

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk menghasilkan produk pertanian yang diinginkan dalam lingkungan tanah tersebut. Hasil pertanian didukung oleh kesuburan tanah sebesar 50% karena tanah yang subur dapat menghasilkan produksi pertanian yang optimal (Liyanda *et al.* 2013). Faktor pembentuk tanah seperti bahan induk, relief, organisme, dan waktu dapat mendominasi di tempat tersebut. Tanah yang subur dapat menjadi produktif jika dikelola dengan baik dengan teknik budidaya yang tepat (Yuwono, 2007).

Menurut Handayanto *et al.* (2017) kondisi kimia, fisik, dan biologi tanah, serta jumlah dan keseimbangan unsur hara dalam tanah dapat mempengaruhi kesuburan tanah. Berikut ini merupakan lima prinsip dalam pengelolaan kesuburan tanah, yaitu:

- a. Perlu adanya penambahan unsur hara yang terangkut oleh tanaman.
- b. Perlu mempertahankan kondisi fisik tanah.
- c. Tidak adanya pertumbuhan gulma, hama, dan penyakit pada tanaman.
- d. Tidak adanya peningkatan kemasaman tanah atau konsentrasi unsur beracun.
- e. Adanya pengendalian erosi tanah.

Kemampuan tanah dalam menyediakan hara merupakan faktor penting bagi keberhasilan pertumbuhan tanaman. Bahan organik digunakan oleh tanaman untuk mendapatkan energi, mengoptimalkan pertumbuhan serta kualitas produksi (Budi & Sari, 2015).

Penentuan nilai kesuburan tanah dapat dilakukan melalui penilaian kesuburan tanah yang meliputi analisis tanah. Analisis tanah perlu dilakukan agar diketahui pH, kadar unsur hara, bahan organik, dan sebagainya sehingga kandungannya dapat dibandingkan dengan kebutuhan setiap tanaman. Berdasarkan hasil penilaian kesuburan tanah dapat ditentukan langkah-langkah untuk mengembalikan kesuburan tanah sesuai dengan kebutuhan setiap tanaman. Analisis tanah terbagi menjadi dua yaitu analisis fisika tanah dan analisis kimia tanah (Soil Survey Staff, 2014). Menurut Rosmarkam & Yuwono (2002) pengambilan contoh tanah dapat menggunakan sistem

composite sample, yaitu dengan cara mencampurkan contoh tanah yang diambil dari suatu area tertentu.

2.2. Sifat Kimia Tanah

2.2.1. Reaksi pH Tanah

Reaksi pH tanah menentukan seberapa asam atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH yang menunjukkan tingkat konsentrasi nilai H^+ dalam tanah, semakin tinggi kandungan ion H^+ dalam tanah, maka dapat memberikan pengaruh negatif bagi kesuburan tanah karena tanah akan semakin masam. Selain itu ada pula ion OH^- yang jumlahnya berbanding terbalik dengan ion H^+ (Hardjowigeno, 2015).

Menurut Mulyani *et al.* (2010) pada umumnya lahan kering merupakan lahan masam dengan pH 4,6-5,5 serta memiliki kandungan hara seperti unsur N, P, K, dan Ca yang rendah. Tanah masam berasal dari bahan induk yang telah tua dan memiliki hambatan seperti pH tanah yang rendah, aluminium yang dapat ditukar dalam tanah tinggi, terjadinya kekurangan unsur fosfor dan kalsium, dan keracunan mangan.

Reaksi pH tanah perlu diketahui agar tanaman mendapatkan lingkungan pH yang optimal. Sebagian tanaman dapat mentolerir adanya perubahan pH, namun ada pula tanaman yang tidak dapat mentolerir perubahan pH. Selain itu, ketersediaan hara tanaman serta kelarutan Al dan Fe dapat dipengaruhi oleh pH tanah. Kelarutan Al dan Fe yang tinggi disebabkan oleh pH yang sangat rendah, sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak normal dan akan berdampak buruk pada kesuburan tanah sehingga ketersediaan hara berkurang dan tanaman keracunan Al dan Fe (Karamina *et al.* 2017).

2.2.2. C-Organik

Menurut Waluyaningsih (2008) C-organik memiliki peran untuk mendukung dan menyuplai hara bagi pertumbuhan tanaman. Bahan organik dapat diperlukan untuk menambah kesuburan tanah dan menyimpan unsur hara mikro serta faktor lainnya yang biasanya tidak ditemukan dalam pupuk anorganik. Penentuan bahan

organik tanah umumnya didasarkan pada jumlah kandungan C-organik. C-organik dalam tanah terbentuk dari berapa tahap dekomposisi bahan organik (Augustin & Cihacek, 2016).

Kandungan C-organik perlu dipertahankan tidak kurang dari 2% agar kandungan bahan organik tanah tidak berkurang dikarenakan proses dekomposisi mineralisasi, sehingga perlu adanya penambahan bahan organik setiap tahunnya (Priyono, 2013). Menurut Sukaryorini *et al.* (2016) penggunaan C-organik yang berlebihan akan menghambat perkembangan mikroorganisme dalam tanah sedangkan jika C-organik tanah kurang maka akan mengurangi kesuburan tanah. Hal ini dikarenakan kation-kation dalam tanah mudah mengalami pencucian. Kandungan C-organik yang optimal berada di antara 2,01-3,00%.

Menurut Njurumana *et al.* (2008) rendahnya C-organik dapat digunakan sebagai petunjuk untuk mengetahui rendahnya kandungan bahan organik tanah. Hal ini dikarenakan lapisan tanah bagian atas merupakan tempat berkumpulnya bahan organik. Selain itu, faktor yang menyebabkan kandungan C-organik rendah yaitu adanya perbedaan jumlah vegetasi yang tumbuh pada lahan tersebut.

2.2.3. P Tersedia dalam Tanah

Ketersediaan hara fosfor yang optimal berada pada pH 6,00-7,00. Unsur hara fosfor yang rendah berada pada kisaran pH 4,6-5,5 yang dapat disebabkan oleh berkurangnya bahan organik akibat dekomposisi sehingga menyebabkan ketersediaan humus menjadi rendah yang menyuplai ketersediaan P (Hanafiah, 2007).

Damanik *et al.* (2011) mengemukakan bahwa fosfor memiliki peran dalam beberapa kegiatan: (1) pembelahan sel dan pembentukan lemak dan albumin; (2) pembentukan bunga, buah dan biji; (3) kematangan tanaman melawan efek nitrogen, (4) stimulasi perkembangan akar, (5) peningkatan kualitas hasil tanaman, dan (6) ketahanan terhadap hama dan penyakit.

Aktivitas organisme yang kurang optimal, pH tanah yang terlalu asam atau basa dapat menjadi faktor lain yang dapat menghambat pemanfaatan fosfor. Al dan Fe oksida dapat mengikat P sehingga ketersediaan fosfor, KTK, dan ketersediaan bahan

organik yang rendah dapat menyebabkan defisiensi hara tanah. Hal tersebut dapat berdampak buruk terhadap kesuburan tanah (Herviyanti *et al.* 2012).

2.2.4. Nitrogen

Sumber nitrogen dari atmosfer sebagai sumber primer dan sumber nitrogen dari aktivitas di dalam tanah sebagai sumber sekunder. Kehilangan hara nitrogen pada tanah karena digunakan oleh tanaman secara terus menerus. Kandungan nitrogen total umumnya berkisar 2000-4000 kg/ha pada lapisan atas tanah namun yang tersedia hanya kurang dari 3% (Hardjowigeno, 2015).

Menurut Izzudin (2012) adanya bahan organik di dalam tanah berkontribusi pada tingginya kandungan nitrogen. Hal ini disebabkan oleh pelepasan unsur hara ke dalam tanah akibat dari penguraian bahan organik sebagai stimulus untuk meningkatkan kadar nitrogen tanah. Selain itu, jumlah bahan organik dan mikroorganisme di dalam tanah dapat berkurang yang dapat mengakibatkan turunnya kadar nitrogen. Hal ini dikarenakan jaringan bahan organik mengandung unsur nitrogen organik yang diubah oleh mikroorganisme menjadi nitrogen yang tersedia bagi tanaman

Pembentukan klorofil, asam amino, lemak, enzim, dan persenyawaan lainnya selama fase vegetatif dipengaruhi oleh nitrogen (Fahmi *et al.* 2010). Kekurangan nitrogen pada tanaman dapat menghambat pembuahan yang mengakibatkan bunga dan buah menjadi kerdil. Selain itu jika kandungan nitrogen terlalu banyak akan menyebabkan batang tanaman menjadi lunak dan berair sehingga rentan jatuh dan tertular penyakit (Patti *et al.* 2013). Kandungan nitrogen biasanya digunakan untuk menentukan dosis pemupukan urea (Soewandita, 2008).

2.2.5. Kejenuhan Basa (KB)

Kejenuhan basa dengan pH tanah sangat berkaitan erat, umumnya tanah dengan pH rendah cenderung membuat tanah semakin masam, sehingga kejenuhan basa lebih rendah sedangkan jika pH tanah tinggi maka kejenuhan basanya akan tinggi. Pada tanah dengan kejenuhan basa yang rendah, sebagian besar kompleks jerapan tanahnya

diisi dengan kation asam seperti Al^{+++} dan H^+ . Tanah dengan kation asam yang berlebih, akan menjadi racun bagi tanaman. Kondisi ini umumnya terlihat pada tanah-tanah masam (Hardjowigeno, 2015). Kejenuhan basa yang rendah dan reaksi tanah masam biasanya menunjukkan kesuburan tanah yang rendah karena mengurangi ketersediaan unsur hara (Sembiring *et al.* 2015)

Menurut Suastika *et al.* (2014) tanah yang subur dapat dikatakan jika memiliki kejenuhan basa >80%, tanah cukup subur jika memiliki kejenuhan basa 50-80%, dan tanah tidak subur jika memiliki kejenuhan basa <50%. Berdasarkan sifat tanahnya, tanah dengan kejenuhan basa >80% akan membebaskan kation basa dan memungkinkan pertukarannya lebih mudah dibandingkan tanah dengan kejenuhan basa 50%.

2.2.6. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan sifat kimia yang sangat erat kaitannya dengan kesuburan tanah. Kesuburan tanah yang lebih tinggi merupakan hasil dari peningkatan kemampuan tanah dengan nilai KTK tinggi untuk menahan dan memasok unsur hara dibandingkan dengan nilai KTK lebih rendah. KTK tanah yang tinggi dapat meningkatkan kesuburan tanah jika mengandung kation basa seperti Ca, Mg, K, dan Na, namun dapat menurunkan kesuburan tanah jika mengandung kation asam seperti Al dan H. Hal tersebut disebabkan unsur hara yang terkandung dalam kompleks jerapan koloid maka unsur hara tersebut tidak mudah hilang tercuci oleh air (Subowo, 2010). Tujuan kimiawi bahan organik dalam tanah adalah untuk meningkatkan KTK tanah, menyimpan unsur hara bagi tanaman, dan menyalurkan unsur hara tersebut (Conte, 2014).

Menurut Purba (2020) pada penelitian kajian kesuburan tanah pertanian lahan kering, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai KTK pada lahan kering memiliki status rendah hingga sedang. Nilai KTK pada lahan kering berkisar antara 9,51-22,19 cmol/kg. Kandungan bahan organik tanah yang sangat rendah dan tekstur tanah lempung berpasir dapat menjadi penyebab rendahnya nilai KTK.

Bahan organik dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menukar kation. Hal ini dikarenakan pelapukan bahan organik menghasilkan humus yang merupakan sumber muatan negatif tanah, sehingga memiliki permukaan yang dapat menahan unsur hara dan air (Kumalasari *et al.* 2013).

2.2.7. Basa di Tukar dalam Tanah

Terdapat empat basa yang dapat dipertukarkan, yaitu Natrium (Na), Kalium (K), Magnesium (Mg), dan Kalsium (Ca). Secara umum tanah memiliki tingkat kejenuhan basa yang berbeda. Hal ini disebabkan perbedaan muatan efektif, kemampuan pertukaran kation, dan perubahan pH. Selain itu, basa yang dapat ditukar oleh ion H^+ dan Al^{3+} dengan naiknya pH yang akan menghasilkan berbagai tingkat kejenuhan basa (Foth, 2010).

Menurut Hardjowigeno (2015) kejenuhan basa menggambarkan proporsi kation basa terhadap semua kation yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Jumlah kation terbesar yang dapat dijerap oleh tanah memberikan gambaran seberapa besar nilai kapasitas tukar kationnya. Tanaman membutuhkan kation basa sebagai komponen utamanya karena kation basa biasanya mudah tercuci, sehingga tanah dengan tingkat kejenuhan basa yang tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak tercuci dan merupakan tanah yang subur.

2.3. Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah sangat penting dalam mendorong pertumbuhan tanaman. Efektivitas pengolahan tanah dinilai dengan menggunakan ukuran seperti kerapatan isi dan kekuatan tanah. Sifat fisik tanah berbanding pada sifat tanah lainnya seperti kapasitas untuk menahan air dan mendukung pertumbuhan tanaman (Arsyad, 2006).

Menurut Hardjowigeno (2015) ada 13 jenis tekstur tanah yang berbeda antara lain pasir, debu, liat, pasir berlempung, lempung berpasir, lempung, lempung berdebu, lempung berliat, lempung liat berpasir, lempung liat berdebu, liat berpasir, dan liat berdebu.

Susunan relatif dari ketiga ukuran partikel tanah yaitu, pasir berukuran 2 mm-50 μm , debu berukuran 50-2 μm , dan liat berukuran $<2 \mu\text{m}$ menentukan tekstur tanah (Soil Survey Staff, 2014). Tanah bertekstur pasir adalah tanah dengan konsentrasi pasir $>70\%$, porositas rendah $<40\%$, dan beberapa ruang pori besar akan memiliki aerasi yang kuat, konduktivitasnya yang cepat, tetapi sedikit kapasitas untuk menyimpan zat hara. Tanah liat memiliki kandungan liat $>35\%$ dan mempunyai daya tampung yang besar untuk menahan air dan hara tanaman (Arifin, 2010). Dalam hal laju infiltrasi, penetrasi, dan kapasitas tanah untuk menahan air serta tekstur tanah mempengaruhi pengelolaan air tanah. Limpasan permukaan tergantung pada kualitas tanah yaitu kapasitas infiltrasinya yang mengacu pada kapasitasnya untuk menyerap udara dan permeabilitasnya dari lapisan tanah yang berbeda yang mengacu pada kapasitasnya dalam mengalirkan udara atau lapisan udara ke lapisan bawah profil tanah (Hanafiah, 2007).

Salah satu sifat fisik tanah yang paling umum dikenal adalah warna tanah yang sering digunakan untuk menggambarkan tanah dalam hal sifat lainnya. Warna tanah bukan hanya representasi fisik tanah, warna tanah juga dapat memberikan informasi penting seperti bahan induk bagi tanah yang baru berkembang, kondisi iklim untuk tanah yang sudah berkembang lanjut, dan kesuburan tanah atau produktivitas tanah (Hanafiah, 2007).

2.4. Batuan Induk dan Mineral Tanah

Menurut Hardjowigeno (2015) bahan induk merupakan dekomposisi atau pelapukan dari batuan. Batuan secara umum dapat dibagi menjadi tiga yaitu batuan beku, batuan metamorfosa, dan batuan sedimen. Batuan beku terbentuk dari magma yang dibekukan. Batuan yang terbentuk oleh pengendapan air atau angin disebut batuan sedimen. Batuan yang telah mengalami metamorfose akibat suhu dan tekanan yang tinggi berasal dari batuan beku atau sedimen.

Mineral tanah adalah salah satu komponen utama dalam penyusun tanah yang terkandung dalam tanah. Dengan mengkristalisasi senyawa pelapukan lain atau pelapukan mineral primer dan sekunder yang sudah ada maka terciptalah mineral

tanah (Ahmad *et al.* 2018). Mineral primer dan mineral sekunder merupakan salah satu pembentuk tanah. Mineral primer dihasilkan dari batuan beku yang tidak berubah secara kimiawi. Mineral primer merupakan sumber mineral yang paling signifikan sekaligus sumber bahan organik. (Masrun, 2018).

2.5. Pertanian Lahan Kering

Lahan kering merupakan lahan yang tidak pernah hujan sepanjang tahun. Lahan kering umumnya dikaitkan dengan pertanian yang dilakukan oleh masyarakat hulu di sungai sebagai tanah lapisan atas atau lahan di daerah kering yang mengandalkan curah hujan sebagai salah satu pasokan air dan tidak tergenang air secara terus menerus (Samosir, 2000).

Indonesia terdiri dari lahan kering seluas 53.963.705 ha atau 28.67% dari total luasan di negeri ini. Jawa Timur, Jawa Barat, Lampung, dan Kalimantan Barat memiliki lahan kering terluas yang digunakan untuk tegalan/kebun. Kabupaten Pacitan terdiri dari lahan sawah dan lahan kering. Lahan sawah memiliki luas 130,15 km² dan lahan kering seluas 1.259,72 km² (Wahyunto & Shofiyati, 2013). Luas lahan kering di wilayah Kabupaten Pacitan terdiri dari 85% lahan kering. Lahan kering rentan mengalami penggurunan, degradasi tanah, dan kekeringan. Secara fisik lahan kering tidak diairi atau tidak mendapat pelayanan irigasi, oleh karena itu curah hujan dan sedikit air tanah atau pomponisasi merupakan sumber utama airnya (Muku, 2002).

Tingkat produktivitas rendah yang dicirikan oleh tanah dengan pelapukan lanjut, solum tebal berwarna kemerahan, kandungan liat tinggi, reaksi tanah masam, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa rendah, miskin hara terutama fosfor, kandungan bahan organik rendah, kandungan besi dan aluminium tinggi melebihi batas toleransi tanaman serta tanah yang rawan erosi merupakan tantangan utama yang sering dihadapi pada kondisi lahan kering (Hidayat, 2009). Selain itu, pengembangan lahan kering terhambat oleh rendahnya produktivitas dan kesuburan tanah (Hidayat & Mulyani, 2005).

Menurut Notohadiprawiro *et al.* (2006) lahan kering masam memiliki kandungan Al dan Mn yang tinggi namun Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan kapasitas penyimpanan airnya rendah. Pengelolaan lahan kering mengacu pada segala tindakan yang dilakukan untuk melestarikan dan meningkatkan kesuburan tanah di lahan kering sehingga produksi pertanian dapat dilakukan secara berkelanjutan tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan. Keseimbangan sumber daya alam dapat terganggu dan degradasi lahan dipercepat oleh pengelolaan lahan yang tidak tepat (Muku, 2002).

