



STUDI KOMPARATIF STRUKTUR TANAH PADA SISTEM PERTANIAN BERKELANJUTAN DAN TRADISIONAL

Meiman Sanjay Lahagu¹⁾, Tri Boi Selamat Laoli²⁾

¹⁾Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias Gunungsitoli, Indonesia
Email: triboyselamatlaoli@gmail.com

²⁾Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias Gunungsitoli, Indonesia
Email: meimanlahagu28@gmail.com

Abstract

This study aims to compare soil structure in sustainable and traditional agricultural systems, with a focus on soil physical and chemical parameters that influence soil fertility and the continuity of agricultural production. Sustainable farming systems employ practices such as crop rotation, composting, and the use of organic fertilizers, whereas traditional systems often rely on high chemical inputs. Data was collected through laboratory analysis of soil samples from both types of farming systems, including texture, organic matter content, pH and air holding capacity. The research results show that the soil in a sustainable farming system has a more stable structure, with a higher organic matter content and better ability to hold air compared to a traditional system. Meanwhile, traditional systems tend to cause degradation of soil structure and decrease in organic matter levels due to excessive use of chemical fertilizers and pesticides. These findings emphasize the implementation of sustainable practices to maintain agricultural quality and sustainability in the long term.

Keywords: Comparative Study of Soil Structure; Sustainable Agriculture; Traditional

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk membandingkan struktur tanah dalam sistem pertanian berkelanjutan dan tradisional, dengan fokus pada parameter fisik dan kimia tanah yang mempengaruhi kesuburan tanah serta keberlanjutan produksi pertanian. Sistem pertanian berkelanjutan menerapkan praktik-praktik seperti rotasi tanaman, pengomposan, dan penggunaan pupuk organik, sedangkan sistem tradisional sering bergantung pada input kimia yang tinggi. Data dikumpulkan melalui analisis laboratorium terhadap sampel tanah dari kedua jenis sistem pertanian, meliputi tekstur, kandungan bahan organik, pH, dan kapasitas menahan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah pada sistem pertanian berkelanjutan memiliki struktur yang lebih stabil, dengan kandungan bahan organik lebih tinggi dan kemampuan menahan air yang lebih baik dibandingkan dengan sistem tradisional. Sementara itu, sistem tradisional cenderung menyebabkan degradasi struktur tanah dan penurunan kadar bahan organik akibat penggunaan berlebihan pupuk kimia dan pestisida. Temuan ini menekankan pentingnya adopsi praktik berkelanjutan untuk menjaga kualitas tanah dan keberlanjutan pertanian dalam jangka panjang..

Kata Kunci: Studi Komparatif Struktur Tanah; Pertanian Berkelanjutan; Tradisional.



PENDAHULUAN

Sistem pertanian di berbagai belahan dunia telah mengalami evolusi sepanjang abad sebagai dampak kemajuan teknologi dan meningkatnya pengetahuan manusia. Diawali dengan kegiatan berburu dan mengumpulkan makanan sistem pertanian berkembang menjadi pertanian primitif, pertanian tradisional, hingga ke pertanian modern. Pertanian tradisional ditandai sejak manusia mulai menetap dan berladang pada satu lokasi. Sistem pertanian ini merupakan model pertanian yang masih sangat sederhana yang sifatnya ekstensif dan tidak memaksimalkan penggunaan input seperti teknologi, pupuk kimia dan pestisida. Hasil pertanian yang diperoleh sangat tergantung pada kesuburan tanah, ketersediaan air, iklim dan topografi. Karena ketergantungannya yang sangat tinggi terhadap alam, pertanian tradisional bersifat tak menentu sehingga produksinya tidak mampu mengimbangi kebutuhan pangan penduduk yang jumlahnya terus meningkat. Kondisi ini mendorong berkembangnya pertanian konvensional atau yang lebih dikenal dengan sistem pertanian modern.

Sebagai sektor vital dalam kehidupan manusia dan perekonomian global, dalam beberapa dekade terakhir, pertanian mengalami transformasi signifikan akibat perubahan iklim, urbanisasi, dan perkembangan teknologi. Kondisi ini menciptakan tantangan baru yang memerlukan pendekatan inovatif, terutama dengan adanya kebutuhan untuk mencapai keberlanjutan dalam praktik pertanian. Berbagai literatur telah menyoroti kompleksitas perubahan ini, diantaranya yang mengidentifikasi dan mengkaji dampak perubahan iklim pada produksi pangan (Smith, 2010), maupun yang membahas dari sisi pentingnya pertanian berkelanjutan dalam menghadapi tekanan lingkungan (Davis, 2015).

Pengertian Studi Komparatif

Penelitian Komparatif merupakan penelitian yang dimaksudkan untuk mengetahui atau menguji perbedaan dua kelompok atau lebih. Penelitian komparatif juga adalah penelitian yang dilakukan untuk membandingkan suatu

variabel (objek penelitian), antara subjek yang berbeda atau waktu yang berbeda dan menemukan hubungan sebab-akibatnya.

Metode komparatif adalah suatu metode yang digunakan untuk membandingkan data-data yang ditarik ke dalam kesimpulan baru. Komparatif sendiri dari bahasa Inggris, yaitu *compare*, yang artinya membandingkan untuk menemukan persamaan dari kedua konsep atau lebih. Menurut Nazir penelitian komparatif adalah sejenis penelitian deskriptif yang ingin mencari jawaban secara mendasar tentang sebab-akibat, dengan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya ataupun munculnya suatu fenomena tertentu. Studi komparatif adalah suatu bentuk penelitian yang membandingkan antara variabel-variabel yang saling berhubungan dengan mengemukakan perbedaan-perbedaan ataupun persamaan-persamaan dalam sebuah kebijakan dan lain-lain.

Tanah memiliki 3 karakteristik yaitu sifat fisika tanah, kimia dan biologi dengan 3 fase yaitu fase padat (BO dan BM), fase cair dan fase gas. Beberapa sifat fisik tanah yang penting terhadap pertumbuhan tanaman yaitu warna (diukur dengan munsel), tekstur (distribusi ukuran partikel), struktur (partikel tanah terikat bersama sebagai agregat), density/berat jenis, dan konsistensi (ketahanan agregat). Tekstur dan struktur tanah mempengaruhi karakteristik kimia, biologi tanah dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman budidaya. Beberapa faktor pembentukan tanah dipengaruhi oleh bahan induk, iklim, biota/aktivitas manusia, topografi/relief, dan waktu. Tekstur tanah merupakan perbandingan antara fraksi pasir, debu dan liat yang bersifat permanen. Tekstur tanah menentukan sifat fisika dan kimia tanah yaitu potensi aliran air, kapasitas menahan air dan potensi kesuburan tanah. Kelas tekstur tanah dapat diketahui dengan menggunakan segitiga tekstur untuk melihat berapa persen liat, pasir dan debu dari hasil analisis laboratorium selanjutnya dibandingkan dengan menggunakan segitiga tekstur. Sebaliknya, struktur tanah



kaitannya dengan agregat tanah, yaitu pengelompokan butir-butir tanah tunggal menjadi bentuk agregat, yang merekat karena proses fisika, kimia, dan biologi. Struktur tanah berpengaruh terhadap kondisi fisik, ketersediaan hara, populasi dan aktivitas mikroba, penetrasi akar tanaman, dan perombakan bahan organik. Pemberian pupuk organik memberikan pengaruh bagi stabilitas agregat.

Pada kesempatan ini moderator Dr.Ir. Maswar, M.Agric.Sc. juga menambahkan informasi bahwa koloid atau liat juga memiliki fungsi mengikat air dan hara termasuk setelah ditambah bahan organik. Sehingga koloid liat dan bahan organik memiliki fungsi mengikat unsur hara dan air. Oleh karenanya, tekstur dan struktur tanah dapat diperbaiki dengan penambahan bahan organik sehingga lebih optimal dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Acara juga diisi dengan sesi diskusi interaktif antara peserta dan narasumber. (DIK, JAS, AFS, M.Is, Mtm).

Ada beberapa jenis struktur tanah yang umumnya dikenali, masing-masing dengan karakteristik uniknya. Berikut adalah beberapa di antaranya:

1. Struktur Butir (*Granular*), Struktur butir adalah salah satu jenis struktur tanah yang paling diinginkan karena memiliki gumpalan kecil yang berbentuk butiran. gumpalan ini biasanya terbentuk secara alami melalui proses pembusukan organik dan aktivitas organisme tanah. Ukuran gumpalan yang relatif kecil memungkinkan tanah untuk memiliki kepadatan yang cukup rendah sehingga akar tanaman dapat dengan mudah menembusnya. Selain itu, ruang yang dihasilkan antara butiran-butiran tanah memungkinkan air dan udara untuk bergerak dengan bebas, memberikan aerasi yang baik kepada tanaman.

2. Struktur Prisma (*Prismatic*), Struktur prisma memiliki gumpalan yang berbentuk seperti balok atau prisma. Biasanya, gumpalan ini terbentuk secara vertikal atau horizontal dalam tanah. Struktur prisma dapat ditemukan pada tanah-tanah yang telah mengalami proses pelapukan yang cukup lama.

Meskipun drainase tanah dengan struktur prisma cenderung baik, namun untuk penetrasi akar tanaman yang lebih dalam, struktur ini mungkin tidak sepenuhnya ideal karena batas antara gumpalan yang keras dapat menghambat pertumbuhan akar.

3. Struktur Blok (*Blocky*), Struktur blok terdiri dari gumpalan yang berbentuk blok atau kubus. gumpalan ini biasanya lebih besar daripada yang ditemukan dalam struktur butir. Struktur blok sering terbentuk dalam tanah-tanah yang memiliki kondisi kering dan kaku, terutama di bagian dalam tanah yang kurang terpengaruh oleh proses biologis. Struktur ini cenderung memberikan drainase yang baik dan memungkinkan penetrasi akar tanaman dengan cukup baik.

4. Struktur Lempengan (*Platy*), Struktur lempengan terdiri dari gumpalan yang pipih dan berbentuk lempeng atau piringan. gumpalan ini sering kali terbentuk secara horizontal di permukaan tanah. Struktur lempengan dapat terbentuk akibat aktivitas pemadatan tanah yang berlebihan atau proses pengeringan tanah yang ekstrem. Kelemahan dari struktur lempengan adalah bahwa mereka dapat menghambat pergerakan air, udara, dan akar tanaman, serta meningkatkan risiko genangan air dan erosi tanah.

5. Struktur Serbuk (*Single-grain*), Struktur serbuk terdiri dari partikel-partikel tanah yang terpisah secara individu tanpa adanya agregasi yang jelas. Tanah dengan struktur serbuk cenderung memiliki tekstur yang sangat halus dan mungkin memiliki tingkat drainase yang buruk. Partikel-partikel tanah yang terpisah membuat tanah menjadi padat dan kurang reaktif terhadap perubahan lingkungan. Tanah dengan struktur serbuk juga lebih rentan terhadap erosi dan kehilangan nutrisi karena kurangnya agregasi yang dapat menahan partikel tanah bersama-sama.

6. Struktur *Crumb*, Jenis struktur tanah *crumb*, juga dikenal sebagai struktur serbuk (*crumb structure*), adalah salah satu dari beberapa pola struktur tanah yang dapat ditemukan di



alam. Struktur ini memperlihatkan gumpalan tanah yang kecil, dengan ukuran butiran-butiran tanah yang berukuran seragam dan terpisah dengan baik satu sama lain. Karakteristik utama dari struktur tanah *crumb* adalah bahwa partikel-partikel tanah cenderung saling terikat erat dalam gumpalan yang kecil, tetapi tidak membentuk gumpalan yang lebih besar atau lebih kompleks seperti pada struktur tanah butir atau prisma.

7. Struktur *Columnar*, Jenis struktur tanah *columnar* adalah salah satu dari berbagai pola struktur tanah yang umumnya dijumpai di alam. Struktur ini terkenal dengan gumpalan tanah yang membentuk kolom atau batang vertikal yang terpisah secara teratur. gumpalan ini biasanya memiliki diameter yang lebih besar dibandingkan dengan struktur tanah prisma atau butir, namun lebih kecil daripada blok., Struktur tanah *columnar* seringkali terbentuk di daerah yang memiliki kandungan mineral lempung yang tinggi. Proses-proses alamiah seperti pembekuan dan pencairan tanah, serta aktivitas organisme tanah, seperti cacing dan mikroba, berkontribusi pada pembentukan struktur ini. Faktor lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan tekstur tanah juga dapat memengaruhi pembentukan struktur tanah *columnar*.

METODE PENELITIAN

Sistematika penulisan makalah mengandung komponen-komponen makalah, dengan urutan penulisan sebagai berikut:

1. Judul
2. Penulis
3. Abstrak
4. Pendahuluan/Latar Belakang
5. Cara/Metode Penelitian
6. Hasil Penelitian dan Pembahasan
7. Kesimpulan (dan saran)
8. Daftar Pustaka

Data kuantitatif dan kualitatif akan dieksplorasi untuk memberikan pandangan menyeluruh tentang praktik pertanian berkelanjutan dan dampaknya. Diharapkan

dengan disintesisnya beberapa hasil dan pembahasan akan menjadi novelty yang menjadi keunikan tulisan ini, yang pemanfaatannya dapat sesuai dengan yang dibutuhkan para stake holders, pemangku kepentingan dan pembuat kebijakan dan keputusan program kebijakan nasional maupun swasta, peserta didik dan pendidik, pelaku riset, dan khalayak masyarakat luas dari berbagai disiplin ilmu dan usaha. para ditujukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan secara komprehensif oleh Davis (2015) mengenai konsep pertanian berkelanjutan, yang menyoroti dari aspek tantangan lingkungan yang dihadapi oleh pertanian konvensional. Pentingnya dan urgensi pertanian berkelanjutan dalam menghadapi tekanan lingkungan dapat diketahui melalui pembahasannya yang komprehensif yang menyajikan argumentasi tentang kebutuhan mendesak untuk beralih ke pertanian berkelanjutan sebagai respons terhadap tekanan lingkungan yang semakin meningkat. Praktik-praktik konvensional dinilai tidak lagi berkelanjutan. Disamping itu dikemukakan beberapa hal terkait yang melibatkan pentingnya peralihan ke praktik pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (green environment and SDGs). Kesimpulannya menekankan bahwa pertanian berkelanjutan bukan hanya solusi bagi tekanan lingkungan, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekonomi dan sosial.

Suprianto (2018) mengeksplorasi konteksnya dalam menerapkan pertanian berkelanjutan di negara Indonesia. Penelitiannya ini membahas tantangan unik yang dihadapi oleh pertanian di Indonesia, termasuk perubahan iklim dan penerapan praktik berkelanjutan. Kesimpulannya menyoroti perlunya kebijakan yang mendukung untuk mendorong transformasi pertanian menuju keberlanjutan. Sementara itu, Thompson (2019) melakukan penelitian lintas negara untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi adopsi praktik pertanian berkelanjutan. Penelitiannya tentang adopsi praktik pertanian



berkelanjutan dalam perspektif global terutama untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi adopsi praktik pertanian berkelanjutan dari perspektif global. Faktor-faktor ini melibatkan aspek ekonomi, sosial, dan kebijakan. Hasil penelitian ini memperkuat urgensi pembahasan mengenai pentingnya mendukung petani dalam mengadopsi praktik berkelanjutan. Dengan beberapa kesimpulan yang dikemukakannya terutama menyoroti perlunya pendekatan lintas sektoral dan dukungan kebijakan yang holistik agar petani dapat lebih mudah mengadopsi praktik berkelanjutan.

Setiawan (2020) memilih lokasi riset di Jawa Barat sebagai studi kasus penelitiannya mengenai inovasi dalam pertanian organik. Penelitiannya tersebut memerinci bagaimana, sejauhmana dampak inovasi dalam pertanian organik di wilayah tersebut. Pembahasan yang dikemukakannya mencakup dan melibatkan perubahan dalam praktik pertanian, produktivitas, pendekatan berkelanjutan dan keberlanjutan ekonomi. Kesimpulan dari penelitian ini menyoroti potensi pertanian organik dan menekankannya sebagai model yang berhasil untuk pertanian berkelanjutan di tingkat lokal. Dan, tentu saja masih banyak dan beragamnya tulisan dan pembahasan para ahli terkait lainnya. Sedangkan Chen & Wang (2020) melakukan tinjauan literatur tentang peran teknologi dalam pertanian berkelanjutan. Kesimpulan menekankan pentingnya mengintegrasikan teknologi modern untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pertanian. Johnson (2017) mengeksplorasi inovasi dalam model bisnis pertanian berkelanjutan yang melibatkan pemasaran langsung ke konsumen, kemitraan dengan bisnis lokal, dan integrasi nilai tambah. Hasil dan kesimpulan dari penelitian-penelitian tersebut adalah menyajikan pandangan holistik tentang kompleksitas isu-isu pertanian dan memberikan landasan untuk pemahaman lebih lanjut serta tindakan kebijakan yang dapat mendukung pertanian berkelanjutan. Dengan pengayaan melalui review tinjauan literatur tersebut, penulis mengemukakan bahwasanya melalui

tinjauan literatur dalam penelitian ini mengusung kebaruan (novelty) dengan fokus pada integrasi temuan-temuan penelitian sebelumnya. Pada tingkat global, dimana Thompson (2019) membuka perspektif baru mengenai adopsi praktik pertanian berkelanjutan. Dengan merinci faktor-faktor tersebut, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi gap dalam pengetahuan yang ada tetapi juga menciptakan pemahaman lebih mendalam tentang konteks global praktik pertanian berkelanjutan.

1. Kurangnya Fokus pada Adopsi Pertanian Berkelanjutan di Konteks Lokal:

a. Riset Gap: Banyak penelitian sebelumnya cenderung memusatkan perhatian pada aspek global adopsi pertanian berkelanjutan. Namun, terdapat kebutuhan untuk mengeksplorasi adopsi praktik berkelanjutan di tingkat lokal dengan memperhitungkan konteks sosial, budaya, dan ekonomi yang berbeda.

b. Solusi: Mengeksplorasi faktor-faktor lokal yang mempengaruhi adopsi pertanian berkelanjutan, seperti kebijakan pemerintah setempat, struktur kepemilikan tanah, dan dukungan masyarakat lokal.

2. Kurangnya Penelitian Terkait Integrasi Teknologi dalam Pertanian Berkelanjutan:

a. Riset Gap: Sejumlah penelitian lebih fokus pada aspek praktik pertanian konvensional tanpa memberikan penekanan khusus pada integrasi teknologi dalam konteks pertanian berkelanjutan.

b. Solusi: Mengidentifikasi dan menganalisis peran teknologi seperti IoT (Internet of Things), sistem informasi geografis (SIG), dan kecerdasan buatan (AI) dalam meningkatkan keberlanjutan pertanian.

3. Inovasi dalam Model Bisnis Pertanian Berkelanjutan:

a. Riset Gap: Penelitian sebelumnya cenderung fokus pada aspek teknis dan praktis pertanian berkelanjutan, sedangkan ada sedikit pemahaman mengenai inovasi dalam model bisnis pertanian yang mendukung keberlanjutan. Solusi: Mengeksplorasi model bisnis yang menggabungkan pertanian berkelanjutan dengan aspek ekonomi, termasuk



konsep kemitraan dengan pihak industri dan pemasaran produk hasil pertanian berkelanjutan.

Hambatan, Kendala, Peluang, dan Tantangan:

1. Hambatan Ketidaksetaraan akses dan distribusi sumber daya pertanian, terutama di daerah rural.
2. Kendala Keterbatasan pengetahuan dan pemahaman petani mengenai praktik pertanian berkelanjutan
3. Peluang Meningkatnya permintaan konsumen untuk produk pertanian berkelanjutan, membuka peluang pasar baru.
4. Tantangan Perubahan iklim yang cepat menjadi tantangan utama, membutuhkan adaptasi dan mitigasi yang lebih efektif. Penulis juga menambahkan perspektif inovasi dalam model bisnis pertanian berkelanjutan, dengan harapan agar menjadi lebih holistik dan relevan aspek ekonomi dan bisnis dalam konteks pertanian berkelanjutan.

Bagaimana Suatu Sistem Pertanian Dikatakan Berkelanjutan?

Untuk dapat dikatakan berkelanjutan, suatu sistem pertanian harus memenuhi prinsip dasar yang secara umum merupakan adopsi dari prinsip dasar pembangunan berkelanjutan (Rukmana, 2012). Tiga prinsip dasar sistem pertanian berkelanjutan meliputi:

1. Keberlanjutan Ekonomi

Keberlanjutan secara ekonomi dimaksudkan sebagai pembangunan yang mampu menghasilkan barang dan jasa secara kontinu untuk memelihara keberlanjutan pemerintahan dan menghindari ketidakseimbangan sektoral yang dapat merusak produksi pertanian dan industri (Fauzi, 2004). Pertanian berkelanjutan dapat dilakukan melalui peningkatan pengelolaan tanah dan rotasi tanaman dengan tetap menjaga kualitas tanah dan ketersediaan air sehingga peningkatan produksi pertanian dapat terus dipertahankan hingga jangka panjang.

2. Keberlanjutan Ekologi/Lingkungan

Sistem yang berkelanjutan secara ekologi/lingkungan merupakan usaha untuk memanfaatkan dan mengelola sumberdaya alam secara bijaksana dengan tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan berlaku adil bagi generasi mendatang (Keraf, 2002). Pertanian berkelanjutan dapat dicapai dengan melindungi, mendaur ulang, mengganti dan/atau mempertahankan basis sumberdaya alam seperti tanah, air, dan keanekaragaman hayati yang memberikan sumbangan bagi perlindungan modal alami.

3. Keberlanjutan Sosial

Keberlanjutan sosial diartikan sebagai sistem yang mampu mencapai keadilan dan kesetaraan akses terhadap sumberdaya alam dan pelayanan publik baik dalam bidang kesehatan, gender, maupun akuntabilitas politik (Fauzi, 2004). Dalam pertanian berkelanjutan, keberlanjutan sosial berkaitan dengan kualitas hidup dan kesejahteraan dari mereka yang terlibat dalam sektor ini. Pertanian berkelanjutan memberikan solusi bagi permasalahan pengangguran karena sistem ini mampu menyerap tenaga kerja lebih banyak bila dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional yang lebih mengedepankan penggunaan mesin dan alat-alat berat.

Kegiatan Apa yang dapat Menunjang Pertanian Berkelanjutan?

Salah satu contoh penerapan pertanian berkelanjutan adalah sistem pertanian organik. Pertanian organik adalah metode produksi tanaman yang berfokus pada perlindungan lingkungan. Metode ini menghindari penggunaan input kimia, seperti pupuk dan pestisida (Abando dan Rohnerthielen, 2007 dalam Theocharopoulos et al., 2012). Teknik-teknik yang digunakan dalam pertanian organik merupakan pendekatan dari sistem pertanian berkelanjutan yang menekankan pada pelestarian dan konservasi sumber daya alam guna terciptanya keseimbangan ekosistem dan memberikan kontribusi bagi peningkatan produktivitas



pertanian dalam jangka panjang. Kegiatan-kegiatan yang menunjang pertanian berkelanjutan diantaranya adalah sebagai berikut (Sudirja, 2008):

1. Pengendalian Hama Terpadu

Pengendalian hama tanaman dapat dilakukan dengan cara yang lebih bijak dan ramah lingkungan dengan mengesampingkan penggunaan pestisida kimiawi melalui metode Pengendalian Hama Terpadu (PHT). PHT merupakan pengendalian hama yang dilakukan dengan menggunakan unsur-unsur alami yang mampu mengendalikan hama agar tetap berada pada jumlah di bawah ambang batas yang merugikan (Juanda dan Cahyono, 2005) dengan cara-cara yang aman bagi lingkungan dan makhluk hidup (Endah dan Abidin, 2002). Beberapa cara pengendalian hama terpadu yakni:

- menggunakan serangga atau binatang-binatang yang dikenal sebagai musuh alami hama seperti *Tricogama* sp. yang merupakan musuh alami dari parasit telur dan parasit larva hama tanaman,
- menggunakan tanaman penangkap hama untuk menjauhkan hama dari tanaman utama,
- melakukan rotasi tanaman untuk mencegah terakumulasinya pathogen dan hama yang sering menyerang satu spesies saja.

2. Konservasi Tanah

Konservasi tanah dapat diartikan sebagai penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan dan dapat berfungsi secara berkelanjutan (Arsyad, 2006). Kegiatan konservasi tanah diantaranya dengan membuat sengkedan atau terasering pada lahan miring untuk mencegah terjadinya erosi, melakukan reboisasi atau penanaman kembali lahan kritis, melakukan pergiliran tanaman atau *crop rotation* dan menanam tanaman penutup tanah (*cover crop*).

3. Menjaga Kualitas Air

Menjaga dan melindungi sumberdaya air untuk tetap mempertahankan kualitasnya pada kondisi alamiahnya merupakan hal mutlak dalam pertanian. Penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, produktivitas dan daya tampung dari sumberdaya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumberdaya air. Kegiatan yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas air antara lain: mengurangi penggunaan senyawa kimia sintetis ke dalam tanah yang dapat mencemari air tanah, menggunakan irigasi tetes yang menghemat penggunaan air dan pupuk, melakukan penanaman, pemeliharaan dan kegiatan konservasi tanah pada kawasan lahan kritis terutama di hulu daerah aliran sungai.

4. Tanaman Pelindung

Penanaman tanaman pelindung seperti gandum dan semanggi di akhir musim panen tanaman sayuran atau sereal bermanfaat untuk menekan pertumbuhan gulma, mencegah erosi dan meningkatkan nutrisi dan kualitas tanah.

5. Diversifikasi Tanaman

Diversifikasi tanaman merupakan teknik menanam/memelihara lebih dari satu jenis tanaman dalam satu areal lahan pertanian. Cara ini adalah salah satu alternatif untuk mengurangi resiko kegagalan usaha pertanian akibat kondisi cuaca ekstrim, serangan hama pengganggu tanaman, dan fluktuasi harga pasar. Diversifikasi tanaman juga dapat berkontribusi bagi konservasi lahan, menjaga kelestarian habitat binatang, dan meningkatkan populasi serangga yang bermanfaat. Dari segi ekonomi, diversifikasi tanaman dapat meningkatkan pendapatan petani sepanjang tahun dan meminimalkan kerugian akibat kemungkinan kegagalan dari menanam satu jenis tanaman saja.



6. Pengelolaan Nutrisi Tanaman

Pengelolaan nutrisi tanaman diperlukan untuk meningkatkan kondisi tanah serta melindungi lingkungan tanah. Hal ini dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk kandang dan tanaman kacang-kacangan sebagai penutup tanah yang tidak hanya menyuburkan tanah tetapi juga dapat menekan biaya pembelian pupuk anorganik yang harus dikeluarkan. Beberapa jenis pupuk organik yang dapat dimanfaatkan antara lain pupuk kompos, kascing, dan pupuk hijau (dedaunan).

7. Agroforestri (wanatani)

Agroforestri merupakan sistem tata guna lahan (ushatani) yang mengkombinasikan tanaman semusim maupun tanaman tahunan untuk meningkatkan keuntungan, baik secara ekonomis maupun lingkungan. Sistem ini membantu terciptanya keanekaragaman tanaman dalam suatu luasan lahan untuk mengurangi resiko kegagalan dan melindungi tanah dari erosi serta meminimalisir kebutuhan pupuk dari luar lahan karena adanya daur-ulang sisa tanaman (Ruijter dan Agus, 2004).

KESIMPULAN:

Pertanian berkelanjutan bukan hanya sekadar konsep, melainkan sebuah misi untuk menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan dan berdaya tahan. Melalui penelitian dan diskusi tentang dampak perubahan iklim, adopsi praktik pertanian berkelanjutan, integrasi teknologi, dan inovasi dalam model bisnis, kita telah menjelajahi kompleksitas tantangan dan peluang yang dihadapi dunia pertanian. Dalam konteks adopsi praktik pertanian berkelanjutan, literatur menunjukkan bahwa faktor-faktor global seperti kebijakan pemerintah dan dukungan masyarakat memainkan peran sentral (Thompson, 2019). Studi kasus di Indonesia (Setiawan et al., 2018) memperlihatkan bahwa integrasi kebijakan lokal dan keterlibatan masyarakat menjadi kunci sukses dalam menerapkan pertanian berkelanjutan di tingkat lokal. Mendukung inovasi dalam model bisnis pertanian berkelanjutan, mengambil contoh dari studi tentang

keberhasilan model bisnis yang memberdayakan petani (Johnson, 2017). Menggalakkan kemitraan antara sektor pertanian dan industri, membuka peluang baru dalam pemasaran produk pertanian berkelanjutan. Perlu adanya kebijakan yang mendukung adopsi teknologi dalam pertanian dan penyediaan insentif bagi petani yang mengadopsi praktik berkelanjutan. Pentingnya pengembangan kebijakan yang mendorong model bisnis pertanian berkelanjutan dan mendukung kemitraan antar-pelaku industri pertanian.

Kemajuan ilmu pertanian telah memungkinkan manusia untuk memanipulasi seluruh ekosistem guna memenuhi kelangsungan hidup mereka. Seiring dengan pertumbuhan jumlah populasi yang kian pesat, ketersediaan sumberdaya alam pun menjadi terbatas jumlahnya. Air, tanah dan bahan bakar merupakan tiga komponen penting yang menentukan kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya, karenanya adalah suatu keharusan untuk memanfaatkannya seefisien mungkin. Perbandingan antara pertanian konvensional dan pertanian berkelanjutan menunjukkan bahwa pertanian berkelanjutan terbukti memiliki keunggulan baik dari segi ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Pertanian berkelanjutan mengkonsumsi lebih sedikit air dan energi, meningkatkan komposisi unsur hara tanah, menekan biaya produksi, meningkatkan partisipasi masyarakat, serta ramah terhadap lingkungan. Sementara pertanian konvensional tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan dunia tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan. Manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan dari sistem pertanian berkelanjutan tersebut adalah alasan mengapa pertanian berkelanjutan adalah cara terbaik untuk mengakomodasi kebutuhan pangan dan mempertahankan kelestarian lingkungan, baik untuk generasi sekarang maupun generasi yang akan datang.



DAFTAR PUSTAKA

- Approach', Sustainable Development - Education, Business and Management - Architecture and Building Construction - Agriculture and Food Security, Prof. Chaouki Ghenai (Ed.)
- Arsyad, Sitanala (2006) '*Konservasi Tanah dan Air*', IPB Press, Bogor.
- Bendang, Sukardi, '*Pertanian Berkelanjutan vs Pertanian Konvensional*', <https://sbendank.wordpress.com/p-rinsip-prinsip-pertanian-berkelanjutan/>, diakses 6 November 2014.
- Endah, Joesi dan Zaenal Abidin (2002) '*Membuat Tanaman Buah Kombinasi*', AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Fadlina, Inneke Meilia dkk (2013) '*Perencanaan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan (Kajian tentang Pengembangan Pertanian Organik di Kota Batu)*', Sustainable Development of Agrocultural (Studies on Organic Agricultural Development in Batu City), J-PAL, Vol. 4, No. 1.
- Fauzi, A. (2004) '*Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan*', PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Juanda, Dede dan Bambang Cahyono (2005) '*WIJEN : Teknik Budi Daya dan Analisis Usaha Tani*', Kanisius, Yogyakarta.
- Keraf, A. S. (2002) '*Etika lingkungan*', Penerbit Buku Kompas, Jakarta.
- Maquito, Max (2012) '*Sustainable Agriculture as an E3 Approach to Reducing Rural/Urban Poverty*', 14 th SGRA Shared Growth Seminar "The Urban-Rural Gap and Sustainable Shared Growth" April 26, 2012 at the School of Labor and Industrial Relations, University of the Philippines
- Ruijter, J. dan F. Agus (2004) '*Sistem Agroforestri*', World Agroforestry Centre.
- Rukmana, Didi (2012) '*Pertanian Berkelanjutan: Mengapa, Apa dan Pelajaran Penting dari Negara Lain*', Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Sahirin, N. (2003) '*Pertanian Organik : Prinsip Daur Ulang Hara, Konservasi Air dan Interaksi Antar Tanaman*', Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sudirja, Rija (2008) '*Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sistem Pertanian Organik*', disampaikan pada acara Penyuluhan Pertanian, KKNM UNPAD Desa Sawit Kec. Darangdan Kab. Purwakarta, 7 Agustus 2008.
- Tandisau, Peter dan Herniwati (2009) '*Prospek Pengembangan Pertanian Organik di Sulawesi Selatan*', Prosiding Seminar Nasional Serealia 2009. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan.
- Theocharopoulos, Athanasios et al. (2012) '*Sustainable Farming Systems vs Conventional Agriculture: A Socioeconomic*