

# BAB 3

## HUBUNGAN TANAH DAN TANAMAN

Oleh Johan Sukweenadhi

### 3.1 Pendahuluan

Tanah dan tanaman memiliki hubungan yang sangat erat dan saling bergantung. Tanah berfungsi sebagai media pertumbuhan yang tidak hanya menyediakan dukungan fisik bagi tanaman, tetapi juga berperan penting dalam menyediakan nutrisi dan air yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dalam konteks ini, penting untuk memahami bagaimana tanah mendukung kehidupan tanaman serta perannya sebagai media pertumbuhan. Tanah adalah komponen vital dalam ekosistem yang mendukung kehidupan di permukaan bumi. Ia berfungsi sebagai media tumbuh yang menyediakan tempat bagi akar tanaman untuk berkembang. Akar tanaman tidak hanya berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi, tetapi juga memberikan stabilitas bagi tanaman agar dapat berdiri tegak. Tanah menyediakan kebutuhan primer bagi tanaman, seperti air dan unsur hara. Air adalah elemen penting dalam fotosintesis, proses di mana tanaman mengubah cahaya matahari menjadi energi. Tanpa air yang cukup, tanaman akan mengalami stres dan pertumbuhannya akan terhambat. Selain itu, tanah juga mengandung berbagai unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium.

Unsur-unsur ini memainkan peran penting dalam berbagai proses biokimia yang terjadi di dalam sel-sel tanaman (Widyati, 2013). Selain kebutuhan primer, tanah juga berfungsi sebagai penyedia kebutuhan sekunder bagi tanaman. Ini termasuk zat pemacu tumbuhan seperti vitamin dan hormon yang dihasilkan oleh mikroorganisme di dalam tanah. Zat-zat ini membantu meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan tanaman dengan memperbaiki metabolisme seluler dan meningkatkan daya tahan terhadap penyakit (Gunawan, 2022). Tanah juga merupakan habitat bagi berbagai organisme, baik mikroorganisme maupun makroorganisme. Mikroba

dalam tanah berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik, yang menghasilkan humus—suatu bentuk bahan organik yang kaya akan nutrisi. Kehadiran organisme ini membantu menjaga kesuburan tanah dan mendukung kesehatan tanaman secara keseluruhan (Suliasih et al., 2010). Struktur tanah juga memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan akar. Tanah dengan struktur yang baik memungkinkan akar untuk menembus dengan mudah dan mencari air serta nutrisi. Ketika struktur tanah terganggu—misalnya akibat pemadatan atau erosi—pertumbuhan akar dapat terhambat, sehingga mempengaruhi kesehatan dan produktivitas tanaman (Handayanto, 2022).

### **3.2 Penyerapan Unsur Hara oleh Tanaman**

Penyerapan unsur hara oleh tanaman adalah proses penting yang menentukan kesehatan dan produktivitas tanaman. Tanaman menyerap air dan nutrisi dari tanah melalui akarnya dengan berbagai mekanisme yang kompleks. Proses ini melibatkan interaksi antara akar tanaman, tanah, dan unsur hara yang tersedia. Berikut adalah penjelasan lebih mendalam mengenai mekanisme penyerapan nutrisi oleh akar tanaman serta faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan tersebut. Tanaman menyerap unsur hara melalui akar dengan tiga mekanisme utama: aliran massa, difusi, dan intersepsi akar.

Aliran Massa (Mass Flow) adalah proses di mana larutan hara (yang terdiri dari air dan unsur hara mineral) bergerak menuju permukaan akar. Proses ini didorong oleh transpirasi, yaitu penguapan air dari permukaan daun tanaman. Ketika air menguap, ia menciptakan kekosongan di dalam jaringan tanaman yang menarik air dari tanah ke akar. Dengan gerakan air ini, unsur hara yang terlarut dalam air juga ikut terangkut ke permukaan akar (Hawkesford et al., 2018).

Difusi adalah pergerakan molekul dari daerah dengan konsentrasi tinggi ke daerah dengan konsentrasi rendah. Dalam konteks penyerapan hara, ketika konsentrasi unsur hara di larutan tanah lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi di permukaan akar, unsur hara tersebut akan bergerak menuju akar tanaman.

Proses ini sangat penting untuk unsur-unsur seperti kalium (K) dan fosfat (P), yang biasanya tersedia dalam konsentrasi tinggi di sekitar akar (Marschner, 2012).

Intersepsi akar terjadi ketika akar tanaman tumbuh dan memperpanjang jangkauannya untuk menjangkau lebih banyak area tanah. Akar yang bercabang memungkinkan tanaman untuk menjangkau bagian-bagian media tanam yang sebelumnya tidak terjangkau. Dalam proses ini, bulu-bulu akar berfungsi sebagai titik kontak utama untuk penyerapan unsur hara dari tanah (Miller et al., 2007). Intersepsi akar dapat ditingkatkan melalui simbiosis dengan mikoriza, yaitu jamur yang berasosiasi dengan akar tanaman untuk meningkatkan penyerapan nutrisi.

### **3.3 Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Nutrisi**

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman. pH tanah mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Tanah yang terlalu asam atau basa dapat mengurangi ketersediaan beberapa nutrisi penting. Misalnya, pH yang rendah dapat mengikat fosfor sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Lindsay & Norvell, 1978).

Tekstur tanah—komposisi relatif partikel pasir, debu, dan liat—mempengaruhi kemampuan tanah dalam menahan air dan nutrisi. Tanah berpasir memiliki drainase yang baik tetapi kurang mampu menahan nutrisi dibandingkan dengan tanah liat yang lebih padat (Brady & Weil, 2010). Struktur tanah juga berperan dalam aerasi; tanah yang terkompaksi dapat menghambat pertumbuhan akar dan mengurangi kemampuan penyerapan.

Suhu tanah mempengaruhi aktivitas metabolik pada akar serta mikroorganisme di dalam tanah. Suhu optimal akan meningkatkan laju respirasi akar sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi (Miller et al., 2007). Kelembaban juga merupakan faktor penting; kelembaban tanah yang cukup diperlukan agar proses difusi dan aliran massa dapat berlangsung efektif.

Mikroba dalam tanah berperan penting dalam siklus nutrisi. Mereka membantu mendekomposisi bahan organik menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman. Aktivitas mikroba dapat

dipengaruhi oleh pH, suhu, kelembaban, serta ketersediaan oksigen di dalam tanah (Garbeva et al., 2004).

### **3.4 Hubungan Ketersediaan Unsur Hara Tanah pada Pertumbuhan Tanaman**

Unsur makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), belerang (S), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) diperlukan dalam jumlah besar oleh tanaman untuk pertumbuhan optimal. Nitrogen penting untuk sintesis protein dan klorofil; kekurangan nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat. Fosfor berperan dalam pembentukan DNA dan energi; kekurangan fosfor dapat menghambat pertumbuhan akar. Kalium mengatur keseimbangan air; kekurangan kalium menyebabkan kerentanan terhadap penyakit. Unsur mikro seperti besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), klorin (Cl), boron (B), dan molibdenum (Mo) diperlukan dalam jumlah kecil tetapi sangat penting untuk berbagai fungsi fisiologis. Kekurangan atau kelebihan unsur-unsur ini dapat mempengaruhi kesehatan tanaman secara signifikan. Misalnya, kekurangan besi dapat menyebabkan klorosis daun, sedangkan kelebihan kalium dapat mengurangi serapan magnesium (Marschner, 2012).

Interaksi antar unsur hara juga memainkan peranan penting dalam ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Antagonisme terjadi ketika beberapa unsur dapat saling menghambat satu sama lain ketika tersedia dalam jumlah berlebih; contohnya adalah kelebihan fosfor dapat mengurangi serapan seng. Sebaliknya, sinergisme terjadi ketika beberapa unsur bekerja sama untuk meningkatkan efektivitas penyerapan; misalnya, nitrogen dapat meningkatkan serapan kalium. Memahami interaksi ini sangat penting bagi petani untuk mengoptimalkan penggunaan pupuk dan memastikan kesehatan serta produktivitas tanaman.

Elaborasi lebih lanjut mengenai unsur-unsur ini menunjukkan bahwa setiap unsur memiliki peran spesifik yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain. Nitrogen, misalnya, adalah komponen utama asam amino, yang merupakan blok pembangun protein, serta klorofil, yang esensial untuk fotosintesis. Fosfor, di sisi lain, adalah bagian integral dari ATP, molekul yang menyimpan dan mentransfer

energi dalam sel. Kalium membantu dalam pengaturan osmotik dan keseimbangan ion dalam sel, yang penting untuk turgor sel dan transportasi nutrisi. Unsur mikro, meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil, berfungsi sebagai kofaktor enzim yang mengkatalisis berbagai reaksi biokimia dalam tanaman. Misalnya, besi adalah komponen penting dari enzim yang terlibat dalam respirasi dan fotosintesis. Oleh karena itu, keseimbangan yang tepat dari unsur-unsur ini sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang sehat.

### **3.5 Peran Biota Tanah dalam Mendukung Pertumbuhan Tanaman**

Biota tanah, khususnya mikroorganisme, memainkan peran yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan fungi memiliki hubungan simbiotik yang kompleks dengan akar tanaman. Salah satu fungsi utama mikroorganisme ini adalah meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman melalui berbagai mekanisme. Misalnya, bakteri tanah dapat membantu melarutkan unsur hara yang terikat di dalam tanah sehingga menjadi lebih mudah diserap oleh akar. Selain itu, mikroorganisme juga berperan dalam proses dekomposisi bahan organik, yang menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat meningkatkan kesuburan tanah (Niswati et al., 2008).

Mikroba di rizosfer—lapisan tanah yang mengelilingi akar tanaman—menyediakan berbagai bahan organik yang diperlukan untuk pertumbuhan mereka sendiri dan juga untuk tanaman. Akar tanaman mengeluarkan eksudat berupa gula, asam amino, dan senyawa organik lainnya yang menjadi sumber makanan bagi mikroorganisme (Niswati et al., 2008). Interaksi ini menciptakan lingkungan yang saling menguntungkan; tanaman mendapatkan nutrisi yang lebih baik sementara mikroorganisme mendapatkan sumber makanan dari eksudat akar. Oleh karena itu, kesehatan sistem perakaran sangat bergantung pada keberadaan dan aktivitas mikroorganisme dalam tanah.

Simbiosis antara akar tanaman dan mikroba memberikan manfaat signifikan bagi kedua belah pihak. Salah satu contoh paling terkenal adalah hubungan simbiotik antara bakteri *Rhizobium* dan

tanaman leguminosa seperti kacang-kacangan. *Rhizobium* memiliki kemampuan untuk melakukan fiksasi nitrogen, yaitu mengubah nitrogen bebas dari atmosfer menjadi bentuk amonia yang dapat digunakan oleh tanaman (Cegelski et al., 2009). Proses ini sangat penting karena nitrogen adalah unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan.

Bintil akar yang terbentuk pada akar leguminosa adalah tanda bahwa simbiosis ini berlangsung dengan baik. Bintil tersebut tidak hanya menyediakan tempat tinggal bagi bakteri tetapi juga merupakan lokasi di mana fiksasi nitrogen terjadi (Anonim, 2015). Dengan adanya bintil akar ini, tanaman leguminosa dapat memperoleh nitrogen dalam jumlah yang cukup, sehingga meningkatkan pertumbuhannya secara keseluruhan. Selain itu, jamur mikoriza juga berperan penting dalam meningkatkan penyerapan air dan unsur hara lainnya seperti fosfor (Smith & Read, 2008). Jamur ini membentuk jaringan miselium yang menjangkau area tanah yang lebih luas dibandingkan dengan akar tanaman itu sendiri.

Dengan demikian, simbiosis antara akar tanaman dan mikroba tidak hanya meningkatkan ketersediaan nutrisi tetapi juga memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen. Mikroba dapat menghasilkan senyawa antimikroba yang membantu melawan bakteri patogen di rizosfer (Kurniasari & Kurniawati, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan biota tanah sangat krusial dalam mendukung pertumbuhan tanaman serta menjaga keseimbangan ekosistem tanah secara keseluruhan.

### **3.6 Pengaruh Sifat Fisik Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman**

Tekstur dan struktur tanah adalah dua sifat fisik yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah merujuk pada proporsi partikel-partikel mineral yang membentuk tanah, seperti pasir, lanau, dan lempung. Setiap jenis tekstur memiliki karakteristik unik yang memengaruhi penetrasi akar, ketersediaan air, dan sirkulasi udara. Tanah berpasir, misalnya, memiliki partikel yang lebih besar dan ruang pori yang lebih luas, sehingga memungkinkan drainase yang cepat tetapi kurang mampu menahan

air dan nutrisi. Sebaliknya, tanah liat memiliki partikel yang lebih kecil dan rapat, sehingga dapat menahan air dengan baik tetapi dapat menghambat penetrasi akar jika terlalu padat (Kramer, 1983).

Struktur tanah, di sisi lain, mengacu pada cara partikel-partikel tanah terorganisir menjadi agregat atau gumpalan. Struktur yang baik meningkatkan aerasi dan drainase tanah, memungkinkan akar untuk tumbuh dengan baik dan menyerap air serta unsur hara secara efisien. Keterhubungan antara tekstur dan struktur tanah sangat penting untuk memastikan bahwa tanaman mendapatkan akses yang cukup terhadap air dan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Drainase dan aerasi adalah dua aspek penting dari sifat fisik tanah yang memengaruhi perkembangan akar tanaman. Drainase yang baik memastikan bahwa air tidak terjebak di permukaan tanah atau di dalam pori-pori tanah, yang dapat menyebabkan genangan air dan pembusukan akar. Tanah dengan drainase buruk sering kali mengakibatkan kondisi anaerobik di mana oksigen tidak tersedia bagi akar tanaman (Handayanto et al., 2017).

Aerasi yang baik juga diperlukan untuk proses respirasi akar; akar tanaman membutuhkan oksigen untuk menjalankan metabolisme mereka. Jika tanah terlalu padat atau terkompaksi, sirkulasi udara akan terganggu, sehingga menghambat pertumbuhan akar dan mengurangi kemampuan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan pengelolaan drainase dan aerasi dalam praktik pertanian agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Penahanan air adalah kemampuan tanah untuk menyimpan air dalam jumlah cukup bagi kebutuhan tanaman. Ini sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah; tanah liat memiliki kapasitas penahanan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah berpasir karena porinya yang lebih kecil (Brady & Weil, 2010). Bahan organik juga memainkan peran penting dalam penahanan air; humus dapat menyerap air hingga beberapa kali lipat beratnya sendiri, meningkatkan kapasitas penyimpanan air dalam tanah.

Ketika bahan organik terdegradasi, ia membentuk struktur agregat yang membantu menjaga kelembaban tanah (Notohadiprawiro et al., 2006). Ketersediaan air sangat penting bagi pertumbuhan tanaman karena semua proses fisiologis—seperti fotosintesis, transportasi nutrisi, dan pertumbuhan sel—bergantung pada

keberadaan air. Tanpa penahanan air yang memadai, tanaman akan mengalami stres akibat kekeringan, yang dapat menghambat pertumbuhannya atau bahkan menyebabkan kematian.

Dengan demikian, sifat fisik tanah—termasuk tekstur, struktur, drainase, aerasi, dan penahanan air—berperan krusial dalam menentukan kesehatan dan produktivitas tanaman. Memahami interaksi antara faktor-faktor ini akan membantu petani merancang strategi pengelolaan lahan yang lebih efektif untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

### **3.7 Pengaruh Sifat Kimia Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman**

pH tanah merupakan faktor kimia yang sangat penting dalam menentukan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. pH tanah menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan tanah, yang berkisar dari 0 (sangat asam) hingga 14 (sangat basa). Tanah netral memiliki pH sekitar 7, sedangkan tanah yang asam memiliki pH kurang dari 7 dan tanah yang basa memiliki pH lebih dari 7 (Triharto et al., 2014; Novizan, 2007). Pengaruh pH tanah terhadap ketersediaan unsur hara sangat nyata. Unsur hara macromakro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) memiliki ketersediaan yang berubah-ubah tergantung pada pH tanah. Pada pH netral (sekitar 6–7), ketersediaan unsur hara biasanya maksimum karena ion-ion unsur hara mudah larut dalam air (Novizan, 2007).

Namun, jika pH tanah terlalu rendah atau terlalu tinggi, ketersediaan unsur hara akan menurun drastis. Misalnya, fosfor akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium pada pH rendah untuk membentuk senyawa yang sulit larut seperti besi fosfat dan aluminium fosfat. Begitu pula, fosfor akan bereaksi dengan ion kalsium pada pH tinggi untuk membentuk kalsium fosfat yang juga sulit larut (Dhage et al., 2014). Selain itu, unsur mikro seperti Fe, Zn, Mn, Cu juga dapat menjadi racun bagi tanaman pada pH rendah maupun tinggi karena mereka menjadi lebih reaktif dan mudah larut dalam air. Oleh karena itu, penting untuk memilih pupuk yang sesuai dengan pH tanah untuk memastikan efektivitas penyerapan nutrisi oleh tanaman. Cara menetralkan pH tanah yang asam atau basa

meliputi pemberian kapur pertanian untuk menaikkan pH atau sulfur untuk menurunkan pH (Gunawan, 2022).

Kapasitas tukar kation (KTK) adalah parameter kimia tanah yang menunjukkan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepaskan kation-kation mineral seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  dll. KTK sangat berpengaruh terhadap retensi dan ketersediaan hara dalam tanah.

Tanah dengan KTK tinggi dapat menyerap lebih banyak kation-kation mineral dari air hujan atau irigasi. Hal ini berarti bahwa tanah tersebut memiliki kemampuan untuk menahan nutrisi yang lebih baik, tetapi juga dapat mengikat nutrisi yang tidak tersedia bagi tanaman (Brady & Weil, 2010). Sebaliknya, tanah dengan KTK rendah akan lebih cepat melepaskan kation-kation mineral ke dalam air tanah, sehingga ketersediaannya akan lebih singkat. Pertukaran anion dalam tanah juga penting karena dapat mempengaruhi ketersediaan hara mikro seperti boron (B) dan molibdenum (Mo). Ion-ion anion seperti sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dapat berinteraksi dengan senyawa hara mikro untuk membentuk kompleks yang sulit larut, sehingga mengurangi ketersediaannya bagi tanaman (Gunawan, 2002). Dengan demikian, memahami faktor-faktor kimia tanah seperti pH dan KTK sangat penting untuk merencanakan strategi pengelolaan lahan yang efektif dalam meningkatkan produksi tanaman. Pengelolaan pH dan KTK dapat membantu petani memastikan bahwa tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup untuk tumbuh dengan optimal.

### **3.8 Hubungan Antara Kesehatan Tanaman Dan Kesehatan Tanah**

Kesehatan tanah dan kesehatan tanaman saling terkait erat, dan terdapat berbagai gejala visual yang dapat mengindikasikan masalah pada salah satu atau kedua aspek tersebut. Salah satu tanda paling jelas dari kesehatan tanah yang buruk adalah penurunan pertumbuhan tanaman. Ketika tanaman menunjukkan pertumbuhan yang terhambat, daun menguning, atau bahkan layu, ini bisa menjadi indikasi bahwa tanah tidak menyediakan nutrisi yang cukup atau memiliki masalah drainase (Sari et al., 2020). Misalnya, kekurangan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, atau kalium dapat menyebabkan

gejala seperti klorosis (daun kuning) dan pertumbuhan yang terhambat.

Selain itu, kondisi fisik tanah juga dapat mempengaruhi kesehatan tanaman. Tanah yang terlalu padat atau terkompaksi dapat menghambat penetrasi akar dan mengurangi sirkulasi udara serta ketersediaan air. Drainase yang buruk sering kali menyebabkan genangan air, yang dapat memicu pembusukan akar dan meningkatkan risiko penyakit tanaman (Suhardjo et al., 2019).

Tanah subur biasanya memiliki pH netral yang mendukung ketersediaan nutrisi; jika pH terlalu asam atau basa, hal ini dapat mengakibatkan ketidakmampuan tanaman untuk menyerap nutrisi secara efektif (Suharno et al., 2018). Oleh karena itu, memantau gejala visual pada tanaman dapat memberikan petunjuk penting mengenai kesehatan tanah. Tanaman sering kali berfungsi sebagai indikator kesuburan tanah. Kinerja tanaman—termasuk ukuran, warna daun, dan hasil panen—dapat mencerminkan kondisi tanah yang mendasarinya. Misalnya, tanaman yang tumbuh subur dengan daun hijau gelap dan batang yang kuat biasanya menunjukkan bahwa tanah tersebut kaya akan nutrisi dan memiliki struktur yang baik (Sari et al., 2020). Sebaliknya, jika tanaman tampak kurus dengan daun kuning atau bercak coklat, ini bisa menjadi indikasi bahwa tanah kekurangan unsur hara atau sedang mengalami masalah tertentu seperti drainase buruk.

Keberagaman jenis tanaman yang dapat tumbuh di suatu area juga menjadi indikator penting. Tanah yang sehat dan subur biasanya mampu mendukung berbagai jenis tanaman. Jika hanya sedikit jenis tanaman yang dapat tumbuh dengan baik di suatu lokasi, ini mungkin menunjukkan bahwa tanah tersebut tidak cukup subur atau memiliki masalah tertentu (Suharno et al., 2018).

Penelitian menunjukkan bahwa keberadaan berbagai spesies tanaman dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan melalui interaksi akar dan mikroorganisme (Fitria et al., 2021).

Dengan demikian, hubungan antara kesehatan tanah dan kesehatan tanaman sangat kompleks tetapi saling melengkapi. Memahami tanda-tanda kesehatan tanah dan bagaimana kinerja tanaman mencerminkan kondisi tersebut adalah langkah penting

dalam pengelolaan pertanian berkelanjutan. Dengan memantau kedua aspek ini secara bersamaan, petani dapat mengambil tindakan proaktif untuk meningkatkan kualitas tanah dan hasil panen mereka.

### **3.9 Studi Kasus Hubungan Tanah dan Tanaman pada Pertanian Organik dan Konvensional**

Pertanian organik dan konvensional memiliki pendekatan yang berbeda dalam pengelolaan tanah dan tanaman, yang berdampak langsung pada kesehatan tanah dan hasil pertanian. Dalam konteks ini, studi komparatif dapat memberikan wawasan berharga mengenai bagaimana praktik-praktik ini mempengaruhi produktivitas, keberlanjutan, dan kesehatan ekosistem secara keseluruhan.

Salah satu penelitian yang dilakukan di Desa Watukebo, Banyuwangi, menunjukkan bahwa pertanian semi-organik memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pertanian konvensional. Penelitian tersebut menemukan bahwa rata-rata pencapaian efektivitas pada usahatani padi organik mencapai 71,26%, sedangkan pada pertanian konvensional hanya 63,73% (Domiah dan Januar, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa praktik pertanian organik tidak hanya lebih ramah lingkungan tetapi juga lebih efisien dalam penggunaan sumber daya. Pertanian organik cenderung menggunakan pupuk alami dan metode pengendalian hama yang lebih berkelanjutan, yang membantu menjaga keseimbangan ekosistem tanah.

Dari segi kesehatan tanah, praktik pertanian organik meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Pemberian pupuk organik seperti kompos dan pupuk hijau tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah tetapi juga memperbaiki struktur fisik tanah. Tanah yang kaya akan bahan organik memiliki kapasitas penahanan air yang lebih baik dan porositas yang lebih tinggi, sehingga mendukung penetrasi akar tanaman (Subowo et al., 1990). Sebaliknya, pertanian konvensional sering kali bergantung pada pupuk kimia dan pestisida sintetis, yang dapat mengurangi keanekaragaman hayati mikroorganisme tanah dan menyebabkan degradasi kualitas tanah dalam jangka panjang.

Dalam hal produktivitas, meskipun hasil panen dari pertanian konvensional sering kali lebih tinggi dalam jangka pendek karena

penggunaan pupuk kimia yang intensif, penelitian menunjukkan bahwa hasil jangka panjang dari pertanian organik bisa lebih menguntungkan. Misalnya, sebuah studi menunjukkan bahwa pendapatan petani organik jauh lebih tinggi dibandingkan dengan petani konvensional setelah mempertimbangkan biaya input (Ningsih et al., 2020). Petani organik di desa tersebut melaporkan pendapatan rata-rata Rp 7.867.943 per tahun dibandingkan dengan Rp 4.977.611 untuk petani konvensional.

Namun, tantangan tetap ada dalam penerapan pertanian organik. Banyak petani masih menghadapi kendala teknis seperti kurangnya pengetahuan tentang teknik budidaya organik dan ketersediaan input organik (Akoit et al., 2019). Oleh karena itu, pendidikan dan pelatihan bagi petani sangat penting untuk meningkatkan adopsi praktik pertanian organik.

Secara keseluruhan, perbandingan antara pertanian organik dan konvensional menunjukkan bahwa praktik pertanian organik tidak hanya mendukung kesehatan tanah tetapi juga memberikan manfaat ekonomi jangka panjang bagi petani. Dengan mengedepankan keberlanjutan dan menjaga keseimbangan ekosistem, pertanian organik dapat menjadi solusi untuk tantangan pertanian modern saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akoit, M.Y., et al. 2019. "Comparative Study of Semi Organic and Conventional Rice Farm Management in Watukebo Village." *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*.
- Brady, N.C., and Weil, R.R. 2010. *The Nature and Properties of Soils*. 14th ed. Upper Saddle River: Pearson Education.
- Cegelski, L, Smith, C.L, and Hultgren, S.J. 2009. "Microbial Adhesion." In *Environmental Microbiology and Ecology in Encyclopedia of Microbiology*, Third Edition.
- Dhage, et.al., 2014. "Sebaran Unsur Hara NPK dan pH dalam Tanah" *Buana Sains Vol 18 No 2:109-124*.
- Domiah, A and Januar, J. 2019. "Studi Komparatif Usahatani Padi Semi Organik dan Konvensional di Desa Watukebo Kecamatan Blimbingsari Kabupaten Banyuwangi." *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*.
- Fitria, R., Suharno, S., and Sari, D.P. 2021. "The Role of Plant Diversity in Soil Fertility Improvement." *Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2): 123-130.
- Garbeva, P., van Veen, J.A., and van Elsas, J.D. 2004. "Microbial Diversity in Soil: The Role of Soil Structure." *Soil Biology and Biochemistry*, 36(11): 1735-1747.
- Gunawan. 2022. *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Yogyakarta: Deepublish.
- Handayanto, E. 2022. *Mengenal Tanah sebagai Media Tanam*. Jakarta: Kompas.
- Handayanto et al., 2017. "Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman." *Jurnal Ilmu Pertanian*.
- Hawkesford, M.J., et al. 2018. "The Role of Nutrients in Plant Growth." In *Plant Nutrition for Sustainable Agriculture and Environment*, eds M.J. Hawkesford and T.J.A.P.C.Wang.
- Kramer, P.J. 1983. "Water Relations of Plants." In *Physiology of Plants*, eds P.J. Kramer and T.T. Kozlowski.
- Kurniasari, D.I., and Kurniawati, N. 2020. "Penghambatan *Xanthomonas campestris* dengan Nitrifikasi Mikroorganisme Akar Tanaman." *Repository UIN Suska*.
- Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. "Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper." *Soil Science Society of*

- America Journal, 42(3): 421-428.
- Marschner, H. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London: Academic Press.
- Miller, G.R., et al. 2007. "Temperature Effects on Root Growth and Nutrient Uptake." *Plant Physiology*, 143(1): 1-10.
- Ningsih, A.F., Sriyadi, Rahayu, L. 2020. " Studi Komparatif Efektivitas Penerapan Standar Operasional Prosedur (Sop) Usahatani Padi Secara Organik Dan Padi Secara Konvensional Di Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul." UMY Repository. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Niswati dkk. 2008. "Mikroba Rizosfer: Peran dan Manfaatnya bagi Tanaman." *Jurnal Biologi*.
- Notohadiprawiro et al., 2006. "Kesuburan Tanah: Interaksi Sifat Fisik, Kimia dan Biologi." *Jurnal Ilmu Tanah*.
- Sari, D.P., Suhardjo, S., and Setiawan, B. 2020. "Visual Symptoms of Nutrient Deficiency in Plants: Implications for Soil Health." *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 4(1): 45-52.
- Smith, S.E., and Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Third Edition. London: Academic Press.
- Subowo et al. 1990. "Pemberian Bahan Organik Dalam Pengelolaan Tanah." *Jurnal Ilmu Tanah*.
- Suhardjo, S., Setiawan, B., and Suharno. 2019. "Impact of Soil Compaction on Plant Growth: A Case Study." *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 6(3): 67-75.
- Suharno, S., Fitria, R., and Setiawan, B. 2018. "Soil pH and Its Effect on Nutrient Availability in Agricultural Soils." *Jurnal Ilmu Tanah*, 7(1): 89-98.
- Suliasih, N., dkk. 2010. *Pengaruh Media Tanam terhadap Pertumbuhan*. Jakarta: EGC.
- Triharto et.al., 2014. "Hubungan Ketersediaan Unsur Hara dengan pH Tanah." *Pertanian Ngawi Kabupaten*.
- Widyati. 2013. *Pengertian Tanah: Konsep dan Fungsinya*. Jakarta: Erlangga.

# KESUBURAN TANAH DAN BAHAN ORGANIK

Jamilah, Zuhri Multazam, Johan Sukweenadhi, Christine J K Ekawati,  
Khairul Anwar, Galang Indra Jaya, Adnan Sofyan, Amir Noviyanto,  
Muhammad Parikesit Wisnubroto



# **KESUBURAN TANAH DAN BAHAN ORGANIK**

**Jamilah  
Zuhri Multazam  
Johan Sukweenadhi  
Christine J K Ekawati  
Khairul Anwar  
Galang Indra Jaya  
Adnan Sofyan  
Amir Noviyanto  
Muhammad Parikesit Wisnubroto**



**CV HEI PUBLISHING INDONESIA**

# KESUBURAN TANAH DAN BAHAN ORGANIK

**Penulis:**

Jamilah

Zuhri Multazam

Johan Sukweenadhi

Christine J K Ekawati

Khairul Anwar

Galang Indra Jaya

Adnan Sofyan

Amir Noviyanto

Muhammad Parikesit Wisnubroto

**ISBN:** 978-634-7214-11-9

**Editor:** Ir. Eddy Jajang Jaya Atmaja, M. M., MBA, P. hD (Cand)

**Penyunting:** Ulmardi, ST

**Desain Sampul dan Tata Letak:** Ipah Kurnia Putri S.St

**Penerbit:** CV HEI PUBLISHING INDONESIA

Nomor IKAPI 043/SBA/2023

**Redaksi:**

Jl. Air Paku No.29 RSUD Rasidin, Kel. Sungai Sapih, Kec Kuranji

Kota Padang Sumatera Barat

Website : [www.HeiPublishing.id](http://www.HeiPublishing.id)

Email : [heipublishing.id@gmail.com](mailto:heipublishing.id@gmail.com)

Cetakan pertama, Maret 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk  
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah subhanahu wa'taala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku "Kesuburan Tanah Dan Bahan Organik", dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini berisikan tentang Ruang Lingkup Dan Konsep Kesuburan Dan Bahan Organik, Komponen Penyusun Tanah Yang Mempengaruhi Kesuburan Tanah, Kemasaman Dan Alkalinitas Tanah, Nitrogen Tanah Dan Pengelolaannya, P Tanah Dan Pengelolaannya, Kalium Dan Pengelolaannya, Evaluasi Kesuburan Tanah, Aplikasi Biochar dan Biorin Untuk Pertanian.

Semoga buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, dan para profesional di bidang Kesuburan Tanah Dan Bahan Organik, serta siapa saja yang tertarik mempelajari Kesuburan Tanah Dan Bahan Organik. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, Harapan terbesar buku ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Selamat membaca dan semoga bermanfaat.

Padang, Maret 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
<b>BAB 1 RUANG LINGKUP DAN KONSEP KESUBURAN DAN BAHAN ORGANIK.....</b>	<b>1</b>
1.1 Pengertian Kesuburan Tanah Dan Ruang Lingkupnya.....	1
1.2 Klasifikasi kesuburan tanah.....	5
1.3 Bahan Organik Tanah.....	7
1.4 Rangkuman.....	13
1.5 Latihan:.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	17
<b>BAB 2 KOMPONEN PENYUSUN TANAH SEBAGAI DASAR KESUBURAN TANAH.....</b>	<b>21</b>
2.1 Pendahuluan.....	21
2.2 Komponen Penyusun Tanah.....	21
2.3 Mineral tanah dan kesuburan tanah.....	23
2.4 Bahan Organik dan Kesuburan Tanah .....	25
2.5 Air dan kesuburan tanah .....	25
2.6 Udara tanah.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	31
<b>BAB 3 HUBUNGAN TANAH DAN TANAMAN.....</b>	<b>33</b>
3.1 Pendahuluan.....	33
3.2 Penyerapan Unsur Hara oleh Tanaman .....	34
3.3 Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Nutrisi .....	35
3.4 Hubungan Ketersediaan Unsur Hara Tanah pada Pertumbuhan Tanaman.....	36
3.5 Peran Biota Tanah dalam Mendukung Pertumbuhan Tanaman .....	37
3.6 Pengaruh Sifat Fisik Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman .....	38
3.7 Pengaruh Sifat Kimia Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	40
3.8 Hubungan Antara Kesehatan Tanaman Dan Kesehatan Tanah.....	41

3.9 Studi Kasus Hubungan Tanah dan Tanaman pada Pertanian Organik dan Konvensional .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 4 KEMASAMAN DAN ALKALINITAS TANAH.....</b>	<b>47</b>
4.1 Pengertian Kemasaman dan Alkalinitas Tanah.....	47
4.2 Pengaruh pH Terhadap Ketersediaan Unsur Hara .....	55
4.3 Modifikasi pH Tanah.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	61
<b>BAB 5 NITROGEN TANAH DAN PENGELOLAANYA .....</b>	<b>63</b>
5.1 Pendahuluan.....	63
5.2 Siklus Nitrogen dalam Tanah.....	64
5.3 Sumber Nitrogen .....	66
5.4 Pengelolaan Nitrogen Tanah.....	68
5.5 Dampak Pengelolaan Nitrogen yang Tidak Tepat.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
<b>BAB 6 P TANAH DAN PENGELOLAANNYA.....</b>	<b>75</b>
6.1 Pendahuluan.....	75
6.2 Mekanisme Pelarutan Fosfat .....	76
6.3 Pengelolaan P di Lahan Tropis.....	78
6.3.1 Pengapuran .....	78
6.3.2 Aplikasi Pupuk Phosphate .....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
<b>BAB 7 KALIAM PADA TANAH DAN PENGELOLAANNYA.....</b>	<b>83</b>
7.1 Pendahuluan .....	83
7.2 Pentingnya Kalium Untuk Tanaman.....	84
7.3 Gejala Defisiensi Kalium.....	85
7.4 Ketersediaan Kalium di Tanah.....	85
7.5 Jenis Pupuk Kalium .....	86
7.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketersediaan Kalium di Tanah .....	87
7.7 Strategi Pengelolaan Kalium di Tanah.....	89
7.8 Pengambilan Sampel Tanah untuk Uji Kalium .....	90
7.9 Teknik Aplikasi Pupuk Kalium .....	92
7.10 Studi Kasus Pengelolaan Kalium.....	94
DAFTAR PUSTAKA.....	96
<b>BAB 8 EVALUASI KESUBURAN TANAH.....</b>	<b>97</b>
8.1 Pendahuluan.....	97

8.2 Pendekatan Evaluasi Kesuburan Tanah.....	100
8.2.1 Evaluasi Secara Fisik.....	100
8.2.2 Evaluasi Secara Kimia.....	103
8.2.3 Evaluasi Secara Biologi.....	106
8.3 Metode Evaluasi Kesuburan Tanah.....	108
8.3.1 Analisis Laboratorium.....	108
8.3.2 Penggunaan Sensor dan Teknologi <i>Internet</i> <i>of Things</i> .....	110
9.3.3 Uji Tanaman.....	111
8.3.4 Pemodelan Kesuburan Tanah .....	113
8.4 Interpretasi Hasil Evaluasi.....	116
8.5 Kesimpulan .....	118
DAFTAR PUSTAKA.....	120
<b>BAB 9 APLIKASI BIOCHAR DAN BIURINE UNTUK</b>	
<b>PERTANIAN.....</b>	<b>123</b>
9.1 Pendahuluan.....	123
9.2 Biochar: Komposisi, Karakteristik, dan Manfaat dalam Pertanian.....	123
9.3 Biourine: Sumber Nutrisi Organik untuk Tanaman dan Biopestisida.....	125
9.4 Aplikasi Biochar dan Biourine pada Tanaman Pangan...	131
9.5 Efek Biochar dan Biourine pada Tanaman Hortikultura.	132
9.6 Aplikasi Biochar dan Biourine pada Tanaman Perkebunan .....	133
9.7 Dampak Lingkungan dari Penggunaan Biochar dan Biourine.....	133
9.8 Tantangan dan Solusi dalam Penggunaan Biochar dan Biourine .....	134
9.9 Kesimpulan.....	134
DAFTAR PUSTAKA.....	135
<b>BIODATA PENULIS</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Hasil analisis kimia tanah sawah yang diaplikasikan pupuk bioorganik (kompos <i>chromolaena odorata</i> , tepung tulang dan <i>pseudomonas sp</i> ) .....	9
<b>Tabel 2.1.</b> Sifat, komposisi dan komponen penyusun tanah .....	22
<b>Tabel 9.1.</b> Rincian populasi sapi per provinsi di Indonesia pada tahun 2022 .....	128

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Profil tanah yang menunjukkan posisi bahan organik.....	3
<b>Gambar 1.2.</b> Pengaruh pupuk organik dan pupuk buatan terhadap kesuburan tanah dan aktivitas organisme di dalam tanah .....	5
<b>Gambar 1.3.</b> Siklus Bahan Organik Tanah.....	11
<b>Gambar 2.1.</b> Komponen Penyusun Tanah .....	22
<b>Gambar 2.2.</b> Mineral tanah sebagai cadangan nutrisi tanaman.....	24
<b>Gambar 2.3.</b> Fungsi bahan organik tanah. ....	25
<b>Gambar 2.4.</b> Kelas kelembaban tanah dan titik-titik penting pada kurva hubungan kelembaban tanah.....	26
<b>Gambar 2.5.</b> Hubungan kandungan air tanah dan tekstur tanah terhadap ketersediaan air untuk tanaman	28
<b>Gambar 6.1.</b> Mekanisme enzim fosfatase dalam meningkatkan ketersediaan P untuk tanaman..	77

## BIODATA PENULIS



### **Johan Sukweenadhi, Ph.D.**

Dosen Program Studi Magister Bioteknologi  
Fakultas Teknobiologi Universitas Surabaya

Penulis lahir di Surabaya, 30 Agustus 1989 silam. Saat ini, pria yang akrab dipanggil Johan ini bekerja sebagai dosen di Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya. Selain aktif melakukan kegiatan penelitian, penulis juga telah menjadi reviewer dan editor jurnal internasional, menulis buku-buku monograf dan buku-buku referensi, serta menjadi konsultan riset untuk Kalbe Ubaya Hanbang-Bio Lab dan Tanemi Hydroponics. Bidang riset yang menjadi minatnya adalah kultur jaringan tanaman, fisiologis tanaman terhadap stres, rekayasa genetik tanaman, pangan fungsional dan interaksi mikroba dengan tanaman. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [sukwee@staff.ubaya.ac.id](mailto:sukwee@staff.ubaya.ac.id)