya pada pertanaman ubi kayu yang pada umumnya memerlukan pengolahan tanah yang intensif. Pengolahan tanah tersebut akan mengakibatkan pecahnya agregat tanah menjadi butir-butir yang lebih halus. Ketika hujan, laju infiltrasi dapat mengakibatkan partikel liat di lapisan olah bergerak secara vertikal terakumulasi di lapisan bawah dan memperlihatkan adanya selaput liat (Hakim dkk., 1986). Hal tersebut akan mengakibatkan lapisan atas tanah didominasi partikel pasir, sehingga menciptakan besarnya ruang pori tanah, meningkatnya daya resapan air ke lapisan di bawahnya dan meningkatnya laju evaporasi karena daya ikat air partikel pasir yang lemah (Hilel dan Daniel, 1980).

### ***2.2.3 Struktur Tanah***

Struktur tanah adalah susunan partikel pasir, debu, dan liat pada tanah yang tersusun sehingga membentuk agregat-agregat dan memiliki batas bidang belah

alami yang lemah. Satu unit struktur tanah ini disebut dengan *ped*. Tiga komponen penting yang berperan di dalam pembentukan struktur tanah adalah mineral liat, koloid organik, dan oksidasi besi (Hakim dkk., 1986).

Menurut hasil penelitian Pratiwi (2013), mengenai pengaruh pola penggunaan lahan terhadap kemantapan agregat tanah pada berbagai pola penggunaan lahan (lahan pertanaman kakao, kelapa sawit dan ubi kayu) menunjukkan bahwa tanah yang terbuka seperti lahan pertanaman tanaman ubi kayu memiliki kemantapan agregat yang lebih lemah dibandingkan dengan lahan yang tertutup kanopi oleh tajuk tanaman tahunan seperti kakao dan kelapa sawit. Keadaan tersebut berbanding lurus dengan tingginya kandungan bahan organik pada lahan yang tertutup kanopi rapat dan tidak dilakukannya pengolahan tanah secara intensif.

Penentuan struktur tanah di lapang dilakukan dengan mengidentifikasi komponen pengamatan tekstur tanah yang meliputi kelas struktur, ukuran struktur, dan tingkat perkembangan. Kelas struktur berkaitan dengan bentuk dan susunan agregat. Bentuk struktur tanah dibedakan menjadi lempeng, prisma, tiang, gumpal bersudut, gumpal membulat, granuler, dan remah. Setiap bentuk struktur memiliki ukuran yang dibedakan menjadi lima kelas yaitu sangat halus, halus, sedang, kasar, dan sangat kasar, sedangkan tingkat perkembangan struktur dibagi menjadi 3 kategori yaitu lemah, sedang, dan kuat (Balai Penelitian Tanah, 2004). Tingkat perkembangan struktur dikatakan lemah bila agregat tanah mudah pecah jika diberi sedikit tekanan, derajat struktur dikategorikan sedang apabila bentuknya mulai terlihat jelas namun masih dapat dipecahkan dan derajat struktur

dikatakan kuat apabila agregatnya mantap dan bentuknya jelas (Hillel dan Daniel, 1980).

#### ***2.2.4 Konsistensi Tanah***

Konsistensi tanah adalah indikator dari derajat kohesi dan adhesi pada tanah yang selaras dengan kandungan air di antara partikel-partikel tanah dan ketahanan massa tanah terhadap perubahan bentuk oleh gaya-gaya dari luar. Konsistensi tanah dapat dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah lain yaitu tekstur, kandungan air tanah dan jumlah koloid organik (Hakim dkk., 1986). Liat yang berukuran koloid dan koloid humus dari hasil perombakan bahan organik memiliki kemampuan saling mengikat antar partikel yang kuat. Banyaknya pori-pori mikro antara partikel liat juga berperan sebagai tempat tersimpannya air, sedangkan partikel pasir memiliki daya ikat antar partikel yang lemah dan pori-pori berukuran makro, sehingga tanah yang didominasi partikel pasir akan memiliki konsistensi yang lebih lepas dibandingkan tanah yang banyak mengandung liat (Hillel dan Daniel, 1980).

Salah satu cara pengamatan konsistensi tanah dapat dilihat pada keadaan tanah yang lembab. Konsistensi lembab merupakan pengamatan konsistensi tanah pada keadaan tanah berada di antara titik layu permanen dan kapasitas lapang.

Pengamatan dilakukan dengan meremas massa tanah menggunakan ibu jari dan telunjuk, serta melihat ketahanan tanah tersebut terhadap remasan. Penilaian konsistensi lembab dikategorikan menjadi enam kelas, yaitu lepas, sangat gembur,



gembur, teguh, sangat teguh, dan ekstrim teguh. Selain itu, konsistensi tanah juga dapat dilihat dalam keadaan kering dan basah (Balai Penelitian Tanah, 2004).

Pengolahan tanah yang intensif pada lahan pertanaman ubi kayu menyebabkan lahan terbuka dan juga mengakibatkan proses dekomposisi bahan organik berjalan lebih cepat. Hal ini akan berpengaruh terhadap konsistensi tanah. Hakim, dkk. (1986) dan Hilel dan Daniel (1980) menjelaskan bahwa konsistensi tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah dan jumlah koloid organik tanah. Semakin tinggi kandungan liat dan koloid organik dalam tanah maka semakin tinggi pula tingkat konsistensi tanah, sehingga pengolahan tanah yang intensif dapat menyebabkan menurunnya tingkat konsistensi tanah.

## **2.3 Sifat-Sifat Kimia Tanah**

### ***2.3.1 Bahan Organik***

Tanah yang ideal tersusun atas komponen-komponen yaitu 45% mineral, 5% bahan organik, dan 20-10% udara dan air (Yulipriyanto, 2010). Menurut Hanafiah (2004), bahan organik adalah kumpulan senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah terdekomposisi baik berupa humus maupun senyawa anorganik hasil mineralisasi, termasuk faktor biotiknya yaitu mikroba yang terlibat.

Bahan organik terdiri dari sisa tanaman di atas permukaan tanah yang masih dapat dikenali bentuknya; sisa tanaman yang melapuk yang wujudnya tidak dapat dikenali lagi; mikroorganisme berupa flora dan fauna yang berperan dalam proses dekomposisi beserta produknya; serta humus yang merupakan hasil akhir

dekomposisi bahan organik (Yulipriyanto, 2010). Bahan-bahan tanaman yang masih menampakkan wujud aslinya berperan dalam pelindungan permukaan tanah sebagai mulsa. Menurut Handayanto (1998), serasah tanaman yang mengalami proses dekomposisi di dalam tanah adalah sumber primer bahan organik tanah yang selanjutnya akan menghasilkan humus.

Bahan organik yang berperan dalam proses kimia di dalam tanah adalah senyawa-senyawa organik dari jaringan tanaman antara lain karbohidrat, asam amino, protein, lipid, asam nukleat, lignin dan humus (Tan, 1991). Walaupun proporsinya tidak lebih dari 5% di dalam tanah, namun bahan organik dapat memodifikasi sifat-sifat fisika, biologi dan kimia tanah. Manfaat bahan organik antara lain sebagai salah satu sumber unsur hara, memperbaiki struktur tanah, memperbaiki aerasi, dan meningkatkan kemampuan tanah mengikat air. Oleh karena itu, menurunnya kandungan bahan organik pada suatu tanah maka menunjukkan tanda-tanda penurunan kesuburan tanah (Hanafiah, 2004).

Menurut Utomo (2012), terbukanya lahan pertanaman ubi kayu akibat pengolahan tanah intensif akan mengakibatkan tanah terbuka dan tingginya aerasi, sehingga proses perombakan bahan organik tanah akan berjalan lebih cepat, hal ini akan menyebabkan penurunan kandungan bahan organik dalam tanah. Selain itu Ardjasa dkk. (1981) juga menjelaskan bahwa suhu merupakan salah satu faktor penyebab penurunan bahan organik tanah yang mana suhu di Indonesia yang hangat juga akan menambah tingginya laju dekomposisi bahan organik sehingga bahan organik akan cepat terkuras.

Kandungan bahan organik di dalam tanah dapat diketahui dengan menganalisis kandungan C-organik pada contoh tanah. Salah satu metode yang mampu mengoksidasi rata-rata hingga 70 % bahan organik adalah metode *Walkley and Black*. Dari persentase kandungan C-organik dapat diketahui kandungan bahan organik tanah dengan mengalikan persentase C-organik dengan 100/58 yang merupakan faktor Van Bemmelen (Balai Penelitian Tanah, 2005).

### **2.3.2 Kapasitas Tukar Kation (KTK)**

Kapasitas tukar kation tanah adalah kemampuan koloid tanah dalam menjerap dan mempertukarkan kation. Kapasitas tukar kation total adalah jumlah muatan negatif tanah dari permukaan koloid tanah yang merupakan situs pertukaran kation-kation. Kapasitas tukar kation dinyatakan dalam miliekuivalen per 100 gram tanah (Tan, 1991).

Koloid tanah terdiri dari koloid anorganik dan koloid organik. Koloid anorganik adalah partikel liat yang berukuran 0,001 mm atau 1  $\mu\text{m}$ , sedangkan koloid organik berasal dari dekomposisi bahan organik yang mulai stabil yaitu humus. Koloid liat bersifat mantap sedangkan koloid humus bersifat dinamis dapat berubah (Hakim dkk., 1986). Pertukaran kation terjadi pada koloid liat dan koloid humus yang memiliki muatan negatif tersebut, sehingga tekstur tanah (jumlah liat), jenis mineral liat, dan kandungan bahan organik akan mempengaruhi kapasitas tukar kation suatu tanah

Menurut Utomo (2012) dan Purwanto (2012), pengolahan tanah intensif seperti pada lahan pertanaman ubi kayu, akan menyebabkan terbukanya lahan dan

penurunan kandungan bahan organik tanah. Penurunan kandungan bahan organik tanah ini akan berdampak pada penurunan kandungan humus tanah yang pada akhirnya juga akan berdampak pada penurunan nilai KTK tanah. Koloid humus mempunyai KTK paling besar dibandingkan dengan koloid liat. Koloid humus selain berfungsi sebagai tempat jerapan kation-kation, juga berperan sebagai sumber pembebasan unsur hara yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Tan, 1991).

### **2.3.3 Reaksi Tanah (pH)**

Dalam sistem tanah, pH tanah cenderung dikaitkan dengan kumpulan dari berbagai kondisi tanah, salah satunya adalah ketersediaan hara bagi tanaman. Banyak proses-proses yang mempengaruhi pH suatu tanah, diantaranya adalah keberadaan salah satunya asam sulfur dan asam nitrit sebagai komponen alami dari air hujan (Foth, 1984). Terdapat dua jenis kemasaman tanah, yaitu kemasaman potensial dan kemasaman aktif. Kemasaman potensial adalah kemasaman yang berasal dari ion-ion  $H^+$  yang terjerap oleh kompleks liat yang dapat dipertukarkan dan menyebabkan terbentuknya kemasaman potensial, sedangkan ion  $H^+$  yang dapat dipertukarkan berdisosiasi menjadi ion  $H^+$  bebas yang merupakan sumber kemasaman aktif. Kemasaman aktif inilah yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Tan, 1991).

Reaksi tanah (pH) dapat dijadikan indikator kesuburan tanah. Kondisi pH tanah optimum untuk ketersediaan unsur hara adalah sekitar 6,0–7,0. Pada pH kisaran 7 semua unsur hara makro dapat tersedia secara maksimum dan unsur hara mikro

tersedia tidak maksimum. Unsur hara mikro dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit sehingga pada pH kisaran 7,0 akan menghindari toksisitas. Pada reaksi tanah (pH) di bawah 6,5 akan terjadi defisiensi P, Ca, Mg dan toksisitas B, Mn, Cu dan Fe. Sementara itu pada pH 7,5 akan terjadi defisiensi P, B, Fe, Mn, Cu, Zn, Ca, Mg dan toksisitas B juga Mo (Hanafiah, 2004).

Koloid humus selain sebagai tempat terjerapnya kation-kation juga berperan sebagai situs pembebasan kation-kation basa (Tan, 1991). Hilangnya kandungan bahan organik akibat erosi dan proses oksidasi yang cepat pada lahan pertanaman ubi kayu akan berakibat pada reaksi-reaksi kimia yang ada di dalam tanah. Menurut Nyakpa dkk. (1988), bahan organik sebagai sumber koloid organik akan mempengaruhi kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, dan kemasaman tanah.

Kejenuhan basa juga sangat erat kaitannya dengan pH tanah, semakin tinggi kejenuhan basa artinya tanah didominasi oleh kation basa dan semakin sedikit jumlah kation-kation masam. Koloid humus dari hasil dekomposisi bahan organik juga berperan sebagai situs pembebasan kation-kation basa yang akan meningkatkan pH tanah (Tan, 1991). Menurut penelitian Purwanto (2012), terbukanya lahan menyebabkan penurunan kandungan bahan organik tanah dan intensifnya pencucian hara oleh air hujan. Hal ini mengakibatkan *leaching* kation-kation basa, sehingga akan menurunkan kejenuhan basa yang menyebabkan pH tanah menurun.

#### **2.3.4 Basa-Basa Dapat Dipertukarkan dan Kejenuhan Basa**

Basa-basa yang dapat dipertukarkan, kejenuhan basa, KTK dan pH tanah saling berhubungan. Basa-basa yang dapat dipertukarkan adalah total kation-kation basa dari ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , dan  $\text{Na}^+$ , sedangkan kejenuhan basa adalah jumlah basa-basa tersebut per kapasitas tukar kation tanah dan dinyatakan dalam satuan persen. Jika kejenuhan basa tinggi maka pH tanah tinggi, karena jika kejenuhan basa rendah berarti banyak terdapat kation-kation masam yang terjerap kuat di koloid tanah (Nyakpa dkk., 1988).

Pada daerah yang memiliki curah hujan tinggi, koloid tanah akan lebih banyak didominasi oleh ion  $\text{H}^+$ , sedangkan kation-kation basa terjerap lemah dan berada pada larutan bebas (Hakim dkk., 1986). Ardjasa dkk. (1981) menambahkan, tingginya curah hujan mengakibatkan kandungan basa-basa yang dapat dipertukarkan semakin rendah karena proses pencucian berjalan intensif. Pada lahan yang sering terbuka, seperti pada lahan pertanian ubi kayu, juga akan menambah pemicu terjadinya *leaching*. Hal ini akan dapat menyebabkan penurunan kandungan kation basa di dalam tanah.