

Z-FARM WISDOM

**Menyatukan Tradisi dan Inovasi Pertanian
Ramah Lingkungan untuk Generasi Z**

**Selviana Anggraini, Erna Siaga, Sugito Loso
Anna Heirina, Indri Yanil Vajri**

Z-Farm Wisdom:

Menyatukan Tradisi dan Inovasi Pertanian Ramah Lingkungan untuk Generasi Z

Penulis : Selviana Anggraini, Erna Siaga, Sugito Loso
Anna Heirina, Indri Yanil Vajri
Editor : Paisal Ansiska
Desain Cover : Hot-Mods Chatgpt

Ukuran : 15.5 x 23 cm; Hal : iv + 172 hlm (176)
Cetakan I, Januari 2024
ISBN 978-623-8450-67-1



Penerbit

Insight Mediatama

Anggota IKAPI No. 338/JTI/2022

Watesnegoro No. 6 (61385) Mojokerto

Whatsapp 087762245559

mail@insightmediatama.co.id

www.insightmediatama.co.id

© All Rights Reserved Ketentuan Pidana Pasal 112-119 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.

Kata Pengantar

Dengan rasa hormat dan penuh kegembiraan, saya mempersembahkan buku "Z-Farm Wisdom: Menyatukan Tradisi dan Inovasi Pertanian Ramah Lingkungan untuk Generasi Z". Buku ini adalah perpaduan unik antara kearifan lama dan ide-ide inovatif dalam dunia pertanian, yang diarahkan untuk memenuhi kebutuhan serta tantangan yang dihadapi oleh Generasi Z, generasi yang tumbuh di tengah era digital dan krisis lingkungan global.

Dalam buku ini, pembaca akan diajak menjelajahi berbagai praktik pertanian tradisional yang telah terbukti berkelanjutan selama berabad-abad, dipadukan dengan teknologi dan inovasi terkini yang ramah lingkungan. Kami percaya bahwa solusi untuk tantangan masa depan pertanian tidak hanya ditemukan dalam teknologi terbaru, tetapi juga dalam hikmah dan praktek leluhur kita.

Melalui "Z-Farm Wisdom", kami ingin menekankan bahwa pertanian bukan hanya tentang produksi pangan, tetapi juga tentang memelihara bumi dan melestarikan lingkungan. Kami berharap buku ini tidak hanya menjadi sumber ilmu pengetahuan, tetapi juga inspirasi bagi petani muda, para pembuat kebijakan, peneliti, dan siapa saja yang peduli terhadap masa depan pertanian dan bumi kita.

Semoga "Z-Farm Wisdom" menjadi panduan yang berharga dalam menyongsong era baru pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, untuk generasi saat ini dan yang akan datang.

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi	iv
BAB 1 Pendahuluan	1
1.1. Definisi Pertanian Ramah Lingkungan	1
1.2. Peran Pertanian Ramah Lingkungan dalam Pembangunan Berkelanjutan.....	4
1.3. Peran Kearifan Lokal dalam Pertanian Berkelanjutan	8
1.4. Peran Generasi Z Dalam Pertanian Ramah Lingkungan	11
BAB 2 Sejarah Pertanian Ramah Lingkungan di Indonesia	16
2.1. Pertanian Tradisional Indonesia.....	16
2.1. Perkembangan Pertanian Ramah Lingkungan di Indonesia	19
BAB 3 Prinsip-prinsip Pertanian Ramah Lingkungan	23
3.1 Prinsip-Prinsip Konservasi Tanah Dan Air.....	23
3.2. Prinsip-Prinsip Penggunaan Sumber Daya Alam Secara Berkelanjutan.....	38
3.3. Prinsip-prinsip perlindungan lingkungan.....	47
BAB 4 Metode-Metode Pertanian Ramah Lingkungan ..	57
4.1. Penggunaan Pupuk Organik.....	57
4.2. Penggunaan Pestisida Alami	60
4.3. Pengolahan Tanah Yang Minimal.....	62
4.4. Rotasi Tanaman.....	64
4.5. Penanaman Tanaman	66
4.6. Penggunaan Mulsa	69

4.7. Pemilihan Varietas Tanaman	72
BAB 5 Metode Pertanian Terpadu	77
5.1. Integrated Farming	77
5.2. <i>Integrated Multi-Trophic Aquaculture</i> (IMTA).....	80
BAB 6 Integrasi Teknologi Pertanian dan Kearifan Lokal dalam Pertanian Ramah Lingkungan	85
6.1. Teknologi Pertanian Presisi	85
6.2. Teknologi Pertanian Digital	88
BAB 7 Perikanan Sebagai Sektor Pengembangan Sektor Pertanian Ramah Lingkungan	91
7.1. Pengelolaan Perikanan Tangkap Yang Ramah Lingkungan	93
7.2. Pengelolaan perikanan budidaya yang ramah lingkungan.....	97
BAB 8 Peluang dan Tantangan Pertanian Ramah Lingkungan.....	102
8.1. Peluang Pertanian Ramah Lingkungan	102
8.2. Tantangan Pertanian Ramah Lingkungan	105
BAB 9 Peran Generasi Z dalam Pertanian Ramah Lingkungan.....	110
9.1. Keterampilan dan Pengetahuan Generasi Z	112
9.2. Sumbangan Generasi Z dalam Pertanian Ramah Lingkungan	116
BAB 10 Tips Bercocok Tanam Ramah Lingkungan untuk Generasi Z	119
10.1. Pilihlah Tanaman yang Tepat	119
10.2. Implementasikan Pertanian Terpadu.....	128
10.3. Kelolalah Limbah Pertanian Sebagai Pupuk Organik	131
10.4. Pertimbangkan Sistem Polikultur atau Hidroponik Jila Lahan Sempit.....	135

10.5. Pertahankan Biodiversitas untuk Pencegahan Hama, Penyakit Maupun Gulma Tanaman.....	139
10.6. Panen dan Olahlah Hasil Pertanian Dengan Tepat	142
BAB 11 Kisah Inspiratif Petani Muda dalam Pertanian	
Ramah Lingkungan	148
11.1. Kisah Petani Muda Yang Sukses Bertani Organik	148
11.2. Kisah Pengusaha Muda yang Mengembangkan Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan	151
Daftar Pustaka	155
Biodata Penulis	165

BAB 1

Pendahuluan

1.1. Definisi Pertanian Ramah Lingkungan

Pertanian ramah lingkungan, pada dasarnya, merujuk pada pendekatan agraris yang memadukan praktik pertanian dengan tujuan utama untuk melestarikan dan mendukung keseimbangan ekosistem alam. Dalam hal ini, pertanian tidak hanya dianggap sebagai suatu sistem produksi, melainkan sebagai sebuah proses yang secara sinergis berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Definisi pertanian ramah lingkungan mencakup rangkaian prinsip, praktik, dan teknologi yang dirancang untuk mengurangi dampak negatif pertanian terhadap alam, menciptakan keberlanjutan, dan mempromosikan kesejahteraan ekologis serta ekonomis (Husain, 2023). Salah satu poin sentral dalam pertanian ramah lingkungan adalah penerapan praktik-praktik yang meminimalkan penggunaan bahan kimia sintetis yang berpotensi merusak lingkungan. Ini termasuk pengurangan atau penghapusan total pestisida dan pupuk kimia, serta preferensi terhadap metode organik dan alami dalam manajemen tanaman. Pertanian ramah lingkungan juga dikenal dengan pendekatan organik, yang menekankan penggunaan sumber daya alam tanpa menyebabkan degradasi tanah atau pencemaran air (Tono, 2022). Pemanfaatan pupuk organik, kompos, dan teknik-teknik lain yang berfokus pada regenerasi tanah adalah bagian integral dari pendekatan ini.

Keberlanjutan juga menjadi pilar utama dalam definisi pertanian ramah lingkungan. Praktik-praktik yang mendukung keseimbangan ekosistem jangka panjang menjadi fokus, termasuk rotasi tanaman, pengelolaan air yang efisien, dan konservasi sumber daya alam. Pertanian yang ramah lingkungan tidak hanya memperhitungkan kebutuhan masa kini, tetapi juga melihat kebutuhan generasi mendatang dengan memastikan bahwa sumber daya alam yang ada dapat dikelola secara berkelanjutan. Aspek lain dari pertanian ramah lingkungan adalah upaya untuk meminimalkan limbah dan emisi gas rumah kaca. Penggunaan energi terbarukan, seperti panel surya atau tenaga angin, menjadi semakin umum dalam operasional pertanian modern yang berfokus pada keberlanjutan. Sistem pertanian yang efisien dalam penggunaan energi dan mengurangi limbah organik juga mendukung tujuan pertanian ramah lingkungan dalam mengurangi jejak karbonnya.

Pertanian berbasis ekologi juga memperhitungkan biodiversitas dan peran ekosistem dalam menjaga keseimbangan alam (Altieri, 1999). Penggunaan pola tanam yang diversifikasi dan mempertimbangkan habitat untuk satwa liar merupakan prinsip dasar pertanian ramah lingkungan. Memahami peran serangga polinator, seperti lebah, dalam pertumbuhan tanaman menjadi kunci dalam merancang sistem pertanian yang ramah lingkungan. Sistem pertanian yang menghormati lingkungan sekitarnya akan mendorong keanekaragaman hayati dan menciptakan

lingkungan yang mendukung kehidupan makhluk hidup.

Teknologi juga memegang peran penting dalam pertanian ramah lingkungan, terutama ketika dikaitkan dengan inovasi dan pendekatan berkelanjutan. Penggunaan sensor, pemantauan secara real-time, dan analisis data dapat membantu petani untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, seperti air dan pupuk, serta mendeteksi dini potensi masalah tanaman. Penerapan teknologi cerdas ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan. Definisi pertanian ramah lingkungan juga mencakup aspek sosial dan ekonomi (Hidayati & Soeprbowati, 2017). Pertanian yang ramah lingkungan tidak hanya berfokus pada hasil panen, tetapi juga pada kesejahteraan masyarakat lokal, hak petani, dan distribusi yang adil. Penerapan praktik-praktik tersebut dapat membantu membangun komunitas pertanian yang berkelanjutan dari segi ekonomi dan sosial.

Pendidikan juga menjadi bagian penting dari pertanian ramah lingkungan. Pendidikan kepada petani, pelajar, dan masyarakat umum tentang pentingnya praktik pertanian berkelanjutan, pemahaman akan siklus alam, dan peran masing-masing individu dalam menjaga keberlanjutan adalah upaya yang tidak dapat diabaikan. Pendidikan ini menciptakan kesadaran yang lebih luas dan mendukung perubahan perilaku menuju pendekatan pertanian yang lebih berkelanjutan.

Dengan menggabungkan tradisi pertanian yang telah terbukti dengan inovasi-inovasi modern, pertanian

ramah lingkungan berusaha untuk menciptakan suatu sistem yang tidak hanya produktif tetapi juga ramah lingkungan. Ini mencerminkan pergeseran paradigma dari model pertanian konvensional yang terkadang merusak lingkungan ke arah yang lebih holistik dan berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan praktik-praktik ini, pertanian ramah lingkungan menciptakan solusi bagi tantangan global dalam ketahanan pangan, perubahan iklim, dan pelestarian sumber daya alam. Sebagai suatu filosofi dan praktek, pertanian ramah lingkungan menjadi landasan untuk mewujudkan masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan bagi generasi mendatang.

1.2. Peran Pertanian Ramah Lingkungan dalam Pembangunan Berkelanjutan

Peran pertanian ramah lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan sangatlah krusial, merangkum prinsip-prinsip ekologis, ekonomis, dan sosial untuk menciptakan sistem pangan yang memadai dan berkelanjutan dalam jangka panjang. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, pertanian ramah lingkungan muncul sebagai solusi integral untuk mengatasi tantangan global seperti keamanan pangan (Kamakaula, 2023), perubahan iklim, dan degradasi lingkungan. Pertanian ramah lingkungan memainkan peran penting dalam memastikan keamanan pangan global. Dengan mendukung diversifikasi tanaman, pengelolaan sumber daya air yang bijaksana, dan praktik-praktik organik, pertanian ramah lingkungan meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi

ketergantungan pada bahan kimia sintetis yang dapat merusak tanah dan air. Dengan demikian, sistem pertanian ini membantu memastikan ketersediaan pangan yang memadai dan sehat bagi masyarakat dunia, sambil meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Pertanian ramah lingkungan memiliki dampak positif terhadap mitigasi perubahan iklim (Agus, 2013). Dengan meminimalkan emisi gas rumah kaca dan meningkatkan penyimpanan karbon di dalam tanah, pertanian berkelanjutan membantu mengurangi jejak karbon sektor pertanian. Praktik-praktik seperti agroforestri, pengelolaan limbah organik, dan penggunaan energi terbarukan memberikan kontribusi positif terhadap upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Melalui pendekatan ini, pertanian ramah lingkungan bukan hanya bagian dari solusi perubahan iklim, tetapi juga alat penting untuk membangun ketahanan terhadap dampak yang sudah terjadi. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, pertanian ramah lingkungan juga memiliki peran vital dalam pelestarian sumber daya alam dan biodiversitas. Praktik-praktik seperti rotasi tanaman, pelestarian air, dan penggunaan pestisida alami mendukung regenerasi tanah dan meminimalkan degradasi lahan. Pemeliharaan biodiversitas di dalam dan sekitar lahan pertanian juga menjadi fokus, dengan membangun koridor ekologis dan menjaga keanekaragaman hayati sebagai strategi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan hama. Oleh karena itu, pertanian ramah lingkungan bukan hanya menciptakan

lahan yang produktif tetapi juga berfungsi sebagai penjaga keanekaragaman hayati, yang merupakan aspek penting dalam pembangunan berkelanjutan.

Pertanian berkelanjutan juga memegang peran penting dalam mencapai dimensi sosial pembangunan berkelanjutan. Dengan memprioritaskan keadilan dan kesejahteraan petani, pertanian ramah lingkungan berusaha menciptakan masyarakat pertanian yang berkelanjutan secara ekonomi dan sosial. Model pembagian hasil yang adil, keamanan pekerjaan, dan pengakuan terhadap kontribusi petani terhadap ketahanan pangan menjadi inti dari pembangunan sosial dalam konteks pertanian ramah lingkungan. Selain itu, pendidikan dan pelatihan terkait pertanian berkelanjutan juga memberdayakan petani untuk mengadopsi praktik-praktik yang lebih ramah lingkungan dan meningkatkan keterampilan mereka dalam mengelola lahan dengan bijak. Pentingnya pertanian ramah lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan juga tercermin dalam upaya untuk menciptakan rantai pasokan pangan yang berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan konsep produksi, distribusi, dan konsumsi yang berkelanjutan, pertanian ramah lingkungan berkontribusi pada penciptaan pasar pangan yang adil, transparan, dan ramah lingkungan. Inisiatif lokal seperti pasar petani dan perdagangan adil mendukung akses lebih langsung bagi petani ke pasar, sambil memberikan konsumen akses ke produk-produk pangan yang lebih segar dan berkualitas.

Pertanian ramah lingkungan juga menjadi pemangku kepentingan kunci dalam mencapai tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Programs / SDGs). Dalam rangkaian target SDGs terkait kelaparan (*Sustainable Development Goal 2 / SDG 2*), pertanian ramah lingkungan memiliki peran strategis dalam memastikan ketersediaan pangan yang memadai dan meningkatkan ketahanan pangan global. Selain itu, dalam mencapai tujuan tentang air bersih dan sanitasi (*Sustainable Development Goal 6 / SDG 6*), praktik-praktik pertanian yang berkelanjutan membantu menjaga kualitas air dan mengelola sumber daya air dengan bijaksana (Efendi, 2016). Pentingnya pertanian ramah lingkungan dalam konteks pembangunan berkelanjutan juga tercermin dalam adopsi global terhadap kerangka kerja konsep *Green Economy* atau ekonomi hijau. Pertanian yang berkelanjutan dianggap sebagai pilar penting dalam membangun ekonomi hijau yang menggabungkan pertumbuhan ekonomi, pemberantasan kemiskinan, dan perlindungan lingkungan. Konsep ekonomi hijau mengarah pada model pertanian yang tidak hanya menghasilkan keuntungan ekonomis tetapi juga menciptakan manfaat positif bagi lingkungan dan masyarakat.

Keberhasilan implementasi pertanian berkelanjutan memerlukan kolaborasi yang erat antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil untuk menciptakan kebijakan, regulasi, dan inisiatif yang mendukung transisi menuju sistem pangan yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, pertanian ramah lingkungan bukan hanya menjadi pilar penting dalam

menyediakan pangan untuk generasi mendatang, tetapi juga menjadi fondasi utama bagi pembangunan berkelanjutan yang lebih luas.

1.3. Peran Kearifan Lokal dalam Pertanian Berkelanjutan

Kearifan lokal memegang peranan sentral dalam mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia. Keberadaan kearifan lokal mencakup sejumlah pengetahuan dan praktik yang telah teruji selama bertahun-tahun, turun temurun dari generasi ke generasi. Dalam konteks pertanian berkelanjutan, kearifan lokal di Indonesia memainkan peran yang signifikan dalam aspek-aspek seperti pemilihan varietas tanaman, pengelolaan sumber daya alam, dan strategi pertanian yang ramah lingkungan (Ansiska et al., 2021). Salah satu contoh kearifan lokal di Indonesia adalah dalam pemilihan varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi lokal. Petani tradisional memiliki pengetahuan mendalam tentang jenis tanaman yang dapat tumbuh optimal di suatu daerah, mengingat variasi iklim, tanah, dan topografi yang ada. Sebagai contoh, di daerah tropis seperti Indonesia, petani lokal mungkin memilih varietas padi yang tahan terhadap penyakit khas daerah setempat dan cocok dengan pola hujan yang bervariasi. Pemilihan varietas tanaman yang tepat ini bukan hanya meningkatkan hasil panen, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada input luar, seperti pestisida dan pupuk kimia.

Penggunaan pupuk organik dan teknik tanam yang efisien air juga mencerminkan kearifan lokal dalam

pertanian berkelanjutan di Indonesia. Petani di berbagai daerah telah mengembangkan metode budidaya yang didasarkan pada bahan organik lokal, seperti pupuk kompos dari limbah pertanian dan kotoran hewan. Metode ini tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah tetapi juga mengurangi risiko pencemaran lingkungan akibat penggunaan pupuk kimia yang berlebihan. Di Pulau Bali, misalnya, terdapat tradisi subak yang mengintegrasikan kearifan lokal dalam pengelolaan air sawah secara kolektif, menciptakan pola irigasi yang efisien dan berkelanjutan. Kearifan lokal juga terlihat dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Praktik-praktik tradisional, seperti pola tanam berundak di lereng gunung, dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia. Pola tanam ini tidak hanya mengurangi erosi tanah dan risiko longsor, tetapi juga menciptakan sistem pertanian berbasis agroforestri yang mendukung keberlanjutan lahan dan keanekaragaman hayati.

Nyabuk Gunung dan Pranoto Mongso merupakan kearifan lokal dalam pertanian yang merupakan suatu metode bercocok tanam yang diimplementasikan dengan membuat teras sawah yang mengikuti garis kontur tanah. Cara ini umumnya diterapkan di lereng bukit. Pendekatan ini menunjukkan adaptasi cerdas terhadap lingkungan yang miring dan berbukit, memanfaatkan topografi untuk memaksimalkan penggunaan lahan pertanian. Pembuatan terasering ini juga dapat menjadi langkah dalam upaya mitigasi bencana longsor dalam pemanfaatan lahannya.



Gambar 1. Nyabuk Gunung di Kawasan Gunung Dieng
(Sumber: Kompasiana.com, 2019)

Kearifan lokal juga tercermin dalam praktik-praktik adat yang mendukung keberlanjutan pertanian. Misalnya, di berbagai daerah di Indonesia, terdapat tradisi adat yang mengatur waktu tanam dan panen berdasarkan pengetahuan lokal tentang siklus alam. Masyarakat di pedalaman Kalimantan, seperti suku Dayak, memiliki tradisi panen padi yang diselenggarakan secara kolektif, mempromosikan kerjasama antarpetani dan menjaga keberlanjutan produksi pangan.

Peran kearifan lokal dalam pertanian berkelanjutan di Indonesia juga menghadapi berbagai tantangan. Globalisasi, perubahan iklim, dan modernisasi dapat mengancam kelangsungan kearifan lokal ini. Oleh karena itu, perlu ada upaya untuk menggali, mendukung, dan memadukan kearifan lokal dengan inovasi modern untuk mencapai pertanian yang lebih berkelanjutan dan produktif. Secara keseluruhan, kearifan lokal memainkan peran vital dalam mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia.

Praktik-praktik tradisional ini tidak hanya mencerminkan pengetahuan lokal yang dalam tentang lingkungan setempat tetapi juga berkontribusi pada upaya global untuk mencapai ketahanan pangan dan keberlanjutan ekologis. Integrasi antara kearifan lokal dan inovasi modern menjadi kunci untuk menciptakan model pertanian yang seimbang, produktif, dan berkelanjutan untuk masa depan.

1.4. Peran Generasi Z Dalam Pertanian Ramah Lingkungan

Generasi Z yang mencakup individu yang lahir antara tahun 1996 hingga 2012, merupakan kelompok masyarakat yang tumbuh dan berkembang dalam era digital (Sawitri, 2018). Terlahir setelah generasi milenial, pada tahun 2024, anggota Generasi Z berusia antara 11 hingga 28 tahun. Generasi ini, sering disebut sebagai generasi internet, memiliki keahlian khusus dalam mengoperasikan berbagai media teknologi dan dijuluki sebagai "*digital natives*", menandakan kemampuan alamiah mereka dalam beradaptasi dengan teknologi digital sejak awal kehidupan mereka (Sakitri, 2021). Keunggulan multitasking menjadi ciri khas yang membedakan Generasi Z dari generasi sebelumnya, memungkinkan mereka untuk secara efektif menavigasi berbagai platform digital secara bersamaan. Salah satu faktor kunci yang membuat Generasi Z berbeda adalah penguasaan mereka dalam bidang informasi dan teknologi, yang tidak hanya mencerminkan gaya hidup mereka yang terhubung secara digital, tetapi juga memperlihatkan potensi besar mereka dalam membawa

perubahan dan inovasi di berbagai aspek kehidupan. Generasi Z ini tumbuh di tengah-tengah tantangan lingkungan yang semakin meningkat, memegang peran penting dalam mendorong pertanian ramah lingkungan ke arah yang lebih berkelanjutan. Dalam konteks ini, peran Generasi Z tidak hanya mencakup penerapan teknologi yang inovatif, tetapi juga menekankan nilai-nilai sosial dan lingkungan yang mendasar. Generasi ini memiliki potensi untuk menjadi agen perubahan dalam transformasi pertanian, membawa visi baru dan kepekaan terhadap dampak lingkungan.

Salah satu kontribusi utama Generasi Z terhadap pertanian ramah lingkungan adalah pemahaman mendalam mereka terhadap teknologi dan inovasi. Dibesarkan di era teknologi digital, Generasi Z memiliki kecakapan teknologi tinggi dan keberanian untuk mengadopsi perubahan. Dalam pertanian ramah lingkungan, ini tercermin dalam penggunaan sensor pintar, *Internet of Things* (IoT), dan analitika data untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, memantau pertumbuhan tanaman, dan mengelola pertanian dengan lebih efisien. Teknologi ini bukan hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia dan energi non-terbarukan. Generasi Z menunjukkan minat yang tinggi terhadap pertanian urban dan keberlanjutan pangan. Mereka terlibat dalam gerakan urban farming, mengubah atap bangunan dan lahan kosong menjadi kebun-kebun kota yang produktif. Pertanian urban ini tidak hanya mendekatkan produksi pangan dengan

konsumen, tetapi juga mengurangi jejak karbon transportasi dan mendukung ketahanan pangan lokal. Keberlanjutan pangan menjadi perhatian utama bagi Generasi Z, yang menyuarakan dukungan mereka untuk konsep farm-to-table dan ketidaksetaraan pangan global.

Generasi Z juga menekankan pentingnya etika dan tanggung jawab lingkungan dalam keputusan konsumen mereka. Mereka lebih cenderung memilih produk-produk organik dan ramah lingkungan, yang menciptakan tekanan pada industri pertanian untuk beralih ke praktik-praktik yang lebih berkelanjutan. Dengan memilih produk-produk yang dihasilkan secara ramah lingkungan, Generasi Z menciptakan permintaan yang dapat mendorong perubahan di rantai pasokan pangan global menuju model yang lebih berkelanjutan. Generasi Z berperan dalam membangun kesadaran lingkungan dan keberlanjutan di antara masyarakat. Melalui media sosial dan gerakan anak muda, mereka menyuarakan keprihatinan mereka terhadap perubahan iklim, kehilangan biodiversitas, dan keberlanjutan pangan. Aktivisme mereka menciptakan tekanan sosial dan politik untuk memprioritaskan isu-isu lingkungan dalam kebijakan pemerintah dan keputusan perusahaan. Dengan kekuatan suara mereka, Generasi Z menciptakan momentum untuk pertanian ramah lingkungan dan mendorong pemerintah dan perusahaan untuk bertindak lebih proaktif dalam mendukung praktik-praktik berkelanjutan.

Di samping itu, Generasi Z juga membawa semangat kewirausahaan yang tinggi ke dalam

pertanian. Mereka tertarik untuk menciptakan solusi inovatif dan startup di bidang pertanian berkelanjutan. Mulai dari pengembangan aplikasi untuk pemantauan tanaman hingga pembuatan produk makanan organik dan berkelanjutan, Generasi Z memainkan peran sentral dalam menciptakan ekosistem kewirausahaan yang mendukung pertanian ramah lingkungan. Ini menciptakan lapangan pekerjaan baru, merangsang inovasi, dan membuka peluang bagi perubahan positif di sektor pertanian.

Pendidikan juga menjadi bagian integral dari peran Generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan. Mereka memperjuangkan integrasi pendidikan tentang keberlanjutan dan pertanian berkelanjutan ke dalam kurikulum sekolah dan perguruan tinggi. Melalui pengetahuan dan pemahaman, Generasi Z berusaha untuk menciptakan kesadaran di kalangan teman sebaya dan generasi berikutnya tentang pentingnya pertanian yang berkelanjutan dan tanggung jawab lingkungan. Namun, peran Generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan juga dihadapkan pada tantangan. Terlepas dari semangat dan tekad, mereka menghadapi ketidakpastian ekonomi dan kurangnya dukungan finansial untuk memulai atau mengembangkan usaha pertanian berkelanjutan. Oleh karena itu, perlu ada upaya bersama dari pemerintah, lembaga keuangan, dan sektor swasta untuk menciptakan insentif dan pendanaan yang mendukung inisiatif pertanian ramah lingkungan yang digagas oleh Generasi Z.

Secara keseluruhan, peran Generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan merupakan pilar yang kuat

untuk menciptakan transformasi positif di sektor pertanian. Melalui kreativitas, inovasi, dan semangat kepemimpinan mereka, Generasi Z membawa energi baru dan perspektif yang diperlukan untuk membentuk masa depan pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan dukungan dan kolaborasi dari berbagai pihak, potensi Generasi Z dapat diarahkan untuk menciptakan sistem pangan global yang lebih adil, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

BAB 2

Sejarah Pertanian Ramah Lingkungan di Indonesia

2.1. Pertanian Tradisional Indonesia

Pertanian tradisional di Indonesia telah menjadi fondasi penting dalam sejarah dan kehidupan masyarakat sejak zaman kuno. Dari pulau-pulau yang membentang dari Sabang hingga Merauke, setiap kelompok etnis di Indonesia telah mengembangkan sistem pertanian uniknya sendiri, mencerminkan keberagaman budaya dan kondisi geografis yang dimiliki nusantara ini. Sejarah pertanian tradisional tidak hanya menandai transformasi lahan menjadi sumber kehidupan, tetapi juga menceritakan kisah kearifan lokal, keberlanjutan, dan adaptasi terhadap lingkungan. Pertanian tradisional di Indonesia memiliki akar yang dalam dalam sejarah agraris masyarakatnya. Di awal peradaban, orang Indonesia sudah memahami prinsip-prinsip pertanian seperti rotasi tanaman, polikultur, dan penggunaan pupuk organik. Ketergantungan pada alam dan siklus musiman menjadi pilar dalam pertanian tradisional. Padi, sebagai tanaman pangan utama, ditanam dengan memperhitungkan siklus musim hujan dan kemarau, dan seiring waktu, pola ini telah menjadi warisan budaya yang dijaga dan diwariskan dari generasi ke generasi.

Satu contoh jelas dari pertanian tradisional di Indonesia adalah sistem pertanian sawah tadah hujan yang telah digunakan sejak zaman dahulu (D. Hidayat, 2019). Di berbagai daerah seperti Jawa, Bali, dan Sumatra masyarakat menggunakan sistem ini untuk

mengelola air dan memaksimalkan hasil pertanian. Sawah tadah hujan memanfaatkan musim hujan untuk menyirami tanaman padi, menciptakan sistem irigasi alami yang efisien. Sistem ini menunjukkan pemahaman mendalam akan siklus alam dan ketergantungan manusia terhadap pola cuaca, sekaligus menjelaskan keberlanjutan ekologis dalam pemanfaatan air.

Agroforestri adalah praktik pertanian tradisional yang diwariskan dari generasi ke generasi (Santoro et al., 2020). Masyarakat di Indonesia telah lama memahami manfaat tanaman berbahan kayu dan tanaman pangan dapat hidup berdampingan. Pohon-pohon yang ditanam di antara tanaman pangan tidak hanya memberikan naungan, tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah melalui deposit bahan organik dan pengendalian erosi. Adat istiadat lokal dan kepercayaan spiritual sering kali terkait dengan pemilihan jenis tanaman dan pola tanam, menciptakan sistem pertanian yang melestarikan keberagaman hayati dan budaya.

Sistem pertanian berbasis lahan basah atau rawa gambut di Kalimantan juga merupakan contoh unik dari kearifan lokal dalam pertanian. Masyarakat Dayak di Kalimantan Barat, misalnya, telah mengembangkan teknik mengolah lahan rawa gambut untuk pertanian padi secara berkelanjutan. Mereka menggunakan sistem kanal dan tanggul tradisional untuk mengatur tingkat air, menciptakan kondisi ideal untuk pertumbuhan tanaman padi. Praktik ini menunjukkan keterampilan adaptasi manusia terhadap lingkungan yang sulit dan kompleks. Penting untuk dipahami, bahwa kearifan lokal tidak hanya terkait dengan teknik pertanian, tetapi

juga dengan sistem nilai dan norma-norma yang melibatkan masyarakat. Konsep gotong royong atau gotong-royong adalah bagian integral dari pertanian tradisional di Indonesia. Ketika datang waktu menanam atau panen, masyarakat lokal berkumpul bersama-sama untuk membantu satu sama lain. Solidaritas dan kolaborasi ini tidak hanya memastikan keberhasilan panen tetapi juga memperkuat ikatan sosial di antara anggota masyarakat.



Gambar 2. Kearifan Lokal Penanaman Semangka di Rawa Gambut Kalimantan Selatan (Sumber: Nurdianti, 2020)

Seiring berjalannya waktu, sejarah pertanian tradisional di Indonesia juga menghadapi tantangan. Era globalisasi dan modernisasi membawa perubahan dalam pola konsumsi dan praktek pertanian. Penggunaan pupuk kimia, pestisida, dan teknologi pertanian modern menjadi semakin umum, menggantikan beberapa praktik tradisional. Sementara beberapa inovasi ini dapat meningkatkan produktivitas, mereka juga membawa dampak negatif pada

lingkungan, seperti degradasi tanah dan pencemaran air.

Dalam menghadapi tantangan ini, beberapa kelompok masyarakat dan organisasi telah berupaya memadukan teknologi modern dengan prinsip-prinsip pertanian tradisional. Misalnya, konsep pertanian organik telah mendapatkan popularitas, menggabungkan kearifan lokal dengan praktik-praktik berkelanjutan dan ramah lingkungan. Gerakan ini bertujuan untuk merestorasi ekosistem pertanian, meningkatkan kesejahteraan petani, dan mempertahankan keanekaragaman hayati. Dengan demikian, sejarah pertanian tradisional di Indonesia tidak hanya melibatkan teknik dan praktek pertanian, tetapi juga nilai-nilai dan budaya yang diterapkan dalam pengelolaan lahan dan sumber daya alam. Melalui warisan ini, masyarakat Indonesia dapat terus membangun model pertanian yang berkelanjutan, menjaga kearifan lokal, dan memastikan bahwa masa depan pertanian tetap berlandaskan keberlanjutan dan keberagaman.

2.1. Perkembangan Pertanian Ramah Lingkungan di Indonesia

Pertanian ramah lingkungan di Indonesia telah mengalami perkembangan yang menggembirakan, menandai pergeseran paradigma menuju sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Dalam beberapa dekade terakhir, pemahaman akan urgensi keseimbangan antara produksi pangan dan pelestarian lingkungan semakin diterima, mendorong inovasi dan

perubahan praktek-praktek pertanian konvensional. Salah satu contoh perkembangan pertanian ramah lingkungan di Indonesia adalah peningkatan penerapan sistem agroforestri. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia menunjukkan bahwa pada tahun 2021, lebih dari 3 juta hektar lahan telah diubah menjadi sistem agroforestri, mencakup berbagai jenis tanaman kayu, buah-buahan, dan tanaman pangan. Agroforestri bukan hanya memberikan keuntungan ekonomi melalui hasil kayu dan buah, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan ekologis dengan meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi erosi, dan menyediakan habitat bagi keanekaragaman hayati.

Penerapan teknologi hijau juga memberikan kontribusi signifikan dalam memajukan pertanian ramah lingkungan di Indonesia. Penggunaan sensor pintar dan teknologi pemantauan di lahan pertanian, misalnya, telah meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa sejak tahun 2018, terjadi peningkatan penggunaan teknologi pertanian presisi, seperti penggunaan drone dan sensor tanah, yang meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida. Selain itu, pertanian organik juga menjadi tren yang menggembirakan di Indonesia. Menurut Kementerian Pertanian Indonesia, pada tahun 2020, luas lahan pertanian organik mencapai sekitar 180 ribu hektar. Program sertifikasi organik yang dikeluarkan oleh Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian (BPPSDMP) serta Badan

Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) mendukung petani yang ingin beralih ke pertanian organik. Hal ini tidak hanya menciptakan sumber daya pangan yang lebih sehat, tetapi juga membuka peluang ekspor produk pertanian organik Indonesia ke pasar internasional yang semakin menghargai keberlanjutan dan keaslian produk.

Penggunaan pupuk kimia dan pestisida di Indonesia juga menunjukkan adanya kecenderungan positif dalam mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya. Menurut Kementerian Pertanian, penggunaan pupuk kimia pada tahun 2021 mengalami penurunan sebesar 9% dibandingkan tahun sebelumnya. Peningkatan kesadaran petani dan masyarakat akan dampak kesehatan dan lingkungan dari penggunaan bahan kimia pertanian menjadi faktor utama di balik penurunan ini. Meskipun demikian tantangan tetap ada, terutama dalam menghadapi ketidakpastian ekonomi dan ketidaksetaraan akses terhadap teknologi di berbagai wilayah di Indonesia. Data BPS menunjukkan bahwa petani kecil dan wilayah pedalaman masih menghadapi kendala dalam mengakses modal dan teknologi yang diperlukan untuk beralih ke praktik pertanian ramah lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk melibatkan berbagai pihak, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan lembaga nirlaba, dalam mendukung petani kecil dan mendorong inklusivitas dalam pertanian berkelanjutan.

Pendekatan berbasis masyarakat juga menjadi kunci dalam memastikan keberlanjutan perkembangan pertanian ramah lingkungan di Indonesia. Berbagai

program pembangunan dan pemberdayaan masyarakat telah diterapkan, seperti program pelatihan petani dalam teknik pertanian ramah lingkungan dan peningkatan kapasitas lembaga-lembaga lokal. Data dari program-program tersebut menunjukkan bahwa petani yang mendapatkan pelatihan dan dukungan teknis cenderung lebih berhasil dalam mengimplementasikan praktik-praktik pertanian ramah lingkungan, dan hasilnya adalah peningkatan produksi yang berkelanjutan. Penting juga untuk mengakui peran penting konsumen dalam mendukung pertanian ramah lingkungan. Menurut survei oleh Badan Pusat Statistik pada tahun 2021, kesadaran konsumen Indonesia terhadap produk pertanian yang berkelanjutan terus meningkat. Sebanyak 76% konsumen menyatakan keinginan mereka untuk mendukung produk pertanian ramah lingkungan, yang menciptakan dorongan pasar yang dapat mendorong petani dan produsen untuk lebih mengadopsi praktik-praktik berkelanjutan.

Dengan demikian, meskipun masih ada tantangan yang perlu diatasi, perkembangan pertanian ramah lingkungan di Indonesia menawarkan gambaran optimis tentang masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan dan berimbang (Yuriansyah et al., 2020). Inovasi dan kesadaran semakin mewarnai pertanian di negeri ini, dan melalui kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, masyarakat, dan lembaga internasional, Indonesia dapat terus menjadi pemimpin dalam membangun sistem pertanian yang menghormati keberlanjutan alam dan memberikan manfaat positif bagi seluruh masyarakat.

Prinsip-prinsip Pertanian Ramah Lingkungan**3.1 Prinsip-Prinsip Konservasi Tanah Dan Air**

Prinsip Konservasi Tanah dan Air adalah seperangkat pedoman dan strategi yang dirancang untuk melindungi dan mempertahankan keberlanjutan sumber daya tanah dan air. Prinsip ini berfokus pada upaya mencegah degradasi tanah, erosi, dan pencemaran air, serta mempromosikan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Berikut adalah beberapa prinsip konservasi tanah dan air yang umumnya diterapkan.

a. Menjaga kesuburan tanah

Menjaga kesuburan tanah adalah aspek kritis dalam pertanian berkelanjutan, dan di Indonesia, negara dengan keanekaragaman hayati dan lanskap pertanian yang luas, hal ini menjadi lebih esensial. Upaya menjaga keseimbangan unsur hara dalam tanah telah menjadi prioritas untuk memastikan produktivitas yang berkelanjutan dan mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan (Roidah, 2013). Pengelolaan kesuburan tanah di Indonesia melibatkan sejumlah strategi, seperti penggunaan pupuk organik, rotasi tanaman, dan budidaya tanaman leguminosa. Penggunaan pupuk organik telah menjadi cara yang efektif utama dalam menjaga kesuburan tanah. Pupuk organik berasal dari bahan-bahan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan sisa-sisa tanaman. Keberadaan pupuk organik ini di tanah memperkaya kandungan

organik, meningkatkan retensi air, dan menyediakan nutrisi esensial bagi tanaman. Praktik ini bukan hanya membantu mempertahankan kesuburan tanah, tetapi juga mengurangi ketergantungan petani pada pupuk kimia yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Di berbagai wilayah di Indonesia, program pemerintah dan organisasi nirlaba telah mempromosikan penggunaan pupuk organik melalui pelatihan dan penyuluhan kepada petani.

Rotasi tanaman juga menjadi langkah penting dalam menjaga kesuburan tanah di Indonesia. Praktik ini melibatkan pergantian jenis tanaman yang ditanam pada suatu lahan selama periode waktu tertentu (Marpaung et al., 2022). Dengan cara ini, tanah tidak terus-menerus dieksploitasi oleh satu jenis tanaman, menghindari penurunan ekstensif nutrisi tertentu. Contohnya, petani di Jawa sering mengombinasikan tanaman padi dengan tanaman palawija seperti kedelai atau kacang hijau. Selain meningkatkan kesuburan tanah, rotasi tanaman juga membantu mengendalikan hama dan penyakit tanaman yang mungkin berkembang biak ketika satu jenis tanaman secara terus-menerus ditanam.

Budidaya tanaman leguminosa menjadi solusi yang semakin diterapkan di Indonesia. Tanaman leguminosa, seperti kacang tanah, kacang hijau, dan kedelai, memiliki kemampuan unik untuk membentuk simbiosis dengan bakteri *Rhizobium* yang dapat mengikat nitrogen dari udara dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman (Adnyana, 2012). Hal ini memperkaya kandungan

nitrogen dalam tanah, yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, tanaman leguminosa juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik. Beberapa wilayah di Indonesia, seperti daerah-daerah yang mendukung pertanian organik, telah berhasil mengimplementasikan budidaya tanaman leguminosa sebagai bagian dari sistem pertanian berkelanjutan.

Sebagai contoh pada PT Perkebunan Nusantara (PTPN) XI, mereka menanam tanaman leguminosa bersamaan dengan tanaman tebu. Selain meningkatkan produktivitas lahan, praktik ini secara efektif meningkatkan keseimbangan unsur hara dalam tanah dan mengurangi kebutuhan pupuk kimia. Penerapan pola tanam ini tidak hanya memastikan kesuburan tanah secara jangka panjang tetapi juga membantu mengurangi dampak negatif pertanian konvensional terhadap lingkungan. Penting untuk dipahami bahwa penerapan strategi ini tidak selalu berjalan mulus di seluruh Indonesia. Faktor-faktor seperti akses terhadap sumber daya, pendidikan petani, dan kondisi iklim regional dapat mempengaruhi keberhasilan penerapan praktik-praktik ini. Oleh karena itu, dukungan pemerintah, lembaga riset pertanian, dan organisasi masyarakat sangat penting untuk memastikan bahwa petani memiliki pengetahuan dan sumber daya yang diperlukan untuk menerapkan strategi konservasi tanah dan air dengan efektif.



Gambar 3. Tumpang Sari Tebu dan Kedelai pada PTPN IX
(Sumber: Tobari, 2022)

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan meningkatnya tekanan pada sumber daya alam, menjaga kesuburan tanah di Indonesia bukan hanya kebutuhan lokal tetapi juga bagian integral dari upaya global untuk mencapai pertanian berkelanjutan. Dengan terus meningkatkan kesadaran, memberikan dukungan yang diperlukan, dan mendorong inovasi dalam pengelolaan tanah dan air, Indonesia dapat memainkan peran kunci dalam menjaga keberlanjutan sumber daya pertanian yang sangat penting untuk masa depan.

b. Melindungi permukaan tanah dari erosi

Erosi merupakan proses pengikisan tanah yang dapat disebabkan oleh air, angin, atau gravitasi, merupakan tantangan serius dalam menjaga kualitas tanah dan keberlanjutan pertanian di Indonesia. Negara yang kaya akan keanekaragaman hayati ini menghadapi ancaman erosi yang dapat menyebabkan degradasi lahan, kehilangan kesuburan tanah, dan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, langkah-langkah untuk melindungi permukaan tanah dari erosi telah

menjadi fokus utama, dengan berbagai strategi yang diterapkan di seluruh negeri. Salah satu langkah dalam melindungi tanah dari erosi adalah menjaga vegetasi penutup tanah. Vegetasi, seperti rumput, semak, atau pohon, memiliki akar yang kuat yang membantu menjaga struktur tanah dan menahan erosi (Adhitya et al., 2017). Program restorasi hutan, penanaman kembali tanaman penutup tanah, dan kebijakan pelestarian hutan adalah beberapa contoh penerapan strategi ini di Indonesia. Misalnya, di Sumatra, program penanaman kembali hutan telah berhasil memperkuat vegetasi penutup tanah, yang tidak hanya membantu melindungi tanah dari erosi tetapi juga memelihara keanekaragaman hayati yang khas bagi pulau tersebut.

Penerapan pengolahan tanah minimal juga menjadi langkah efektif dalam mengurangi erosi. Praktik-praktik seperti tanaman penutup musim dingin, pertanian berkontur, dan penggunaan teknik tanam langsung membantu menjaga keutuhan tanah. Di daerah-daerah pertanian di Jawa Tengah, petani telah mengadopsi sistem tanam langsung, yang melibatkan penanaman tanaman tanpa merusak lapisan tanah utama. Praktik ini tidak hanya mengurangi erosi tetapi juga meningkatkan retensi air dan mengurangi kebutuhan untuk penggunaan alat berat yang dapat merusak struktur tanah. Bertahannya permukaan tanah juga dapat dicapai melalui pembangunan terasering. Di beberapa daerah, seperti Bali dan Sulawesi, petani telah menciptakan teras-teras pada lereng gunung untuk mengurangi aliran air yang dapat menyebabkan erosi. Terasering ini membantu meratakan lereng,

memperlambat aliran air, dan meminimalkan kerusakan akibat erosi. Program pemerintah dan proyek konservasi masyarakat telah mendukung upaya pembangunan terasering di berbagai wilayah untuk melindungi lahan dari erosi yang merugikan.

Pembangunan bendungan dan embung juga menjadi strategi vital dalam melawan erosi tanah. Bendungan dan embung membantu mengatur aliran air, mencegah terjadinya banjir, dan menyediakan sumber air untuk keperluan pertanian. Di Nusa Tenggara Timur, pembangunan embung telah menjadi bagian integral dari program pemerintah untuk meningkatkan ketahanan air dan mengurangi risiko erosi. Pembangunan ini membantu memanfaatkan air hujan secara efisien, memperpanjang musim tanam, dan secara keseluruhan melindungi tanah dari dampak negatif aliran air yang tidak terkendali.



Gambar 4. Embung di Sumba Timur, Nageko, dan Kabupaten Kupang NTT
(Sumber: Lewokeda, 2019)

Meskipun langkah-langkah ini telah berhasil di banyak daerah di Indonesia, tantangan tetap ada.

Ketidaksetaraan dalam akses sumber daya, kurangnya pemahaman petani akan pentingnya melindungi tanah dari erosi, dan tekanan pertumbuhan populasi dapat menjadi hambatan. Oleh karena itu, pendekatan yang holistik dan partisipatif diperlukan untuk memastikan penerapan yang efektif di semua tingkatan masyarakat.

Pentingnya melindungi permukaan tanah dari erosi tidak hanya terkait dengan keberlanjutan pertanian tetapi juga dengan kesejahteraan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Dengan terus menerapkan dan memperkuat strategi-strategi ini, Indonesia dapat membangun fondasi yang kokoh untuk pertanian yang berkelanjutan dan melindungi keanekaragaman hayati yang kaya yang menjadi aset berharga bagi masa depan. Dukungan pemerintah, kolaborasi antara sektor pertanian dan lembaga lingkungan, serta partisipasi aktif masyarakat akan menjadi kunci dalam menjaga tanah Indonesia tetap subur dan produktif.

c. Meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah

Meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah telah menjadi tujuan penting dalam upaya untuk mengelola sumber daya air dan mencegah erosi di Indonesia. Kapasitas infiltrasi tanah yang tinggi dapat mengurangi aliran permukaan, meningkatkan retensi air, dan memelihara keseimbangan ekosistem (A. Hidayat et al., 2019). Di Indonesia, sejumlah langkah telah diambil untuk meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, termasuk peningkatan kandungan bahan organik dalam tanah, pengolahan tanah minimal, dan pembangunan sumur resapan.

Salah satu strategi utama dalam meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah adalah dengan meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Bahan organik, seperti kompos, sisa tanaman, atau pupuk kandang, memiliki peran krusial dalam meningkatkan struktur tanah dan menahan air. Petani di berbagai daerah di Indonesia telah mengadopsi praktik pertanian organik yang melibatkan peningkatan penggunaan bahan organik. Program penyuluhan dan pelatihan dari pemerintah dan organisasi non-pemerintah telah membantu petani memahami pentingnya pemeliharaan kandungan bahan organik dalam tanah, yang pada gilirannya meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah.

Di Jawa Barat, program penyuluhan oleh Dinas Pertanian telah mempromosikan penggunaan pupuk organik dan kompos untuk meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Dengan peningkatan kandungan bahan organik, tanah dapat lebih baik menyerap dan menyimpan air hujan, mengurangi risiko banjir, dan memberikan keuntungan jangka panjang bagi produktivitas pertanian. Pengolahan tanah minimal juga menjadi strategi efektif dalam meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Praktik-praktik ini melibatkan pengurangan penggunaan alat berat dan kerja tanah yang berlebihan yang dapat merusak struktur tanah. Petani di Sumatra Selatan telah mengadopsi teknik tanam langsung di lahan gambut untuk mengurangi kompaksi tanah dan meningkatkan kapasitas infiltrasi air. Teknik ini tidak hanya membantu mencegah erosi tanah tetapi juga mengoptimalkan

pemanfaatan air, khususnya di wilayah yang rawan kekeringan.



Gambar 5. Penanaman Sayuran di Lahan Gambut
(Sumber: Pratama, 2022)

Pembangunan sumur resapan menjadi langkah konkret dalam meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah di Indonesia. Sumur resapan, atau juga dikenal sebagai biopori, adalah lubang vertikal yang dibuat di tanah untuk meningkatkan perkolasi air ke dalam tanah. Program pemerintah dan inisiatif masyarakat telah aktif mendorong pembangunan sumur resapan. Di Bali, misalnya, kelompok tani lokal bersama-sama dengan Badan Lingkungan Hidup setempat telah mengimplementasikan program pembuatan sumur resapan untuk mengurangi genangan air di lahan pertanian dan meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Selain manfaat langsung dalam mencegah erosi dan memperbaiki kualitas tanah, peningkatan kapasitas infiltrasi tanah juga memberikan dampak positif pada ketersediaan air. Di tengah tantangan perubahan iklim dan pola curah hujan yang semakin tidak terduga, kemampuan tanah untuk menyerap dan menyimpan air

menjadi semakin penting. Praktik-praktik yang meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, oleh karena itu, memberikan ketahanan terhadap kondisi iklim yang semakin tidak stabil.

Meskipun langkah-langkah ini menunjukkan dampak positif dalam berbagai wilayah, tantangan tetap ada. Pengelolaan lahan yang tidak berkelanjutan, konversi lahan untuk kepentingan pembangunan, dan kurangnya pemahaman masyarakat tentang pentingnya menjaga kapasitas infiltrasi tanah merupakan beberapa tantangan yang dihadapi dalam penerapan strategi ini. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang melibatkan pemerintah, lembaga penelitian, masyarakat, dan sektor swasta diperlukan untuk memastikan penerapan langkah-langkah ini secara efektif dan berkelanjutan. Dengan mengembangkan kapasitas infiltrasi tanah, Indonesia dapat menghadapi tantangan lingkungan dan pertanian dengan lebih baik. Dengan melibatkan petani, mendukung inovasi lokal, dan terus memperkuat kebijakan konservasi tanah, Indonesia dapat membangun fondasi yang kokoh untuk pertanian berkelanjutan dan mengelola sumber daya air dengan bijaksana. Penerapan langkah-langkah ini bukan hanya investasi dalam keberlanjutan lingkungan, tetapi juga investasi dalam ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia secara keseluruhan.

d. Meningkatkan efisiensi penggunaan air

Pengelolaan air yang efisien menjadi krusial di Indonesia, sebuah negara dengan keberagaman geografis dan sumber daya air yang terbatas. Air,

sebagai sumber daya yang esensial, menjadi fondasi untuk pertanian, kehidupan sehari-hari, dan kelestarian lingkungan. Dengan menyadari keterbatasan air, upaya meningkatkan efisiensi penggunaan air telah menjadi prioritas, melibatkan pembangunan jaringan irigasi yang efisien, pelaksanaan irigasi tepat waktu dan tepat guna, serta adopsi teknologi irigasi yang hemat air. Pembangunan jaringan irigasi yang efisien menjadi langkah mendasar dalam mengelola air secara berkelanjutan. Pembangunan infrastruktur irigasi yang memadai dapat meningkatkan distribusi air ke lahan pertanian dengan efisien, mengurangi kerugian air selama perjalanan, dan mendukung pertanian yang lebih produktif. Program ini telah diterapkan di berbagai daerah di Indonesia, terutama di Pulau Jawa dan Sumatra, yang sering kali menjadi pusat pertanian utama. Pemerintah daerah bersama-sama dengan lembaga pemerintah pusat telah meluncurkan proyek-proyek pembaruan dan perbaikan infrastruktur irigasi untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan air di tingkat petani.

Pelaksanaan irigasi secara tepat waktu dan tepat guna adalah strategi penting dalam memastikan penggunaan air yang efisien (Hasibuan, 2023). Dengan memahami kebutuhan tanaman dan kondisi lingkungan, petani dapat mengatur jadwal irigasi yang optimal, menghindari pemborosan air, dan meningkatkan hasil pertanian. Di beberapa wilayah di Sumatra Utara, misalnya, petani telah mengadopsi praktik irigasi yang responsif terhadap perubahan cuaca dan kebutuhan tanaman. Dengan menggunakan data

cuaca dan teknologi informasi, mereka dapat memutuskan waktu dan jumlah air yang diperlukan untuk setiap siklus irigasi, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Adopsi teknologi irigasi yang hemat air menjadi solusi inovatif dalam mengatasi tantangan pengelolaan air di Indonesia. Sistem irigasi tetes, irigasi sprinkler, dan teknologi presisi telah diperkenalkan untuk mengurangi pemborosan air dan meningkatkan efisiensi penyiraman (Khairunnisak et al., 2017). Program pemerintah dan inisiatif swasta telah mendukung petani dalam mengadopsi teknologi ini. Di daerah-daerah yang rawan kekeringan, seperti Nusa Tenggara Timur, pemerintah setempat telah memasukkan penggunaan sistem irigasi tetes dalam program konservasi air untuk mendukung pertanian lokal. Walaupun progres positif terlihat, tantangan tetap ada dalam menerapkan strategi-strategi ini secara merata di seluruh negeri. Ketersediaan teknologi yang terjangkau, pendidikan petani, dan ketersediaan sumber daya air regional yang tidak merata merupakan beberapa hambatan yang perlu diatasi. Oleh karena itu, kolaborasi antara pemerintah, lembaga penelitian, dan sektor swasta menjadi penting untuk menciptakan lingkungan yang mendukung adopsi teknologi dan praktik pengelolaan air yang lebih baik.



Gambar 6. Penggunaan Irigasi Tetes untuk
Tanaman Cabai

(Sumber: Zaitun *et al.*, 2021)

Pentingnya efisiensi penggunaan air tidak hanya terbatas pada aspek pertanian tetapi juga membentang ke sektor lainnya seperti industri dan kebutuhan domestik. Di perkotaan yang berkembang pesat, peningkatan kesadaran akan kebutuhan akan pengelolaan air yang bijaksana telah memunculkan program-program konservasi air. Jakarta, sebagai salah satu kota terbesar di Indonesia, telah memulai inisiatif untuk mengedukasi masyarakat tentang penggunaan air yang efisien dan mempromosikan teknologi penyimpanan air yang inovatif.

Dalam menghadapi perubahan iklim dan peningkatan tekanan terhadap sumber daya air, upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air di bukan hanya menjadi kebutuhan lokal tetapi juga kontribusi terhadap ketahanan global. Dengan terus mendorong inovasi, menyediakan dukungan teknis, dan meningkatkan pemahaman masyarakat, Indonesia dapat mencapai tujuan keberlanjutan dalam pengelolaan air. Meningkatkan efisiensi penggunaan air

adalah langkah penting dalam melindungi sumber daya air yang berharga untuk generasi masa depan.

e. Mencegah pencemaran air

Mencegah pencemaran air menjadi salah satu tantangan utama dalam memastikan keberlanjutan sumber daya air di Indonesia. Dalam menghadapi risiko pencemaran air yang dapat merugikan kualitas air dan ekosistem air, berbagai upaya telah diambil, melibatkan pengelolaan limbah pertanian yang tepat, menjaga kebersihan sumber air, dan melakukan reboisasi. Pengelolaan limbah pertanian secara tepat menjadi langkah kunci dalam mencegah pencemaran air. Praktik-praktik pertanian yang tidak berkelanjutan, seperti penggunaan pupuk dan pestisida berlebihan, dapat menyebabkan aliran limbah yang mencemari sumber air. Di berbagai wilayah di Indonesia, terutama di pulau-pulau agraris seperti Sumatra dan Kalimantan, pemerintah dan petani telah berkolaborasi untuk mengadopsi teknik pertanian berkelanjutan. Program penyuluhan dan pelatihan telah diperkenalkan untuk meningkatkan pemahaman petani tentang penggunaan pupuk organik, rotasi tanaman, dan teknik pertanian yang ramah lingkungan, yang pada akhirnya dapat mengurangi risiko pencemaran air.

Menjaga kebersihan sumber air menjadi strategi penting dalam mencegah pencemaran air. Dengan pertumbuhan perkotaan yang pesat, limbah domestik dan industri dapat menjadi ancaman serius terhadap kualitas air. Program pengelolaan air limbah kota telah diterapkan di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung. Ini melibatkan instalasi sistem

pengolahan air limbah yang efisien dan program kesadaran masyarakat untuk mengurangi pembuangan sampah ke sungai-sungai dan laut. Upaya ini penting untuk melindungi air permukaan dan subpermukaan dari zat-zat pencemar yang dapat membahayakan ekosistem air dan kesehatan manusia.

Reboisasi atau penanaman kembali hutan, juga menjadi salah satu upaya penting dalam mencegah pencemaran air. Hutan berperan sebagai penyaring alami yang dapat menyaring limbah dan meresapkan air ke dalam tanah (Azmi et al., 2018). Di Kalimantan, yang mengalami deforestasi besar-besaran akibat perambahan hutan dan kebakaran hutan, pemerintah dan organisasi lingkungan telah meluncurkan program reboisasi masif. Penanaman kembali hutan dan vegetasi riparian membantu mengurangi aliran limbah pertanian dan industri ke sungai-sungai utama, yang pada akhirnya dapat melindungi kualitas air dan keberlanjutan ekosistem air.

Meskipun progres positif telah terlihat, ada sejumlah tantangan yang perlu diatasi. Masalahnya melibatkan koordinasi lintas sektor, kesadaran masyarakat, dan penegakan regulasi. Pengelolaan limbah industri, misalnya, masih menjadi isu yang kompleks dan memerlukan kerjasama antara pemerintah dan sektor industri untuk memastikan bahwa limbah tidak mencemari sumber air. Kesadaran masyarakat tentang kebersihan sungai dan tanggung jawab bersama untuk menjaga kelestarian air juga perlu terus ditingkatkan melalui program pendidikan dan kampanye publik.

Mencegah pencemaran air bukan hanya tanggung jawab pemerintah, tetapi juga melibatkan partisipasi aktif masyarakat, sektor bisnis, dan organisasi non-pemerintah. Program-program sukarela yang melibatkan partisipasi masyarakat dalam pemantauan kualitas air, kampanye pembersihan sungai, dan pembangunan fasilitas pengolahan limbah lokal dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya pencegahan pencemaran air. Di tengah tantangan ini, upaya pencegahan pencemaran air di Indonesia terus berkembang dan menghadapi dampak perubahan iklim yang semakin nyata. Dengan meningkatkan pengelolaan limbah pertanian, menjaga kebersihan sumber air, dan melakukan reboisasi, Indonesia dapat membangun fondasi yang kuat untuk melindungi sumber daya airnya. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan yang bersih, sehat, dan berkelanjutan bagi generasi mendatang.

3.2. Prinsip-Prinsip Penggunaan Sumber Daya Alam Secara Berkelanjutan dalam Pertanian

Prinsip-prinsip penggunaan sumber daya alam secara berkelanjutan dalam pertanian mendasarkan diri pada konsep kebijaksanaan dalam memanfaatkan tanah, air, dan sumber daya alam lainnya dengan mempertimbangkan keberlanjutan ekologis, sosial, dan ekonomis. Definisi utama prinsip ini adalah memastikan bahwa pemanfaatan sumber daya alam tidak melebihi kapasitas regeneratif alam, menghindari degradasi lingkungan, dan tetap memenuhi kebutuhan generasi

masa depan. Dalam konteks pertanian, prinsip ini mencakup praktik-praktik seperti pengelolaan lahan yang berkelanjutan, efisiensi penggunaan air, pemilihan varietas tanaman yang sesuai dengan ekosistem setempat, dan penekanan pada pertanian organik atau ramah lingkungan. Prinsip-prinsip ini berfungsi sebagai panduan untuk mencapai hasil pertanian yang produktif tanpa mengorbankan keberlanjutan ekologis dan menjaga keseimbangan jangka panjang antara manusia dan lingkungan pertanian.

a. Penggunaan sumber daya alam secukupnya

Prinsip penggunaan sumber daya alam secara berkelanjutan dalam pertanian, terutama penggunaan sumber daya alam secukupnya, menjadi landasan penting untuk membangun pertanian yang berdaya tahan di Indonesia. Sumber daya alam, seperti tanah, air, dan biodiversitas, dianggap sebagai aset yang terbatas, sehingga perlunya pengelolaan yang bijak dan berkelanjutan. Kesadaran akan dampak negatif penggunaan sumber daya alam yang berlebihan, seperti degradasi lingkungan dan kelangkaan sumber daya, telah mendorong penerapan prinsip ini dalam berbagai praktik pertanian di Indonesia.

Pertanian di Indonesia sangat bergantung pada sumber daya alam, khususnya tanah dan air, untuk mencapai hasil pertanian yang optimal. Salah satu langkah kunci dalam mengimplementasikan prinsip penggunaan sumber daya alam secukupnya adalah pengelolaan lahan pertanian yang berkelanjutan. Di Indonesia, di mana lahan pertanian seringkali menjadi

sasaran untuk perluasan dan konversi, praktik-praktik yang mendukung keberlanjutan lahan menjadi sangat penting. Penerapan agroforestri, sistem rotasi tanaman, dan pengelolaan lahan yang berbasis ekosistem adalah contoh strategi yang telah diterapkan. Misalnya, di Jawa Tengah, petani telah berhasil menerapkan rotasi tanaman yang efektif untuk menjaga kesuburan tanah, mengurangi erosi, dan meminimalkan penurunan produktivitas lahan.

Prinsip ini melibatkan pertimbangan dalam penggunaan bahan kimia pertanian, seperti pupuk dan pestisida. Penggunaan sumber daya alam yang secukupnya dalam konteks ini mencakup pemilihan varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi tanah setempat, penerapan praktik pertanian organik, dan manajemen pupuk yang tepat dosis. Di Sumatra Utara, beberapa kelompok petani telah beralih ke pertanian organik dengan mendukung keberlanjutan tanah dan air. Kegiatan ini melibatkan penggunaan pupuk organik, kompos, dan pengurangan penggunaan pestisida kimia yang berlebihan, yang pada gilirannya mengurangi risiko pencemaran tanah dan air. Selain itu, prinsip ini juga mendorong pertimbangan keberlanjutan dalam pengelolaan hutan.

Deforestasi yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan degradasi lahan, kehilangan habitat, dan perubahan iklim. Inisiatif pemerintah dan organisasi lingkungan di Kalimantan, misalnya, berfokus pada perlindungan hutan dan pemulihan lahan gambut. Melalui program ini, masyarakat lokal diajak untuk mengelola hutan secara berkelanjutan,

memanfaatkan sumber daya alam secara secukupnya, dan mempertahankan fungsi ekologis hutan.

Meskipun prinsip penggunaan sumber daya alam secukupnya memiliki dampak positif, tantangan utama adalah memastikan bahwa prinsip ini benar-benar terintegrasi ke dalam praktik sehari-hari petani, terutama di tingkat petani kecil yang seringkali memiliki keterbatasan akses terhadap informasi dan sumber daya. Program penyuluhan, pelatihan, dan pendekatan berbasis masyarakat menjadi penting untuk meningkatkan pemahaman dan penerapan prinsip ini di seluruh lapisan masyarakat pertanian.

Dalam melangkah ke depan, penerapan prinsip penggunaan sumber daya alam secukupnya dalam pertanian di Indonesia memerlukan kolaborasi erat antara pemerintah, sektor swasta, organisasi masyarakat, dan lembaga penelitian. Dukungan kebijakan yang kuat, penyediaan infrastruktur yang memadai, dan partisipasi aktif masyarakat akan menjadi kunci keberhasilan. Melalui implementasi prinsip ini, pertanian di Indonesia dapat menjadi lebih produktif, berkelanjutan, dan berdaya tahan, menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan keberlanjutan lingkungan.

b. Penggunaan sumber daya alam secara efisien

Penggunaan sumber daya alam secara efisien adalah prinsip penting dalam konteks pertanian berkelanjutan di Indonesia. Kesadaran akan keterbatasan sumber daya alam dan dampak negatifnya terhadap lingkungan mendorong adopsi praktik-praktik

yang lebih efisien untuk mengurangi pemborosan. Di Indonesia, penerapan prinsip penggunaan sumber daya alam secara efisien dalam pertanian melibatkan beberapa pendekatan praktis. Teknologi yang hemat energi menjadi fokus utama dalam menjaga efisiensi penggunaan sumber daya alam. Program modernisasi pertanian di Indonesia, terutama di Jawa dan Sumatra, telah memperkenalkan teknologi pertanian yang inovatif untuk meningkatkan produktivitas sambil mengurangi konsumsi energi. Penggunaan mesin-mesin pertanian yang lebih efisien, seperti traktor dengan teknologi fuel-efficient, membantu petani meningkatkan efisiensi operasional mereka sambil mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.

Praktik daur ulang dan kompos telah diintegrasikan dalam pertanian untuk mengelola sisa-sisa organik. Di berbagai wilayah, petani telah mengadopsi program daur ulang limbah pertanian dan menciptakan kompos dari sisa-sisa tanaman dan hewan. Pemanfaatan kompos sebagai pupuk organik tidak hanya membantu mengurangi limbah pertanian tetapi juga meningkatkan kualitas tanah secara keseluruhan (Meliala et al., 2022). Program ini mendukung penggunaan sumber daya alam secara efisien dengan mengubah limbah menjadi sumber daya bernilai tambah. Efisiensi penggunaan air dan listrik juga menjadi fokus penting dalam pertanian berkelanjutan. Di daerah-daerah yang mengalami kekeringan, pengelolaan air yang bijaksana menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan pertanian. Sistem irigasi yang cerdas, seperti irigasi tetes dan irigasi berbasis sensor,

membantu petani mengoptimalkan penggunaan air tanpa pemborosan. Program penyuluhan dan pelatihan tentang manajemen air yang efisien telah diperkenalkan di sejumlah provinsi, termasuk Jawa Timur dan Bali, untuk meningkatkan kesadaran petani akan pentingnya penggunaan air secara efisien dalam pertanian mereka.

Penerapan prinsip penggunaan sumber daya alam secara efisien juga mencakup aspek energi. Program konversi ke sumber energi terbarukan, seperti pembangunan pembangkit listrik tenaga surya dan tenaga angin di beberapa lokasi, bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Langkah-langkah ini membantu mencapai efisiensi penggunaan sumber daya alam dalam hal energi, mengurangi dampak lingkungan dan menciptakan sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan. Meskipun adanya upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam dalam pertanian di Indonesia, tantangan nyata masih terjadi. Beberapa petani, terutama yang beroperasi dalam skala kecil, mungkin menghadapi keterbatasan akses terhadap teknologi yang efisien dan informasi mengenai praktik-praktik terkini. Oleh karena itu, penyediaan pelatihan dan dukungan teknis menjadi esensial untuk memastikan bahwa prinsip efisiensi sumber daya alam dapat diakses dan diterapkan secara merata di seluruh sektor pertanian.

Penerapan prinsip ini juga memerlukan dukungan pemerintah dan kebijakan yang mendukung. Insentif untuk adopsi teknologi efisien dan praktik-praktik

berkelanjutan, termasuk kebijakan subsidi untuk pertanian berkelanjutan, dapat mendorong lebih banyak petani untuk mengambil langkah-langkah efisiensi. Selain itu, kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan organisasi non-pemerintah akan mempercepat pengadopsian prinsip efisiensi penggunaan sumber daya alam di sektor pertanian. Dalam pandangan yang lebih luas, penerapan prinsip penggunaan sumber daya alam secara efisien dalam pertanian di Indonesia adalah langkah yang sangat penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan ketahanan pangan di masa depan. Dengan mengurangi pemborosan sumber daya alam, pertanian dapat menjadi lebih produktif dan berdaya tahan sambil menjaga keseimbangan ekosistem. Dengan terus mendorong inovasi dan pengadopsian teknologi efisien, Indonesia dapat menciptakan model pertanian berkelanjutan yang dapat diikuti oleh negara-negara lain dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

c. Pelestarian sumber daya alam

Pelestarian sumber daya alam menjadi prinsip utama dalam mengembangkan pertanian berkelanjutan di Indonesia. Sebagai negara dengan kekayaan alam yang melimpah, upaya pelestarian menjadi kunci untuk memastikan bahwa sumber daya alam yang penting bagi pertanian tetap berkelanjutan dalam jangka panjang. Dalam konteks pertanian, penerapan prinsip pelestarian sumber daya alam melibatkan serangkaian tindakan konkrit yang berfokus pada kelestarian lahan, air, dan tanah. Salah satu langkah utama dalam

pelestarian sumber daya alam adalah reboisasi atau penanaman kembali hutan. Indonesia, dengan kekayaan hutan tropisnya, telah menyadari pentingnya menjaga kelestarian hutan sebagai bagian dari sistem pertanian yang berkelanjutan. Program reboisasi telah diperkenalkan di berbagai wilayah, terutama yang mengalami deforestasi. Misalnya, di Kalimantan, program pelestarian hutan gambut dilakukan untuk memulihkan ekosistem yang rusak dan mempertahankan fungsi hidrologisnya. Penanaman kembali pohon-pohon yang sesuai dengan lingkungan setempat membantu menciptakan hutan yang sehat dan memberikan manfaat ekologis yang berkelanjutan.

Konservasi air menjadi aspek penting dalam pelestarian sumber daya alam dalam konteks pertanian. Di daerah-daerah yang rentan kekeringan, praktik konservasi air seperti pembangunan embung dan waduk, serta penanaman tanaman penutup tanah, membantu mempertahankan sumber air. Program konservasi air juga melibatkan pendidikan masyarakat tentang penggunaan air yang bijaksana dan efisien di sektor pertanian. Di Jawa Barat, petani telah mengadopsi sistem irigasi yang ramah lingkungan, seperti irigasi tetes, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Konservasi tanah adalah elemen kunci dalam pelestarian sumber daya alam. Erosi tanah dapat menyebabkan degradasi lahan yang signifikan, mengurangi kesuburan tanah, dan merusak ekosistem terestrial. Praktik konservasi tanah melibatkan penggunaan tutupan tanah yang sesuai, seperti tanaman penutup tanah dan pohon-pohon peneduh, untuk

mengurangi erosi. Di Sulawesi, beberapa kelompok petani telah menerapkan teknik konservasi tanah dengan membangun teras-teras pertanian yang membantu mengontrol aliran air dan mencegah hilangnya tanah akibat erosi.

Penerapan prinsip pelestarian sumber daya alam di Indonesia juga melibatkan inisiatif konservasi hayati. Langkah-langkah ini bertujuan untuk melindungi dan melestarikan keanekaragaman hayati yang mendukung sistem pertanian. Program konservasi plasma nutfah, di mana benih tanaman tradisional dan genetik diperoleh dan dilestarikan, adalah contoh konkret dari pelestarian keanekaragaman hayati. Di beberapa daerah, petani dan komunitas lokal bekerja sama untuk melestarikan varietas tanaman yang langka dan tidak hanya melindungi keanekaragaman hayati tetapi juga memastikan ketahanan pangan jangka panjang.

Dengan adopsi prinsip pelestarian sumber daya alam dalam pertanian, Indonesia dapat membangun fondasi untuk pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penerapan langkah-langkah pelestarian ini tidak hanya melibatkan aspek ekologis tetapi juga aspek sosial dan ekonomi, memastikan bahwa pertanian berfungsi sebagai bagian integral dari sistem ekologi yang sehat dan memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat. Melalui kerjasama yang berkelanjutan, Indonesia dapat memimpin dalam praktik pertanian berkelanjutan yang dapat menjadi model bagi negara-negara lain.

3.3. Prinsip-prinsip perlindungan lingkungan

Prinsip-prinsip perlindungan lingkungan adalah landasan utama yang digunakan untuk mencegah dan mengurangi kerusakan lingkungan. Menerapkan prinsip-prinsip ini membutuhkan keterlibatan dan tanggung jawab dari berbagai pihak, mulai dari individu yang berperan dalam mengurangi jejak ekologisnya, hingga komunitas yang berkomitmen untuk praktik berkelanjutan, dan pemerintah yang harus mengembangkan dan menegakkan kebijakan lingkungan yang efektif. Prinsip-prinsip ini mencakup pelestarian sumber daya alam, penggunaan yang bijaksana dan efisien, serta pencegahan polusi, bertujuan untuk menciptakan keseimbangan yang berkelanjutan antara manusia dan lingkungan alam yang mendukung kehidupan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini di semua tingkatan, kita dapat membentuk masyarakat yang lebih sadar lingkungan dan berkontribusi positif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

a. Pencegahan

Prinsip pencegahan menjadi landasan kunci untuk mengurangi dampak negatif pertanian terhadap ekosistem alam. Pencegahan adalah strategi proaktif yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan lingkungan sejak awal, melalui perencanaan, penerapan teknologi ramah lingkungan, dan edukasi (Utomo et al., 2015). Di Indonesia, implementasi prinsip pencegahan dalam pertanian melibatkan berbagai langkah konkret untuk memastikan keberlanjutan lingkungan dan menjaga keseimbangan antara produksi pangan dan

pelestarian ekosistem. Perencanaan yang baik menjadi langkah awal dalam penerapan prinsip pencegahan dalam pertanian. Penentuan jenis tanaman yang sesuai dengan kondisi iklim dan tanah setempat, pemilihan lokasi pertanian yang strategis, dan perencanaan rotasi tanaman merupakan beberapa aspek perencanaan yang dapat mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan.

Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan menjadi salah satu pendekatan yang efektif untuk menerapkan prinsip pencegahan dalam pertanian. Di era modern, teknologi pertanian canggih dapat mengurangi jejak ekologis pertanian dan meminimalkan dampak negatif. Penggunaan sistem irigasi yang cerdas, penggunaan pupuk organik, dan teknologi presisi yang mengurangi penggunaan pestisida adalah contoh konkrit dari penerapan teknologi yang mendukung prinsip pencegahan. Di Jawa Tengah, beberapa petani telah mengadopsi sistem irigasi tetes dan penggunaan pupuk organik untuk meningkatkan efisiensi air dan mengurangi polusi tanah.

Edukasi dan sosialisasi menjadi aspek penting dalam pencegahan kerusakan lingkungan dalam pertanian. Kesadaran petani, masyarakat lokal, dan pihak terkait lainnya terhadap praktik pertanian berkelanjutan menjadi kunci keberhasilan. Program edukasi yang mencakup teknik-teknik pertanian berkelanjutan, manfaat pelestarian lingkungan, dan dampak positif dari prinsip pencegahan dapat merubah paradigma dan perilaku para pelaku pertanian. Di Bali, inisiatif pemerintah setempat dan organisasi non-

pemerintah meluncurkan kampanye edukasi tentang praktik pertanian ramah lingkungan, membangun kesadaran masyarakat terhadap urgensi pencegahan dalam pertanian.

Penerapan prinsip pencegahan dalam pertanian di Indonesia juga mencakup pengelolaan limbah pertanian yang bijaksana. Limbah pertanian, seperti sisa-sisa tanaman dan pupuk berlebihan, dapat menjadi sumber polusi tanah dan air jika tidak dikelola dengan baik. Praktik kompos dan daur ulang limbah pertanian menjadi langkah pencegahan yang efektif untuk mengurangi dampak negatif limbah pertanian. Beberapa komunitas di Sulawesi, misalnya, telah berhasil menerapkan pengolahan kompos untuk mengelola limbah pertanian, menciptakan sumber pupuk organik yang bermanfaat dan mengurangi pencemaran lingkungan. Penerapan prinsip pencegahan juga melibatkan kebijakan dan regulasi yang mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Peran pemerintah dalam mengembangkan dan menegakkan kebijakan lingkungan yang ketat memberikan kerangka kerja yang diperlukan untuk mendorong prinsip pencegahan dalam pertanian. Di Papua, beberapa daerah telah memperkenalkan kebijakan untuk melarang pembukaan lahan hutan secara besar-besaran untuk pertanian, mendorong petani untuk mengadopsi praktik agroforestri yang lebih berkelanjutan.



Gambar 7. Pembuatan Kompos Berbahan Dasar Tandan Kosong Kelapa Sawit di Sulawesi Selatan
(Sumber: Wiwiranto, 2022)

Meskipun ada langkah-langkah positif yang telah diambil untuk menerapkan prinsip pencegahan dalam pertanian di Indonesia, tantangan berkelanjutan masih ada. Koordinasi yang lebih baik antara pemerintah pusat dan daerah, perusahaan pertanian, dan masyarakat lokal diperlukan untuk memastikan bahwa prinsip ini dapat diintegrasikan secara merata di seluruh sektor pertanian. Dengan terus menerapkan prinsip pencegahan dalam pertanian, Indonesia dapat membangun sistem pertanian yang lebih berkelanjutan, berdaya tahan, dan sejalan dengan pelestarian lingkungan. Praktik-praktik ini tidak hanya bermanfaat bagi keberlanjutan alam, tetapi juga mendukung ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Dengan kesadaran dan komitmen bersama, prinsip pencegahan dapat menjadi pilar utama dalam membentuk masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan di Indonesia.

b. Pemulihan

Prinsip-prinsip perlindungan lingkungan dalam konteks pertanian mencakup prinsip pemulihan sebagai strategi utama untuk memperbaiki kerusakan lingkungan yang telah terjadi. Pemulihan menjadi langkah esensial untuk mengembalikan keberlanjutan ekosistem alam setelah mengalami dampak negatif pertanian. Penerapan prinsip ini melibatkan serangkaian tindakan nyata, seperti reboisasi, dekontaminasi, dan pembersihan, yang dirancang untuk mengembalikan keseimbangan alam dan mendukung pertanian yang berkelanjutan di Indonesia. Salah satu langkah utama dalam prinsip pemulihan adalah reboisasi, yang melibatkan penanaman kembali pohon-pohon dan vegetasi yang mungkin telah hilang akibat deforestasi atau eksploitasi pertanian. Indonesia, dengan kekayaan hutan tropisnya, menghadapi tantangan serius terkait deforestasi yang mempengaruhi ekosistem dan keseimbangan hidrologis. Program reboisasi yang diterapkan di berbagai wilayah, seperti Kalimantan dan Papua, bertujuan untuk memulihkan ekosistem hutan yang terganggu. Selain itu, kelompok-kelompok petani di Jawa Barat juga telah memulai inisiatif reboisasi di sekitar lahan pertanian mereka, menciptakan koridor ekologis yang mendukung keanekaragaman hayati dan memperbaiki kualitas tanah.

Dekontaminasi merupakan tindakan pemulihan yang diperlukan ketika tanah atau air terkontaminasi oleh bahan kimia atau limbah (Afifah & Retnaningrum, 2023). Penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan dapat menyebabkan pencemaran tanah dan

air, mempengaruhi kesehatan lingkungan dan manusia. Di beberapa daerah di Sulawesi, petani telah melibatkan diri dalam program dekontaminasi tanah dengan mengurangi penggunaan pestisida kimia dan beralih ke praktik pertanian organik. Penerapan teknik-teknik bioremediasi juga telah diuji coba untuk membersihkan tanah yang terkontaminasi, membuktikan bahwa langkah-langkah pemulihan dapat menciptakan lingkungan pertanian yang lebih sehat.

Pembersihan adalah langkah pemulihan lainnya yang melibatkan upaya untuk membersihkan lahan pertanian dari limbah dan polusi. Pembersihan ini dapat mencakup pengelolaan limbah pertanian yang efektif, termasuk pemusnahan limbah organik dan anorganik dengan metode yang ramah lingkungan. Beberapa petani di daerah-daerah di Jawa Timur telah bergabung dalam program pembersihan lingkungan setempat, yang melibatkan pengumpulan dan pemilahan limbah pertanian. Prinsip ini mengajarkan pentingnya kebersihan lingkungan di sekitar lahan pertanian untuk mencegah polusi dan mendukung pertanian berkelanjutan.

Pemulihan dalam konteks pertanian di Indonesia juga mencakup upaya untuk membangun kembali keanekaragaman hayati yang mungkin terpengaruh oleh praktik pertanian konvensional. Di daerah-daerah tertentu, seperti Sulawesi Selatan, beberapa komunitas petani telah melibatkan diri dalam program restorasi ekosistem lokal. Mereka menanam kembali tanaman-tanaman lokal yang telah terlupakan dan menciptakan koridor ekologis untuk mendukung migrasi satwa liar.

Pemulihan keanekaragaman hayati ini mendukung pertanian yang berkelanjutan dengan menciptakan ekosistem yang seimbang dan produktif.

c. Remediasi

Prinsip remediasi sebagai strategi utama untuk mengurangi dampak negatif yang telah terjadi pada lingkungan pertanian. Remediasi merupakan langkah proaktif untuk mengatasi dan memperbaiki kerusakan yang dapat disebabkan oleh praktik pertanian konvensional. Penerapan prinsip ini melibatkan sejumlah tindakan konkret, seperti pemindahan sumber pencemar, pengolahan limbah, dan perlindungan ekosistem, yang dirancang untuk memulihkan keseimbangan alam dan mendukung pertanian yang lebih berkelanjutan di Indonesia. Pemindahan sumber pencemar menjadi langkah utama dalam prinsip remediasi, terutama ketika pertanian berkontribusi pada peningkatan kadar polutan di lingkungan. Di beberapa wilayah Indonesia, petani telah bekerja sama dengan pihak berwenang untuk memindahkan lokasi pertanian yang berpotensi merusak ekosistem alam atau sumber air. Ini mencakup pemindahan peternakan dari daerah aliran sungai atau lahan gambut yang rentan terhadap degradasi. Pemindahan ini bertujuan untuk mengurangi dampak pencemaran dan menjaga keberlanjutan ekosistem alam.

Pengolahan limbah menjadi aspek penting dalam prinsip remediasi, khususnya dalam mengatasi dampak limbah pertanian. Limbah pertanian, seperti residu pestisida dan pupuk berlebihan, dapat mencemari tanah

dan air, mengancam kesehatan lingkungan dan manusia.

Meskipun prinsip remediasi membawa dampak positif, tantangan nyata masih ada dalam implementasinya di lapangan. Kurangnya kesadaran petani terhadap teknologi remediasi yang efektif menjadi hambatan utama. Oleh karena itu, pemberdayaan dan pelatihan petani dalam penerapan teknologi terkini dan praktik berkelanjutan perlu ditingkatkan. Pemerintah dan lembaga terkait juga perlu meningkatkan akses dan dukungan keuangan untuk memfasilitasi pengadopsian teknologi remediasi di tingkat petani, terutama bagi mereka yang beroperasi dalam skala kecil.

Dengan terus menerapkan prinsip remediasi dalam konteks pertanian, Indonesia dapat mengurangi dampak negatif praktik pertanian terhadap lingkungan dan menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Langkah-langkah remediasi ini tidak hanya mendukung pemulihan ekosistem yang terganggu, tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang bagi keberlanjutan alam dan pertanian. Dengan terus berinovasi dan berkolaborasi, Indonesia dapat menjadi contoh bagi negara-negara lain dalam mengembangkan dan menerapkan strategi remediasi yang efektif dan berkelanjutan.

d. Pelestarian

Prinsip-prinsip perlindungan lingkungan dalam konteks pertanian mencakup prinsip pelestarian sebagai pilar utama untuk menjaga kelestarian ekosistem dan

mendukung pertanian yang berkelanjutan. Pelestarian melibatkan serangkaian tindakan yang bertujuan untuk mempertahankan keanekaragaman hayati, menjaga keseimbangan ekosistem, dan mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan (Kuspriyanto, 2015). Penerapan prinsip ini memiliki dampak positif terhadap lingkungan pertanian di Indonesia. Melindungi keanekaragaman hayati menjadi langkah utama dalam prinsip pelestarian. Indonesia, sebagai salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, memiliki tanggung jawab besar dalam menjaga keragaman flora dan fauna. Beberapa program konservasi telah diluncurkan, seperti pelestarian hutan tropis dan habitat alami, untuk melindungi berbagai spesies tanaman dan hewan yang mungkin terancam punah akibat praktik pertanian yang tidak berkelanjutan. Di Sumatra, misalnya, upaya konservasi telah dilakukan untuk melindungi harimau Sumatra dan gajah Sumatra, mengakui peran penting ekosistem hutan yang utuh dalam mendukung kehidupan satwa liar.

Menjaga keseimbangan ekosistem menjadi prinsip pelestarian yang diterapkan secara luas dalam pertanian berkelanjutan. Pengelolaan lahan yang tepat, termasuk rotasi tanaman dan praktik agroforestri, membantu mendukung keseimbangan ekosistem alami. Beberapa petani di Jawa Barat telah mengadopsi sistem agroforestri dengan menanam pohon-pohon peneduh di sekitar lahan pertanian mereka. Hal ini tidak hanya meningkatkan keberlanjutan lahan, tetapi juga memberikan manfaat ekstra seperti peningkatan

kesuburan tanah dan perlindungan terhadap tanaman dari hama. Mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan juga menjadi fokus utama prinsip pelestarian. Pemanfaatan air yang efisien, penggunaan pupuk organik, dan penanaman kembali tanaman penutup tanah adalah beberapa strategi yang digunakan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam. Di Nusa Tenggara Timur, petani telah mengadopsi sistem irigasi tetes dan praktik pertanian organik untuk mengurangi penggunaan air dan meminimalkan dampak pencemaran tanah. Program pengelolaan hutan secara berkelanjutan juga telah diperkenalkan di berbagai daerah untuk memastikan pemanfaatan kayu dan hasil hutan lainnya yang berkelanjutan.

Meskipun prinsip pelestarian memiliki dampak positif yang signifikan, implementasinya masih menghadapi beberapa tantangan. Pengambilan keputusan yang berbasis ilmiah dan pengetahuan tradisional lokal perlu diintegrasikan untuk mencapai keseimbangan yang tepat antara pertanian dan pelestarian lingkungan. Pendidikan dan pelatihan terus menerus juga diperlukan agar petani dapat memahami dan menerapkan praktik-praktik berkelanjutan dalam kegiatan sehari-hari mereka.

BAB 4

Metode-Metode Pertanian Ramah Lingkungan

Metode-metode pertanian ramah lingkungan dalam budidaya tanaman melibatkan serangkaian praktik yang bertujuan menjaga keseimbangan ekosistem dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu aspek utama adalah penggunaan pupuk organik alami sebagai pengganti pupuk kimia, meningkatkan kesehatan tanah, dan mengurangi risiko pencemaran tanah dan air. Praktik rotasi tanaman juga diterapkan untuk meminimalisir peningkatan hama dan penyakit tanaman, sambil mempertahankan keberlanjutan kesuburan tanah. Selain itu, metode budidaya tanaman ramah lingkungan memasukkan konsep tanaman penutup tanah, yang membantu mencegah erosi tanah, mempertahankan kelembaban, dan meningkatkan kualitas tanah. Dengan mengintegrasikan metode-metode ini, pertanian tanaman dapat beralih ke praktik yang lebih berkelanjutan, meningkatkan produktivitas tanaman secara alami, dan menjaga lingkungan agar tetap sehat. Berikut adalah beberapa metode budidaya tanaman ramah lingkungan yang dapat diterapkan.

4.1. Penggunaan Pupuk Organik

Pupuk organik yang berasal dari bahan-bahan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan limbah pertanian, mewakili pendekatan berkelanjutan yang memanfaatkan sumber daya lokal dan mendukung keseimbangan lingkungan. Pupuk organik memiliki

dampak positif pada kesuburan tanah dan kualitas hasil pertanian (Syamsiyah et al., 2023). Salah satu keuntungan utama adalah kemampuan pupuk organik untuk meningkatkan struktur tanah. Bahan organik dalam pupuk tersebut dapat meningkatkan retensi air, memperbaiki drainase tanah, dan meminimalkan risiko erosi. Di berbagai wilayah di Indonesia, petani telah mengadopsi kebijakan penggunaan pupuk organik untuk menjaga kesehatan tanah mereka. Contoh dari penggunaan pupuk organik ini dapat ditemukan di pulau-pulau seperti Bali. Di sana, petani telah memanfaatkan pupuk organik berupa kompos dari sisa-sisa tanaman dan bahan organik lokal lainnya. Dengan cara ini, mereka tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah mereka, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang cenderung memiliki dampak negatif terhadap lingkungan.

Pupuk organik juga memainkan peran vital dalam meningkatkan kualitas produk pertanian. Tanaman yang diberi pupuk organik cenderung memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik, yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas buah, sayuran, atau tanaman lainnya (Duaja, 2012). Di Jawa Tengah, beberapa kelompok petani telah memilih untuk menggunakan pupuk organik dalam praktik pertanian mereka untuk meningkatkan kualitas padi. Penerapan ini bukan hanya memberikan hasil pertanian yang lebih baik tetapi juga memenuhi permintaan konsumen yang semakin sadar akan keamanan dan kualitas produk pertanian.

Aspek penting lainnya dari penggunaan pupuk organik adalah kontribusinya terhadap pengurangan

pencemaran lingkungan. Pupuk kimia sintetis dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air, mengancam keberlanjutan lingkungan hidup. Sebaliknya, pupuk organik mengandung bahan-bahan yang bersifat alami dan tidak mencemari lingkungan. Di Kalimantan, beberapa inisiatif penggunaan pupuk organik telah diterapkan untuk meminimalkan dampak negatif pada sistem air dan tanah di sekitarnya. Pupuk organik membantu menciptakan siklus yang lebih berkelanjutan dalam pertanian. Bahan-bahan organik lokal, seperti daun, jerami, dan limbah pertanian, dapat diolah menjadi pupuk organik dengan menggunakan metode kompos. Proses ini menciptakan lingkaran yang terus berputar di mana sumber daya lokal diperbaharui untuk mendukung produksi pertanian tanpa bergantung pada input eksternal yang tidak berkelanjutan.

Meskipun penggunaan pupuk organik memiliki manfaat yang signifikan, tantangan tetap ada dalam memperluas dan mengintegrasikan praktik ini di seluruh Indonesia. Salah satu hambatan utama adalah tingkat pemahaman dan kesadaran petani terkait manfaat pupuk organik dan teknik penerapannya. Oleh karena itu, program penyuluhan dan pelatihan menjadi kunci dalam memperkenalkan dan mempromosikan penggunaan pupuk organik di seluruh masyarakat pertanian. Pengembangan metode pertanian ramah lingkungan di Indonesia tidak hanya melibatkan pupuk organik tetapi juga melibatkan pendekatan holistik yang memperhitungkan kearifan lokal. Pertanian berbasis kearifan lokal dapat melibatkan praktik-praktik seperti polikultur, penggunaan varietas lokal yang tahan

terhadap kondisi lingkungan setempat, dan pola tanam yang mengikuti siklus alam. Misalnya, di Sulawesi, beberapa komunitas petani telah mengembangkan sistem polikultur dengan menanam berbagai jenis tanaman secara bersamaan, menciptakan ekosistem pertanian yang lebih seimbang dan berkelanjutan.

4.2. Penggunaan Pestisida Alami

Pestisida alami dari bahan-bahan organik, seperti tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Keberlanjutan metode ini terletak pada kemampuannya untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman tanpa menimbulkan dampak negatif yang signifikan bagi lingkungan. Pestisida alami menjadi solusi alternatif yang menarik, menggantikan penggunaan pestisida kimia yang seringkali merugikan lingkungan dan kesehatan manusia. Sejumlah contoh nyata penggunaan pestisida alami dapat ditemukan di berbagai wilayah di Indonesia. Salah satu contohnya adalah ekstrak daun sirsak yang digunakan sebagai pestisida alami untuk mengendalikan hama wereng pada tanaman padi. Daun sirsak mengandung senyawa-senyawa aktif yang efektif dalam menanggulangi serangan wereng tanpa memberikan dampak berbahaya pada tanaman atau lingkungan sekitarnya. Petani di Jawa, Sumatra, dan Sulawesi telah mengadopsi kearifan lokal ini sebagai bagian dari strategi pertanian berkelanjutan.

Ekstrak daun mimba juga telah terbukti efektif dalam mengendalikan hama ulat pada berbagai tanaman. Petani di daerah-daerah seperti Bali dan Lombok memanfaatkan kearifan lokal ini dengan

menyemprotkan ekstrak daun mimba ke tanaman mereka sebagai cara untuk melindungi hasil pertanian dari serangan hama. Keuntungan utama dari penggunaan pestisida alami ini adalah tidak adanya residu kimia yang dapat mengkontaminasi tanaman dan lingkungan sekitarnya.

Bawang putih juga menjadi salah satu bahan alami yang digunakan sebagai pestisida. Bawang putih mengandung senyawa sulfur yang memiliki sifat insektisidal, efektif untuk mengendalikan hama kutu pada tanaman (Mulyani, 2016). Petani di berbagai provinsi di Indonesia, seperti Jawa Timur dan Sumatra Selatan, telah mencoba dan mengadopsi penggunaan bawang putih sebagai alternatif pestisida alami. Selain memiliki efek pengendalian hama, bawang putih juga memberikan manfaat tambahan dalam meningkatkan kesehatan tanah. Penerapan pestisida alami dalam pertanian juga mengacu pada pola pertanian berbasis ekosistem. Penggunaan mikroorganisme yang bermanfaat, seperti bakteri yang menguntungkan tanaman, menjadi bagian dari kearifan lokal untuk meningkatkan keberlanjutan tanah. Misalnya, di daerah-daerah pertanian di Kalimantan, petani telah memanfaatkan bakteri *Rhizobium* untuk meningkatkan keseimbangan nutrisi tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman secara alami.

Meskipun kearifan lokal dalam penggunaan pestisida alami menunjukkan potensi besar dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan lingkungan pertanian, tantangan tetap ada. Edukasi petani, akses terbatas terhadap teknologi yang diperlukan, dan

kekhawatiran terhadap hasil pertanian menjadi beberapa hambatan yang perlu diatasi. Oleh karena itu, program penyuluhan dan pelatihan yang difokuskan pada keamanan dan efektivitas pestisida alami menjadi kunci untuk memperluas penerapannya.

Penggunaan pestisida alami bukan hanya sekadar solusi praktis dalam menghadapi tantangan hama dan penyakit tanaman, tetapi juga mencerminkan visi pertanian berkelanjutan yang dapat dipelajari dan diadopsi di tingkat global. Keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan petani menjadi prioritas, dan melalui penerapan kearifan lokal seperti penggunaan pestisida alami, Indonesia dapat membuka jalan menuju pertanian yang lebih seimbang dan berkelanjutan. Dengan terus mengembangkan dan memperluas praktik ini, negara ini berpotensi menjadi contoh bagi dunia dalam mencapai pertanian yang tidak hanya produktif tetapi juga ramah lingkungan.

4.3. Pengolahan Tanah Yang Minimal

Pengolahan tanah yang minimal adalah suatu pendekatan di mana pertanian dilakukan dengan tidak membalik tanah secara keseluruhan, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap struktur tanah, meminimalkan erosi, dan menjaga kesuburan tanah. Indonesia, dengan lahan pertanian yang luas dan beragam, telah mengadopsi metode ini sebagai bagian dari kearifan lokal untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan meningkatkan produktivitas pertanian. Salah satu contoh penggunaan pengolahan tanah yang minimal dapat ditemukan di daerah-daerah seperti Jawa

Barat dan Jawa Tengah. Di sana, petani-petani telah mempraktikkan pertanian tanpa pengolahan tanah yang ekstensif. Sebagai gantinya, mereka menerapkan metode tanam langsung atau minimal tillage, di mana tanah hanya digemburkan di sekitar tanaman yang akan ditanam, sedangkan sisa tanah tetap utuh. Praktik ini membawa manfaat signifikan dalam mengurangi erosi tanah, mengingat Indonesia memiliki topografi yang cenderung miring di beberapa wilayahnya.

Pengolahan tanah yang minimal tidak hanya berkontribusi pada pelestarian kesuburan tanah, tetapi juga mengurangi penggunaan bahan bakar dan pestisida. Tanpa perlu membalikkan seluruh lahan, petani dapat menghemat biaya bahan bakar dan waktu yang biasanya diperlukan dalam proses pengolahan tanah konvensional. Di samping itu, pengurangan penggunaan pestisida menjadi dampak positif lainnya. Metode tanam langsung atau minimal tillage menciptakan kondisi lingkungan yang lebih seimbang, meminimalkan gangguan terhadap mikroorganisme tanah yang menguntungkan, dan dengan demikian mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia. Penerapan pengolahan tanah yang minimal juga mencerminkan filosofi pertanian yang lebih baik dan berkelanjutan. Petani yang mengadopsi pendekatan ini memahami pentingnya menjaga keanekaragaman hayati tanah dan ekosistem di sekitarnya. Selain itu, dengan tidak merusak struktur tanah secara ekstensif, pengolahan tanah yang minimal menciptakan kondisi yang lebih kondusif bagi tanaman untuk menyerap nutrisi dan air dengan lebih efisien.

4.4. Rotasi Tanaman

Metode pertanian ramah lingkungan, khususnya rotasi tanaman, menjadi salah satu kunci keberhasilan dalam mencapai pertanian berkelanjutan di Indonesia. Rotasi tanaman adalah praktik pertanian di mana tanaman yang berbeda ditanam secara bergantian pada suatu lahan. Pendekatan ini tidak hanya mempertimbangkan kebutuhan nutrisi tanaman, tetapi juga membawa sejumlah manfaat ekologis yang signifikan, menjaga kesuburan tanah, serta mengurangi risiko serangan hama dan penyakit. Dalam konteks Indonesia, kearifan lokal terkait dengan rotasi tanaman telah menjadi bagian integral dari tradisi pertanian, dan penerapannya memberikan contoh nyata tentang bagaimana harmoni dengan alam dapat menciptakan pertanian yang berkelanjutan.

Salah satu contoh kearifan lokal dalam penerapan rotasi tanaman dapat ditemukan di berbagai daerah di Sumatra. Di sana, petani-petani menerapkan pola rotasi tanaman yang disesuaikan dengan kondisi iklim dan tanah setempat. Misalnya, setelah panen padi, petani akan beralih ke tanaman kedelai atau kacang tanah pada musim tanam berikutnya. Tanaman seperti kedelai dan kacang tanah memiliki kemampuan meningkatkan kandungan nitrogen tanah, yang bermanfaat untuk tanaman berikutnya, seperti jagung atau ubi jalar. Praktik ini tidak hanya membantu menjaga kesuburan tanah tetapi juga memperkaya hasil panen petani.

Selain itu, rotasi tanaman juga memainkan peran kunci dalam mengendalikan hama dan penyakit tanaman (Thridyanwati et al., 2013). Seiring dengan

perubahan jenis tanaman pada setiap musim tanam, hama dan penyakit tertentu yang bersifat spesifik terhadap jenis tanaman tertentu dapat dihindari. Sebagai contoh, tanaman padi yang diikuti oleh tanaman kacang tanah dapat mengurangi risiko serangan hama atau penyakit yang biasanya terkait dengan padi. Petani di Jawa, Sumatra, dan Kalimantan telah mengadaptasi sistem rotasi tanaman ini untuk mengurangi penggunaan pestisida dan menjaga keseimbangan ekosistem pertanian mereka.

Praktik rotasi tanaman juga memiliki dampak positif terhadap keberlanjutan ekonomi petani. Dengan menjaga kesuburan tanah dan mengurangi risiko kegagalan panen karena serangan hama atau penyakit, petani dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan mereka. Di samping itu, pola tanam yang beragam juga membuka peluang untuk diversifikasi hasil pertanian. Misalnya, petani yang melakukan rotasi tanaman dapat mencakup tanaman sayuran, buah-buahan, atau rempah-rempah dalam siklus tanam mereka. Hal ini tidak hanya mendiversifikasi sumber pendapatan tetapi juga menciptakan sistem pertanian yang lebih tahan terhadap fluktuasi pasar.

Dalam implementasi rotasi tanaman, pendekatan partisipatif dan pembelajaran bersama antara petani menjadi kunci keberhasilannya. Pertukaran pengetahuan lokal tentang jenis tanaman yang cocok, kebutuhan nutrisi, dan strategi pengendalian hama menjadi praktik yang umum di antara komunitas petani. Peningkatan akses terhadap informasi dan pendidikan pertanian juga mendukung adopsi metode ini di tingkat

petani kecil yang mungkin memiliki keterbatasan sumber daya.

Meskipun kearifan lokal dalam rotasi tanaman menunjukkan potensi besar, tantangan tetap ada dalam memastikan penerapannya di seluruh negeri. Dukungan pemerintah, lembaga penelitian, dan organisasi nirlaba sangat diperlukan untuk memberikan pelatihan, sumber daya, dan insentif bagi petani agar dapat mengadopsi praktik ini. Langkah-langkah kebijakan yang mendorong pertanian berkelanjutan dan penggunaan praktik-praktik tradisional yang bijak perlu terus didorong.

4.5. Penanaman Tanaman

Penanaman tanaman penutup tanah menjadi salah satu metode penting dalam pertanian ramah lingkungan di Indonesia. Praktik ini tidak hanya menjaga kesuburan tanah tetapi juga membantu mencegah erosi, mengurangi risiko kekeringan, dan meningkatkan produktivitas lahan. Dalam konteks kearifan lokal di Indonesia, penanaman tanaman penutup tanah telah menjadi bagian integral dari praktik pertanian berkelanjutan yang diterapkan oleh komunitas petani. Tanaman penutup tanah, atau yang sering disebut dengan tanaman pelindung tanah, dapat berupa berbagai jenis tanaman, seperti legum, rerumputan, atau tanaman merambat. Mereka ditanam di antara tanaman pokok atau pada lahan yang sedang tidak digunakan untuk pertanaman utama. Salah satu contoh yang menonjol adalah sistem tumpangsari di Jawa, di mana tanaman penutup tanah seperti kacang tanah atau

tumpang tindih seperti jagung ditanam bersamaan dengan tanaman padi. Sistem ini menciptakan lapisan tanaman yang melindungi tanah dari terik matahari, mengurangi erosi, dan memperkaya struktur tanah dengan residu tanaman.

Keberhasilan tanaman penutup tanah terletak pada kemampuannya untuk menutupi tanah dengan daun-daunnya, memberikan lapisan perlindungan yang dapat mengurangi penguapan air dan mencegah terjadinya erosi. Dalam praktiknya, tanaman penutup tanah dapat membentuk akar yang kuat, membantu mengikat tanah, dan mencegah hilangnya tanah akibat air hujan atau angin. Di Jawa Tengah, petani sering kali menggunakan rerumputan lokal, seperti rumput gajah mini atau kacang-kacangan seperti kacang hijau, sebagai tanaman penutup tanah. Tanaman-tanaman ini bukan hanya menyediakan penutup tanah yang efektif tetapi juga memberikan manfaat tambahan dalam meningkatkan kandungan nitrogen tanah melalui fiksasi nitrogen.

Selain keuntungan ekologis, penanaman tanaman penutup tanah juga memberikan dampak positif pada produktivitas pertanian (Suheri et al., 2021). Misalnya, tanaman penutup tanah yang ditanam pada musim tanam yang tidak aktif dapat memberikan sumber bahan organik yang berlimpah ketika dibiarkan mati dan membusuk di lapangan. Peningkatan bahan organik ini dapat meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman pokok pada musim tanam berikutnya. Praktik ini, yang dikenal sebagai penutupan

hijau, telah diadopsi oleh petani di berbagai provinsi di Indonesia.

Dalam mengimplementasikan metode ini, perlu memperhitungkan keberagaman kondisi iklim, tanah, dan varietas tanaman. Misalnya, di Sumatra Utara petani melakukan tumpang sari tanaman kedelai pada sela-sela tanaman sawit mereka. Tanaman penutup tanah yang tahan kekeringan seperti tanaman kacang tanah atau legum lokal dapat menjadi pilihan yang efektif. Di sisi lain, di wilayah dengan curah hujan tinggi seperti Sumatra, tanaman rerumputan yang tahan terhadap genangan air mungkin lebih cocok. Pengadopsian metode penanaman tanaman penutup tanah juga memerlukan penyuluhan dan pelatihan yang efektif kepada petani. Peningkatan pemahaman tentang manfaat ekologis dan ekonomis dari praktik ini dapat mendorong adopsi yang lebih luas. Oleh karena itu, peran aktif pemerintah, lembaga penelitian, dan organisasi masyarakat sangat penting dalam menyebarkan pengetahuan dan memberikan dukungan teknis kepada petani.



Gambar 8. Tumpang Sari Sawit dan Kedelai di Sumatra Utara

(Sumber: Porosbumi.or.id, 2017)

Dalam melangkah ke depan, penanaman tanaman penutup tanah harus terus diperkuat sebagai bagian integral dari praktik pertanian berkelanjutan di Indonesia. Kolaborasi antara pemerintah, lembaga penelitian, petani, dan sektor swasta dapat menciptakan lingkungan yang mendukung adopsi metode ini di seluruh negeri. Dengan memanfaatkan kearifan lokal, petani dapat berperan aktif dalam menjaga keberlanjutan tanah dan meningkatkan produktivitas pertanian, sehingga menciptakan sistem pertanian yang ramah lingkungan dan berdaya tahan.

4.6. Penggunaan Mulsa

Penggunaan mulsa menjadi metode efektif dalam menciptakan pertanian ramah lingkungan di Indonesia. Mulsa, yang merupakan lapisan penutup tanah dari berbagai bahan organik seperti serbuk gergaji, daun-daun kering, atau jerami, memberikan sejumlah manfaat penting dalam menjaga kesuburan tanah dan mencegah erosi. Dalam konteks pertanian berkelanjutan di Indonesia, penggunaan mulsa telah menjadi bagian dari kearifan lokal yang diwariskan dari generasi ke generasi. Petani-petani tradisional telah memahami manfaat penggunaan mulsa untuk menjaga tanah dan meningkatkan hasil pertanian. Salah satu contoh penggunaan mulsa yang umum di Indonesia adalah dengan menggunakan jerami sebagai penutup tanah. Jerami, sisa dari panen padi, dapat ditempatkan di sekitar tanaman untuk membentuk lapisan pelindung yang membantu menahan kelembaban tanah dan mencegah terjadinya erosi.



Gambar 9. Penggunaan Mulsa Jerami Pada Penanaman Edamame (Sumber: Ahyuni *et al.*, 2021)

Manfaat utama penggunaan mulsa adalah kemampuannya dalam mempertahankan kelembaban tanah. Dengan menutupi permukaan tanah, mulsa membentuk penghalang yang mengurangi penguapan air ke atmosfer. Ini membantu tanah tetap lembab lebih lama, sehingga tanaman dapat mendapatkan pasokan air yang cukup, terutama di musim kemarau. Pengurangan penguapan juga berkontribusi pada penghematan air, yang menjadi aspek krusial mengingat tantangan kekeringan yang seringkali dihadapi di berbagai wilayah Indonesia. Selain itu, penggunaan mulsa membantu dalam memperbaiki struktur tanah. Lapisan organik dari mulsa memberikan nutrisi dan mikroorganisme yang diperlukan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Proses dekomposisi bahan organik dalam mulsa juga merangsang pertumbuhan mikroba tanah yang berperan penting dalam siklus nutrisi tanaman. Dengan meningkatkan struktur tanah, pertanian menjadi lebih berkelanjutan karena tanah

yang subur dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Penerapan mulsa tidak hanya melibatkan bahan organik tetapi juga mencakup pemanfaatan bahan-bahan lokal yang mudah didapat oleh petani. Sebagai contoh, di beberapa daerah di Jawa, petani menggunakan serbuk gergaji atau daun-daun kering sebagai mulsa. Pilihan bahan ini seringkali didasarkan pada ketersediaan sumber daya lokal dan kearifan tentang bahan yang paling efektif untuk kondisi lingkungan setempat. Keberlanjutan penggunaan mulsa juga tercermin dalam peningkatan ketahanan tanaman terhadap perubahan iklim dan cuaca ekstrem. Dengan memberikan lapisan pelindung, mulsa membantu melindungi tanaman dari terpaan hujan yang keras atau panas yang berlebihan. Selain itu, mulsa juga dapat mengurangi risiko erosi tanah akibat aliran air yang kuat selama hujan deras.

Meskipun kearifan lokal tentang penggunaan mulsa telah memberikan dampak positif, tantangan tetap ada dalam mengadopsi metode ini secara luas di seluruh negeri. Penyuluhan dan pelatihan kepada petani mengenai manfaat dan cara penggunaan yang tepat menjadi kunci dalam meningkatkan kesadaran dan penerapan metode ini. Dukungan dari pemerintah, lembaga penelitian, dan organisasi masyarakat juga diperlukan untuk menyediakan sumber daya dan infrastruktur yang mendukung penggunaan mulsa secara berkelanjutan.

4.7. Pemilihan Varietas Tanaman

Pemilihan varietas tanaman yang tahan hama dan penyakit adalah salah satu metode efektif dalam membentuk pertanian yang ramah lingkungan di Indonesia. Metode ini menekankan pada pemilihan dan penanaman varietas tanaman yang memiliki daya tahan terhadap hama dan penyakit, dengan tujuan mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia yang dapat berdampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Pertanian di Indonesia seringkali menghadapi tantangan serius terkait dengan hama dan penyakit tanaman yang dapat mengancam hasil pertanian. Penggunaan pestisida kimia telah menjadi solusi umum dalam upaya mengatasi masalah ini. Namun, dampak negatif dari penggunaan pestisida melibatkan pencemaran lingkungan, resistensi hama terhadap pestisida, dan risiko kesehatan manusia. Oleh karena itu, pemilihan varietas tanaman yang tahan hama dan penyakit menjadi salah satu solusi yang bijak dan sesuai dengan kearifan lokal.

Berbagai institusi penelitian pertanian di Indonesia telah aktif dalam pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas yang tahan terhadap hama dan penyakit. Contoh konkretnya adalah pengembangan varietas padi tahan penyakit seperti hawar daun bakteri (Bacterial Leaf Blight - BLB) dan ketahanan terhadap serangan tungro pada beberapa daerah di Indonesia. Pemilihan varietas yang tahan ini memberikan keuntungan ganda; tidak hanya melindungi hasil pertanian dari serangan penyakit, tetapi juga

mengurangi kebutuhan petani akan pestisida, yang pada akhirnya melindungi lingkungan sekitar.

Pemilihan varietas tanaman yang tahan juga dapat melibatkan kearifan lokal dalam mengenali dan memilih varietas yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Petani-petani tradisional yang memiliki pengetahuan mendalam tentang kondisi iklim, tanah, dan serangan hama di wilayah mereka dapat memberikan kontribusi berharga dalam proses ini. Misalnya, di daerah tertentu di Sulawesi, petani telah mengembangkan varietas lokal jagung yang memiliki ketahanan terhadap hama yang umum di wilayah tersebut, seperti ulat grayak. Pengalaman lokal ini dapat diintegrasikan dalam pemilihan dan pengembangan varietas tanaman yang lebih tangguh.

Penting untuk dicatat bahwa pemilihan varietas tanaman yang tahan hama dan penyakit bukanlah solusi tunggal, tetapi bagian dari pendekatan holistik dalam pertanian berkelanjutan. Kolaborasi antara peneliti, pemerintah, dan petani lokal menjadi kunci kesuksesan dalam menghadapi tantangan ini. Program penyuluhan dan pelatihan dari pemerintah atau organisasi non-pemerintah dapat membantu petani memahami keuntungan dan cara terbaik untuk mengimplementasikan pemilihan varietas tahan.

Tidak hanya berfokus pada ketahanan terhadap hama dan penyakit, pemilihan varietas tanaman juga dapat mencakup aspek-aspek lain yang berkontribusi pada keberlanjutan pertanian. Varietas tanaman yang tahan kekeringan, tahan terhadap kondisi tanah tertentu, atau membutuhkan jumlah pupuk yang lebih

rendah dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan.

h. Pengelolaan limbah pertanian

Pengelolaan limbah pertanian menjadi salah satu metode integral dalam menciptakan pertanian yang ramah lingkungan di Indonesia. Limbah pertanian mencakup limbah padat, cair, dan gas yang dihasilkan selama proses produksi. Strategi pengelolaan limbah yang bijaksana dapat mencegah pencemaran lingkungan dan pada saat yang sama memberikan manfaat bagi pertanian yang berkelanjutan. Limbah pertanian dapat mencakup sisa tanaman, sisa panen, limbah hewan, dan bahan organik lainnya (Uswaun et al., 2021). Salah satu cara utama untuk mengelola limbah pertanian adalah dengan mengubahnya menjadi kompos. Kompos adalah bahan organik yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme. Di beberapa daerah di Indonesia, petani telah mempraktikkan pengomposan limbah pertanian untuk menghasilkan kompos yang kaya nutrisi. Kompos ini kemudian dapat digunakan sebagai pupuk organik, membantu meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

Penerapan sistem agroforestri juga merupakan contoh metode pengelolaan limbah yang ramah lingkungan. Agroforestri melibatkan penanaman pepohonan atau semak di antara tanaman pertanian. Pepohonan ini dapat membantu menyerap dan

mengolah limbah pertanian, mengurangi pencemaran tanah dan air. Selain itu, pepohonan juga memberikan banyak manfaat, seperti perlindungan tanah dari erosi, penyediaan habitat bagi satwa liar, dan peningkatan keseimbangan ekosistem.

Pentingnya pengelolaan limbah pertanian yang berkelanjutan juga terlihat dalam upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Pengomposan dan pemanfaatan limbah pertanian untuk pembuatan biogas adalah cara-cara yang dapat mengurangi emisi metana, gas rumah kaca yang dihasilkan dari limbah organik yang terurai secara anaerobik. Dengan mengelola limbah pertanian secara bijak, kita dapat berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim. Pengelolaan limbah pertanian yang ramah lingkungan tidak hanya membantu melindungi lingkungan, tetapi juga meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Keberlanjutan ini melibatkan pengelolaan yang bijak dari sumber daya alam, termasuk tanah dan air. Oleh karena itu, penting untuk terus mendukung inisiatif dan praktik yang mempromosikan pengelolaan limbah pertanian yang berkelanjutan di seluruh Indonesia.

Secara keseluruhan, metode pengelolaan limbah pertanian tidak hanya menjadi respons terhadap tantangan pencemaran lingkungan, tetapi juga mencerminkan kearifan lokal yang telah diwariskan dari generasi ke generasi. Dengan memanfaatkan dan mengembangkan kearifan lokal ini, kita dapat menuju pertanian yang lebih berkelanjutan dan seimbang dengan lingkungan sekitarnya. Melalui pendekatan ini,

pertanian di Indonesia dapat tidak hanya bertahan tetapi juga berkembang dalam upaya menuju masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan.

BAB 5

Metode Pertanian Terpadu

Pertanian terpadu adalah suatu konsep yang mencakup integrasi berbagai kegiatan pertanian seperti pertanian, peternakan, perikanan, dan kehutanan dalam satu lahan. Tujuannya adalah menciptakan sistem pertanian yang holistik dan berkelanjutan dengan fokus pada peningkatan produktivitas, kelestarian lingkungan, dan kesejahteraan petani. Dengan menggabungkan berbagai aspek pertanian, pertanian terpadu menciptakan sinergi antarkegiatan, memaksimalkan pemanfaatan sumber daya, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Melalui pendekatan ini, pertanian terpadu tidak hanya memberikan manfaat ekonomi, tetapi juga berkontribusi pada pelestarian alam dan keseimbangan ekosistem, menciptakan fondasi yang kokoh untuk keberlanjutan pertanian di masa depan. Sistem pertanian terpadu dapat diterapkan dalam berbagai skala, mulai dari skala kecil hingga skala besar. Beberapa contoh sistem pertanian terpadu antara lain sebagai berikut.

5.1. Integrated Farming

Integrated farming atau pertanian terpadu, merupakan suatu pendekatan yang menggabungkan berbagai kegiatan pertanian, peternakan, dan perikanan dalam satu sistem terintegrasi. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk mencapai keberlanjutan yang menyeluruh, meningkatkan produktivitas, serta memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan yang

optimal (Rauf et al., 2013). Dalam konteks Indonesia, di mana lahan pertanian terbatas dan tekanan terhadap sumber daya alam semakin meningkat, penerapan pertanian terpadu menjadi relevan dan strategis. Integrated farming mencakup berbagai komponen, seperti pertanian, peternakan, dan perikanan. Misalnya, dalam pertanian terpadu, petani dapat menggabungkan tanaman pangan, tanaman perkebunan, peternakan ternak, dan budidaya ikan dalam satu lahan. Pendekatan ini memberikan solusi holistik untuk memaksimalkan penggunaan lahan dan sumber daya alam,

Pertanian terpadu memberikan dampak positif pada produktivitas pertanian. Integrasi berbagai kegiatan pertanian memungkinkan sinergi antar elemen. Sebagai contoh, kotoran ternak dari peternakan dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman pertanian, menciptakan siklus nutrisi yang berkelanjutan. Tanaman perkebunan seperti pisang atau kelapa dapat memberikan naungan bagi tanaman pangan, membantu mengurangi evaporasi air dan meningkatkan hasil panen. Dengan cara ini, produktivitas lahan dapat ditingkatkan secara signifikan. Selain peningkatan produktivitas, pertanian terpadu juga berkontribusi pada kelestarian lingkungan. Dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya secara terintegrasi, sistem ini dapat mengurangi risiko degradasi tanah dan erosi. Limbah dari satu kegiatan pertanian dapat menjadi sumber nutrisi bagi yang lainnya, mengurangi pencemaran lingkungan. Contohnya, air bekas budidaya ikan dapat digunakan untuk irigasi tanaman

pertanian, menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan.



Gambar 10. Penerapan Pertanian Terpadu Antara Kolam Ikan dan Padi Sawah di Gunung Kidul
(Sumber: Yulianto, 2022)

Indonesia memiliki berbagai contoh sukses penerapan pertanian terpadu yang melibatkan pertanian dan perikanan. Di Bali, misalnya, beberapa petani telah berhasil mengintegrasikan budidaya padi dengan pembesaran ikan nila di sawah. Istilah integrasi ini sering disebut dengan mina padi. Air yang mengalir dari satu petak sawah ke petak sawah lainnya membawa nutrisi dari kotoran ikan, memberikan tambahan pupuk alami bagi tanaman padi. Hasilnya, produktivitas lahan meningkat, dan petani memperoleh dua sumber pendapatan sekaligus dari pertanian dan perikanan. Pertanian terpadu juga dapat melibatkan integrasi pertanian dan peternakan. Sejumlah peternak di Jawa Tengah, misalnya, menggabungkan budidaya tanaman pangan seperti jagung dan kedelai dengan peternakan ayam atau sapi. Pupuk alami dari kotoran ternak digunakan untuk memperkaya tanah, sementara residu tanaman menjadi pakan ternak. Praktik ini tidak hanya

meningkatkan hasil pertanian dan peternakan, tetapi juga memberikan pendapatan yang berkelanjutan bagi petani.



Gambar 11. Mina Padi dengan Ikan Nila di
Nusa Bali, Bali
(Sumber: Nusabali.com, 2017)

5.2. *Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA)*

Dalam skala yang lebih luas, beberapa proyek pertanian terpadu di Indonesia juga mencakup pemanfaatan lahan gambut. Lahan gambut yang sebelumnya dianggap sulit untuk ditanami kini dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan memadukan berbagai kegiatan pertanian, peternakan, dan perikanan. Pendekatan ini tidak hanya mendukung keberlanjutan lahan gambut, tetapi juga menciptakan peluang ekonomi baru di wilayah yang sebelumnya terpinggirkan. *Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA)* merupakan suatu pendekatan inovatif dalam budidaya perikanan yang memanfaatkan prinsip keberlanjutan dan efisiensi sumber daya. Teknologi ini diarahkan untuk meningkatkan produktivitas dan kelestarian budidaya perikanan melalui integrasi

beberapa jenis organisme air dalam satu sistem yang saling mendukung. Pada dasarnya, IMTA mengadopsi konsep ekosistem tertutup di mana setiap komponen memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan dan memberikan manfaat ganda. Dalam konteks ilmiah, pemahaman mendalam terhadap prinsip-prinsip, manfaat, dan tantangan teknologi IMTA perikanan menjadi kunci dalam mengembangkan solusi berkelanjutan bagi budidaya perikanan di masa depan.

Prinsip dasar teknologi IMTA perikanan adalah pemanfaatan limbah satu spesies untuk mendukung pertumbuhan spesies lainnya. Misalnya, dalam budidaya ikan, seperti nila, bandeng, atau lele, sisa pakan dan feses ikan dapat dimanfaatkan oleh organisme air lainnya, seperti kerang, udang, dan rumput laut. Dalam hal ini, limbah dari satu tingkat trofik menjadi input bagi tingkat trofik yang lebih rendah, menciptakan suatu hubungan simbiosis yang kompleks. Integrasi ini memberikan dampak positif pada efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan perairan. Secara spesifik, sistem IMTA sering melibatkan kombinasi budidaya ikan, moluska, dan rumput laut dalam satu sistem tertutup. Ikan yang dibudidayakan memberikan limbah berupa kotoran dan sisa pakan. Kotoran dan sisa pakan ini kemudian dimanfaatkan oleh moluska, seperti kerang, sebagai sumber makanan. Moluska tersebut juga berperan sebagai filter alami, membersihkan air dari partikel-partikel yang dapat mencemari lingkungan perairan. Selain itu, rumput laut tumbuh di substrat yang mendukung, seperti jaring atau

rak, dan memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam air untuk pertumbuhannya.

Efisiensi penggunaan nutrisi dan siklus nutrisi yang terbentuk dalam sistem IMTA merupakan aspek utama dalam memahami keberlanjutan teknologi ini. Kondisi ini menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan organisme air secara optimal, menghasilkan produk perikanan dengan tingkat produktivitas yang tinggi, dan mengurangi risiko pencemaran air yang diakibatkan oleh limbah budidaya. Manfaat teknologi IMTA perikanan sangat beragam dan mencakup berbagai aspek. Pertama, IMTA meningkatkan produktivitas budidaya perikanan dengan memanfaatkan limbah secara efisien. Limbah dari satu komponen menjadi sumber nutrisi bagi komponen lainnya, menciptakan suatu lingkungan yang mendukung pertumbuhan organisme air. Hal ini juga berkontribusi pada peningkatan hasil produksi secara keseluruhan.

IMTA memainkan peran penting dalam menjaga kelestarian ekosistem perairan. Dengan mengintegrasikan berbagai organisme air, IMTA dapat membantu mengurangi dampak negatif yang mungkin timbul dari budidaya perikanan konvensional. Moluska, sebagai filter alami, membantu membersihkan air dari zat-zat pencemar, sementara rumput laut membantu menyerap nutrisi berlebih, mencegah pertumbuhan alga berlebihan, dan menciptakan kondisi lingkungan yang lebih sehat. Teknologi IMTA perikanan memberikan nilai tambah yang signifikan melalui diversifikasi hasil budidaya. Selain dari ikan yang menjadi target utama,

moluska dan rumput laut yang dibudidayakan juga dapat diolah menjadi produk olahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Dengan demikian, IMTA tidak hanya menciptakan keberlanjutan ekologi tetapi juga memberikan kontribusi ekonomi yang positif bagi petani perikanan. Tantangan yang dihadapi dalam implementasi IMTA perikanan juga harus dipertimbangkan. Beberapa di antaranya termasuk manajemen teknis, pemahaman terhadap interaksi antarorganisme, dan integrasi ke dalam praktik budidaya yang sudah ada. Diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai kebutuhan masing-masing organisme, keseimbangan nutrisi yang tepat, serta monitoring dan kontrol yang baik untuk menjaga kestabilan sistem.

Dalam mengembangkan teknologi IMTA perikanan, kolaborasi lintas sektor dan penelitian interdisipliner menjadi kunci. Integrasi kearifan lokal, seperti tradisi budidaya ikan dan pengelolaan sumber daya alam, menjadi landasan dalam merancang sistem IMTA yang sesuai dengan kondisi setempat. Seiring dengan itu, pendekatan ilmiah yang mencakup analisis nutrisi, keseimbangan ekosistem, dan efisiensi produksi menjadi dasar untuk pengembangan dan peningkatan teknologi IMTA perikanan. Teknologi IMTA perikanan merupakan suatu langkah inovatif menuju keberlanjutan dan efisiensi dalam budidaya perikanan. Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip ekologi dan kearifan lokal, IMTA menciptakan suatu sistem yang lebih kompleks dan berkelanjutan. Dalam proses pengembangan dan implementasi, perlu dilakukan

penelitian lebih lanjut dan pertukaran pengetahuan antara para ahli, petani, dan pemangku kepentingan terkait. Dengan demikian, IMTA perikanan memiliki potensi besar untuk membentuk masa depan budidaya perikanan yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan memberikan manfaat ekonomi yang berkelanjutan.

**Integrasi Teknologi Pertanian dan Kearifan Lokal
dalam Pertanian Ramah Lingkungan****6.1. Teknologi Pertanian Presisi**

Teknologi pertanian presisi dan kearifan lokal memiliki kaitan yang signifikan dalam upaya menjaga keberlanjutan pertanian. Teknologi pertanian presisi, yang mencakup penggunaan sensor, drone, dan sistem presisi lainnya, memberikan kemampuan lebih dalam pengelolaan sumber daya alam (Jawad et al., 2017). Dalam hal ini, kearifan lokal dapat memainkan peran penting dalam mengarahkan penerapan teknologi ini sesuai dengan kondisi lingkungan dan nilai-nilai lokal. Petani, dengan memanfaatkan pengetahuan turun-temurun mereka tentang pola tanam yang optimal, kondisi tanah, dan adaptasi terhadap perubahan iklim, dapat mengintegrasikan teknologi pertanian presisi dengan lebih efektif.

Pengelolaan sumber daya alam yang bijak adalah aspek krusial dalam pertanian terpadu. Teknologi pertanian presisi dapat membantu dalam hal ini, seperti dalam pemantauan tanah dan tanaman secara akurat. Namun, kearifan lokal menawarkan wawasan tambahan, termasuk pemilihan varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi setempat, pemahaman terhadap pola musiman, dan penanganan tradisional terhadap tanah. Kombinasi antara teknologi dan kearifan lokal dapat menciptakan strategi pertanian yang lebih berkelanjutan. Pentingnya adaptasi terhadap perubahan iklim juga menciptakan kaitan antara teknologi

pertanian presisi dan kearifan lokal. Teknologi presisi dapat memberikan data iklim yang lebih akurat, tetapi pengetahuan lokal tentang indikator alam dan pengalaman dalam menghadapi perubahan iklim dapat menjadi tambahan berharga. Ini memungkinkan petani untuk mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih cepat dalam merespons perubahan cuaca yang tidak terduga.

Pemberdayaan petani lokal juga menjadi fokus kaitan antara teknologi pertanian presisi dan kearifan lokal. Dengan memberikan pelatihan dan pendidikan terkait penggunaan teknologi presisi, petani lokal dapat lebih aktif terlibat dalam pengelolaan pertanian mereka. Integrasi teknologi dengan kearifan lokal dapat menciptakan keseimbangan antara inovasi teknologi modern dan pemeliharaan nilai-nilai lokal yang telah menjadi bagian integral dari identitas pertanian di Indonesia. Pelestarian keanekaragaman hayati menjadi aspek lain yang dapat dikaitkan dengan teknologi pertanian presisi dan kearifan lokal. Kearifan lokal sering kali mencakup pengetahuan tentang ekosistem lokal dan cara menjaga keseimbangan alam. Dalam menerapkan teknologi pertanian presisi, seperti penggunaan pestisida presisi, kearifan lokal dapat membimbing petani dalam menjaga keanekaragaman hayati dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Dalam konteks ini, contoh nyata penggunaan kearifan lokal dalam teknologi pertanian presisi dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia. Misalnya, di Bali, petani telah mengintegrasikan sistem irigasi presisi

dengan pengetahuan lokal mereka tentang pola hujan dan siklus tanam yang sesuai. Hal ini membantu mereka memaksimalkan penggunaan air tanpa merugikan keberlanjutan lingkungan. Begitu juga, di Jawa Tengah, teknologi drone digunakan untuk pemantauan tanaman, dan petani mengombinasikan data yang diperoleh dengan pengetahuan tradisional mereka tentang tanda-tanda penyakit tanaman. Secara keseluruhan, kaitan antara teknologi pertanian presisi dan kearifan lokal membentuk fondasi yang kokoh untuk mencapai pertanian yang berkelanjutan dan adaptif. Integrasi ini memungkinkan inovasi teknologi memperoleh manfaat maksimal sambil tetap memelihara nilai-nilai lokal dan kearifan turun-temurun. Dengan demikian, petani dapat memanfaatkan teknologi presisi untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian sambil tetap menjaga dan menghormati warisan budaya dan lingkungan mereka.



Gambar 12. Penerapan Drone Sebagai Implementasi Pertanian Presisi di Kalimantan Timur
(Sumber: Kaltimfaktual.co, 2023)

6.2. Teknologi Pertanian Digital

Pengembangan teknologi pertanian digital yang diintegrasikan dengan kearifan lokal telah membuka peluang baru dalam mewujudkan pertanian ramah lingkungan di Indonesia. Teknologi pertanian digital melibatkan pemanfaatan perangkat lunak, sensor, dan platform berbasis data untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam kegiatan pertanian. Ketika teknologi ini digabungkan dengan kearifan lokal, hasilnya adalah sistem pertanian yang lebih adaptif terhadap kondisi setempat, berkelanjutan, dan dapat memberikan manfaat ekonomi serta ekologis. Salah satu contoh implementasi teknologi pertanian digital dan kearifan lokal terjadi di Jawa Tengah, di mana petani memanfaatkan aplikasi mobile dan sensor tanah untuk memonitor kondisi tanah secara *real-time*. Aplikasi ini menyediakan informasi mengenai kelembaban tanah, tingkat nutrisi, dan perkiraan cuaca. Petani dapat mengakses data ini untuk membuat keputusan yang lebih tepat terkait jadwal penanaman, penggunaan air, dan aplikasi pupuk. Sementara itu, pengetahuan lokal tentang pola musim dan varietas tanaman yang sesuai tetap menjadi faktor kunci dalam keberhasilan pertanian ini.

Di wilayah Sumatra Barat, teknologi pertanian digital telah diterapkan dalam pengelolaan sistem irigasi berbasis sensor. Sensor-sensor yang ditanam di sepanjang saluran irigasi memberikan data akurat tentang kebutuhan air tanaman dan kondisi saluran irigasi. Petani menggunakan informasi ini untuk mengatur aliran air dengan efisien, menghindari

pemborosan air, dan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Kearifan lokal dalam hal ini mencakup pemahaman mendalam terhadap topografi lahan dan praktik irigasi tradisional yang dapat diintegrasikan dengan teknologi modern. Pemanfaatan dron dalam pemantauan pertanian juga menjadi contoh bagaimana teknologi pertanian digital dan kearifan lokal dapat berkolaborasi.

Penerapan teknologi pertanian digital dalam pemantauan hama dan penyakit tanaman juga telah menunjukkan manfaatnya ketika dikombinasikan dengan kearifan lokal. Pada tahun 2021 mahasiswa di Sulawesi Selatan telah mencapai terobosan penting dengan menemukan alat pendeteksi hama tanaman yang inovatif. Alat tersebut berbentuk drone yang dilengkapi dengan sensor, dirancang untuk mendeteksi keberadaan hama tanaman di area sawah pada waktu pagi dan sore. Proyek ini merupakan hasil kolaborasi dari mahasiswa yang bernama Ahmad Yusuf dan tujuh rekannya, yang secara gigih melakukan penelitian selama enam bulan. Alat pendeteksi ini bertujuan membantu petani dengan menyediakan cara yang lebih efisien dan mudah dalam mendeteksi adanya hama tanaman. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan memberikan solusi yang cepat bagi petani dalam mengatasi potensi kerugian akibat serangan hama.

Teknologi pertanian digital dapat memfasilitasi sistem rantai pasok yang lebih efisien dan berkelanjutan. Di daerah Bali, penerapan blockchain dalam pelacakan produksi pertanian telah meningkatkan transparansi

dan kepercayaan dalam rantai pasok. Petani lokal yang terlibat dapat memanfaatkan teknologi ini untuk memasarkan produk mereka dengan lebih baik, sementara konsumen dapat memverifikasi asal-usul produk pertanian. Kombinasi antara aspek teknologi dan penguasaan pasar lokal menjadi kunci keberhasilan dalam mengembangkan model bisnis yang berkelanjutan. Ketika teknologi pertanian digital diintegrasikan dengan kearifan lokal, munculnya platform edukasi pertanian digital dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan literasi digital dan pertanian di masyarakat.

BAB 7

Perikanan Sebagai Sektor Pengembangan Sektor Pertanian Ramah Lingkungan

Perikanan, dalam konteks pengembangan sektor pertanian yang ramah lingkungan, dapat diartikan sebagai suatu sektor yang berfokus pada praktik budidaya dan pemanfaatan sumber daya perairan dengan pendekatan yang berkelanjutan dan memperhatikan keseimbangan ekosistem. Definisi ini mencerminkan transformasi perikanan menjadi suatu kegiatan yang tidak hanya menghasilkan produk perikanan yang berkualitas tinggi, tetapi juga secara aktif berkontribusi pada pelestarian lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam. Dalam kerangka ini, perikanan sebagai sektor pengembangan pertanian ramah lingkungan memandang sumber daya perairan sebagai modal utama yang perlu dikelola dengan bijaksana. Praktik budidaya yang dipilih didasarkan pada prinsip-prinsip keberlanjutan, seperti meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, menjaga keseimbangan ekosistem perairan, dan mempromosikan efisiensi penggunaan sumber daya.

Sektor perikanan yang ramah lingkungan juga mengintegrasikan inovasi teknologi dan manajemen yang mendukung pelestarian alam. Praktik-praktik seperti teknologi *Aquaponics*, *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA), dan peningkatan efisiensi pakan menjadi bagian integral dari upaya untuk mencapai keberlanjutan dalam budidaya perikanan. Dengan demikian, perikanan tidak hanya dilihat sebagai

penyedia hasil laut, tetapi juga sebagai elemen penting dalam mendukung ketahanan lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam.

Selain itu, perikanan yang dianggap sebagai sektor pengembangan pertanian yang ramah lingkungan memperhatikan dampak sosial ekonomi di tingkat lokal dan nasional. Upaya pengembangan ini mencakup peningkatan kapasitas petani perikanan, pemberdayaan masyarakat pesisir, dan penciptaan lapangan kerja yang berkelanjutan. Dengan demikian, perikanan menjadi suatu sektor yang tidak hanya berfokus pada produksi hasil perikanan tetapi juga memberikan dampak positif terhadap kesejahteraan masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Dalam definisi perikanan sebagai sektor pengembangan pertanian yang ramah lingkungan, prinsip keberlanjutan dan keseimbangan ekosistem menjadi pijakan utama. Hal ini mencerminkan kesadaran akan pentingnya menjaga ekosistem perairan yang sehat, melibatkan komunitas lokal, dan mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Dengan menggabungkan aspek-aspek ekologi, sosial, dan ekonomi, perikanan dianggap sebagai pendorong pertanian yang ramah lingkungan, mewujudkan visi keberlanjutan yang holistik untuk sektor pertanian secara keseluruhan. Berikut adalah beberapa jenis pengelolaan perikanan yang ramah lingkungan:

7.1. Pengelolaan Perikanan Tangkap Yang Ramah Lingkungan

Pengelolaan perikanan tangkap yang ramah lingkungan bertujuan untuk mengurangi dampak negatif dari penangkapan ikan, seperti overfishing, pencemaran, dan kerusakan ekosistem. Beberapa contoh pengelolaan perikanan tangkap yang ramah lingkungan antara lain:

a. Pembatasan kuota penangkapan

Pembatasan kuota penangkapan adalah langkah penting dalam pengelolaan perikanan tangkap yang ramah lingkungan, yang bertujuan untuk mencegah overfishing dan menjaga keberlanjutan stok ikan (Dewanti et al., 2013). Kuota penangkapan ini dapat ditetapkan oleh otoritas perikanan berdasarkan analisis data populasi ikan, kondisi ekosistem, dan kapasitas penangkapan. Dengan menerapkan pembatasan ini, para nelayan diharuskan untuk tidak melebihi jumlah ikan yang telah ditetapkan sebagai kuota. Contohnya, jika sebuah wilayah memiliki populasi ikan tertentu, pihak berwenang dapat menetapkan batas jumlah ikan yang boleh ditangkap setiap tahun agar tidak melebihi tingkat reproduksi alami ikan tersebut. Langkah ini tidak hanya melindungi stok ikan, tetapi juga membantu menjaga keseimbangan ekosistem perairan laut. Selain itu, pembatasan kuota penangkapan dapat membantu menciptakan praktik penangkapan yang berkelanjutan, memastikan bahwa pemanfaatan sumber daya laut dapat berlangsung jangka panjang tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan.

b. Pemanfaatan alat tangkap yang ramah lingkungan

Pemanfaatan alat tangkap yang ramah lingkungan menjadi salah satu pendekatan utama dalam pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan. Alat tangkap yang memiliki selektivitas tinggi merupakan solusi untuk mengurangi *bycatch* atau penangkapan ikan yang tidak diinginkan (Nofrizal et al., 2018). Sebagai contoh, penggunaan pancing berukuran selektif dapat meminimalkan risiko menangkap ikan yang belum matang atau spesies non-target. Alat tangkap yang ramah lingkungan juga mencakup penggunaan jaring dengan mata jaring selektif untuk memastikan ikan yang melewati jaring memiliki ukuran yang memenuhi standar tangkapan yang berkelanjutan. Selain itu, pengembangan teknologi alat tangkap yang canggih, seperti pancing berpelampung dan pancing tunda, dapat memberikan hasil tangkapan yang lebih efisien dan selektif.

Selain selektivitas tinggi, alat tangkap yang ramah lingkungan juga harus memiliki dampak minimal terhadap lingkungan. Penggunaan alat tangkap yang tidak merusak habitat bawah laut atau mengakibatkan kerusakan ekosistem menjadi prinsip utama. Sebagai contoh, penggunaan pancing tonda yang mencegah kontak langsung dengan dasar laut dapat membantu melindungi terumbu karang dan habitat laut lainnya. Selain itu, pengembangan alat tangkap yang terbuat dari bahan ramah lingkungan, seperti bahan yang dapat terurai atau daur ulang, dapat mengurangi dampak limbah plastik dan bahan kimia berbahaya di laut.

Pemanfaatan alat tangkap yang ramah lingkungan tidak hanya membantu menjaga keberlanjutan stok ikan tetapi juga mendukung kelestarian ekosistem perairan. Dengan terus menerapkan inovasi dalam desain alat tangkap dan mendorong penggunaan teknologi yang lebih bertanggung jawab, perikanan tangkap dapat menjadi lebih berkelanjutan dan lebih ramah lingkungan. Langkah-langkah ini memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia akan hasil perikanan dan perlindungan terhadap lingkungan laut yang rentan.

c. Pengelolaan kawasan konservasi

Pengelolaan kawasan konservasi memainkan peran kunci dalam menjaga keberlanjutan perikanan dan melindungi populasi ikan. Kawasan konservasi adalah area laut yang dilindungi dari kegiatan penangkapan ikan, dengan tujuan utama sebagai tempat pemijahan dan pembesaran ikan (Febriani & Hafsar, 2020). Contohnya, suatu kawasan pesisir yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi dapat melibatkan penutupan sementara terhadap kegiatan penangkapan ikan di area tersebut selama periode tertentu dalam setahun. Hal ini memberikan kesempatan bagi ikan untuk berkembang biak tanpa gangguan, meningkatkan peluang kelangsungan hidup dan pertumbuhan generasi baru ikan. Selain melindungi tempat pemijahan, pengelolaan kawasan konservasi juga membantu menjaga keanekaragaman hayati di dalamnya. Area ini menjadi tempat perlindungan bagi ekosistem laut yang penting, seperti terumbu karang,

padang lamun, dan habitat lainnya yang menjadi rumah bagi berbagai spesies ikan dan organisme laut lainnya. Dengan menjaga keseimbangan ekosistem di kawasan konservasi, dapat dipastikan bahwa lingkungan tersebut tetap sehat dan mendukung kehidupan ikan dan biota laut lainnya.

Pengelolaan kawasan konservasi juga melibatkan pemantauan dan penelitian untuk memahami dinamika ekosistem dan populasi ikan di dalamnya. Hal ini memungkinkan pihak berwenang untuk mengambil kebijakan yang lebih efektif dalam menjaga kesehatan lingkungan laut dan merancang strategi konservasi yang tepat. Selain itu, melibatkan masyarakat setempat dan nelayan dalam proses pengelolaan kawasan konservasi dapat memperkuat keberhasilan upaya konservasi, dengan menciptakan kesadaran dan keterlibatan aktif dalam menjaga kelestarian sumber daya laut. Dengan mengimplementasikan pengelolaan kawasan konservasi, dapat diharapkan bahwa stok ikan di sekitar kawasan tersebut dapat berkembang dengan optimal. Penerapan prinsip-prinsip konservasi ini tidak hanya memberikan manfaat bagi kelangsungan hidup ikan dan keanekaragaman hayati laut, tetapi juga mendukung ketahanan pangan dan nafkah masyarakat yang bergantung pada hasil tangkapan laut. Selanjutnya, pengelolaan kawasan konservasi membuktikan bahwa pelestarian sumber daya laut dan kegiatan perikanan dapat berjalan beriringan, menciptakan model keberlanjutan untuk masa depan.

7.2. Pengelolaan perikanan budidaya yang ramah lingkungan

Pengelolaan perikanan budidaya yang ramah lingkungan bertujuan untuk mengurangi dampak negatif dari budidaya ikan, seperti pencemaran, penggunaan bahan kimia, dan kerusakan ekosistem. Beberapa contoh pengelolaan perikanan budidaya yang ramah lingkungan antara lain:

a. Penerapan teknologi IMTA

Penerapan teknologi *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA) menjadi solusi inovatif dalam upaya mengelola budidaya perikanan dengan meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan. Teknologi IMTA mengintegrasikan budidaya beberapa jenis ikan dengan organisme air lain, seperti moluska, ganggang, atau kerang, dalam satu sistem produksi (Barrington et al., 2009). Contohnya, suatu kolam budidaya ikan dapat dikombinasikan dengan keramba atau rakit yang menampung organisme *filter feeder*, seperti kerang atau tiram. Ikan yang dibudidayakan memberikan nutrisi dan pakan bagi organisme filter feeder, sementara organisme tersebut membantu membersihkan air dari limbah organik dan nutrient berlebih, menciptakan suatu lingkungan budidaya yang seimbang. Salah satu keunggulan teknologi IMTA adalah kemampuannya dalam mengurangi pencemaran air dan penurunan kualitas lingkungan sekitar. Dengan adanya organisme filter feeder yang mengonsumsi sisa pakan dan limbah ikan, risiko terjadinya eutrofikasi dan penurunan oksigen dalam air dapat dikendalikan. Hal ini

menciptakan suatu sistem perikanan yang lebih berkelanjutan, dengan kualitas air yang tetap terjaga dan tidak merugikan bagi organisme di sekitarnya.

Keuntungan lingkungan, penerapan teknologi IMTA juga memberikan manfaat ekonomi. Sistem budidaya yang terintegrasi ini dapat meningkatkan produktivitas dengan memanfaatkan limbah dari satu spesies sebagai sumber nutrisi untuk spesies lainnya. Misalnya, kotoran ikan yang menjadi limbah dapat dimanfaatkan oleh ganggang atau rumput laut yang tumbuh di sekitar kolam, sehingga menciptakan suatu lingkungan budidaya yang berkelanjutan. Penerapan teknologi IMTA tidak hanya menciptakan keberlanjutan dalam budidaya perikanan, tetapi juga mengilhami inovasi untuk memperbaiki praktik-praktik budidaya yang ada. Melalui integrasi berbagai jenis organisme dalam satu sistem, IMTA membuktikan bahwa keberlanjutan dan produktivitas dapat tercapai secara bersamaan. Dengan mendorong penerapan teknologi ini secara luas, dapat diharapkan bahwa budidaya perikanan akan semakin terarah pada model yang ramah lingkungan, berkelanjutan, dan memberikan dampak positif terhadap keseimbangan ekosistem perairan.

b. Penerapan perikanan air tawar berbasis ekosistem

Penerapan perikanan air tawar berbasis ekosistem atau *Ecosystem Approach to Aquaculture* (EAA) mewakili langkah signifikan dalam mengelola budidaya ikan dengan mempertimbangkan dinamika interaksi antara ikan, lingkungan, dan manusia. Pendekatan ini

memfokuskan perhatian pada pencapaian hasil produksi yang berkelanjutan, sambil tetap memperhatikan kelestarian ekosistem perairan yang mendukung aktivitas perikanan tersebut. Contohnya, dalam sistem perikanan air tawar berbasis ekosistem, pemberian pakan ikan dapat disesuaikan dengan kondisi alam sekitar dan kebutuhan ikan secara alami. Ini dapat mengurangi risiko polusi air dan ketidakseimbangan ekosistem karena pakan yang tidak terpakai. Selain itu, manajemen limbah dan keberlanjutan kualitas air menjadi fokus utama dalam EAA. Penggunaan teknologi pengelolaan limbah yang tepat, seperti filter biologis dan sistem daur ulang air, membantu menjaga kebersihan air dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Mahendra Paksi Panji Tetuko & Rahayu Subekti, 2022).

Dalam konteks perikanan air tawar berbasis ekosistem, integrasi pertanian dan budidaya ikan dapat menjadi contoh nyata. Penempatan kolam ikan di lahan pertanian yang memanfaatkan limbah pertanian sebagai sumber nutrisi tambahan bagi ikan menciptakan siklus yang saling melengkapi antara pertanian dan perikanan. Dengan demikian, sistem EAA tidak hanya memberikan hasil produksi ikan yang berkelanjutan, tetapi juga mendukung keberlanjutan pertanian dan lingkungan sekitarnya. Penerapan perikanan air tawar berbasis ekosistem juga mencakup aspek sosial dan ekonomi, di mana keterlibatan masyarakat lokal dan pemberdayaan petani atau pembudidaya ikan menjadi kunci. Pengelolaan bersama antara pemerintah, masyarakat, dan pemangku kepentingan lainnya memastikan bahwa

praktik perikanan yang diterapkan sesuai dengan nilai-nilai lokal dan mendukung kesejahteraan masyarakat setempat.

Dengan demikian, penerapan perikanan air tawar berbasis ekosistem tidak hanya menciptakan suatu model budidaya ikan yang berkelanjutan, tetapi juga menjadi landasan untuk pembangunan komunitas yang seimbang antara kebutuhan manusia dan pelestarian ekosistem air tawar. Dengan memahami dan mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan, pendekatan EAA memberikan solusi holistik dalam menghadapi tantangan pengelolaan perikanan air tawar di berbagai wilayah.

c. Pengembangan budidaya ikan dalam sistem resirkulasi

Pengembangan budidaya ikan dalam sistem resirkulasi / *Resirculating Aquaculture System* (RAS) mewakili evolusi penting dalam praktik budidaya ikan modern. Sistem ini memungkinkan penggunaan air secara terus-menerus, menciptakan lingkungan yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk pertumbuhan ikan. Salah satu keunggulan utama dari budidaya ikan dalam RAS adalah pengurangan signifikan dalam penggunaan air. Contohnya, dalam suatu fasilitas RAS, air yang digunakan untuk budidaya ikan dapat dipertahankan dan disaring kembali melalui sistem sirkulasi, mengurangi kebutuhan akan pasokan air segar dalam jumlah besar. Hal ini memiliki dampak positif dalam mengatasi masalah kekurangan air yang semakin meresahkan di berbagai wilayah. Selain efisiensi dalam

penggunaan air, budidaya ikan dalam RAS juga mengoptimalkan pemanfaatan pakan. Sistem ini memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap kualitas air dan pemberian pakan, sehingga jumlah pakan yang dibutuhkan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan ikan. Sebagai contoh, sensor dan teknologi otomatisasi dapat digunakan untuk memantau kondisi air dan memberikan pakan secara akurat, mengurangi pemborosan pakan dan potensi pencemaran lingkungan akibat sisa pakan yang tidak dikonsumsi.

Keberlanjutan lingkungan menjadi fokus utama dalam pengembangan budidaya ikan dalam RAS (Syamsuddin & Isyanita, 2022). Dengan mengurangi kebutuhan akan air bersih dan meminimalkan limbah yang masuk ke lingkungan, sistem ini berkontribusi pada upaya pelestarian sumber daya air dan ekosistem perairan. Selain itu, penggunaan teknologi sirkulasi air yang efisien dan metode filtrasi canggih dalam RAS membantu mengurangi risiko pencemaran air oleh limbah organik dan bahan kimia yang sering terjadi dalam sistem budidaya tradisional. Pengembangan budidaya ikan dalam sistem resirkulasi tidak hanya memberikan keunggulan ekologi, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi. Fasilitas RAS yang modern dapat meningkatkan efisiensi produksi, menghasilkan hasil yang lebih konsisten dan meningkatkan kesehatan ikan. Dengan cara ini, praktik budidaya ikan dalam RAS bukan hanya menjadi solusi bagi tantangan lingkungan, tetapi juga berpotensi menjadi model bagi industri budidaya ikan yang lebih berkelanjutan di masa depan.

BAB 8

Peluang dan Tantangan Pertanian Ramah Lingkungan

8.1. Peluang Pertanian Ramah Lingkungan

Salah satu peluang utama yang ditawarkan oleh pertanian ramah lingkungan adalah potensi untuk meningkatkan keberlanjutan dan ketahanan pangan. Pertanian yang mengintegrasikan kearifan lokal dapat memberikan solusi terhadap masalah seperti perubahan iklim, kehilangan keanekaragaman hayati, dan degradasi tanah. Contohnya, penerapan praktik adalah agroforestri yang menggabungkan tanaman pangan dengan tanaman hutan, dapat meningkatkan kesuburan tanah, meminimalkan erosi, dan menyediakan habitat untuk berbagai jenis flora dan fauna. Model pertanian ini sejalan dengan kearifan lokal di berbagai daerah di Indonesia yang telah lama mempraktikkan sistem yang serupa untuk memastikan keberlanjutan sumber daya alam.

Pertanian ramah lingkungan juga membuka peluang bagi generasi Z untuk terlibat langsung dalam praktik-praktik pertanian yang berkelanjutan. Semakin banyak generasi muda yang tertarik untuk menjadi petani atau terlibat dalam sektor pertanian, tetapi dengan pendekatan yang lebih berkelanjutan dan inovatif. Pelatihan dan pendidikan mengenai pertanian ramah lingkungan dapat memberikan bekal kepada generasi Z untuk menciptakan perubahan positif dalam cara kita memproduksi dan mengonsumsi pangan. Misalnya, di beberapa daerah di Indonesia, komunitas

petani muda telah membentuk kelompok-kelompok pertanian organik atau kelompok agroekologi yang tidak hanya mempraktikkan pertanian berkelanjutan tetapi juga berbagi pengetahuan dan pengalaman melalui platform digital.

Kearifan lokal yang seringkali terwujud dalam tradisi dan pengetahuan yang diturunkan dari generasi ke generasi, dapat menjadi kunci untuk menjalankan pertanian yang sesuai dengan kondisi setempat. Generasi Z dapat menggali dan memadukan kearifan lokal ini dengan teknologi modern untuk menciptakan solusi yang relevan dan efektif. Sebagai contoh, penerapan pola tanam tumpang sari atau polikultur, yang seringkali merupakan praktik tradisional, dapat membantu meningkatkan produktivitas dan ketahanan tanaman. Dengan memanfaatkan teknologi pertanian presisi, seperti sensor tanah dan drone, generasi Z dapat mengoptimalkan pola tanam ini sesuai dengan kondisi mikro di setiap bagian lahan.

Potensi penggunaan teknologi digital dalam mendukung pertanian ramah lingkungan menciptakan peluang baru bagi generasi Z yang berorientasi pada teknologi. Aplikasi mobile, platform digital, dan solusi berbasis data dapat digunakan untuk memantau dan mengelola aktivitas pertanian secara efisien. Penerapan teknologi pertanian presisi, yang mencakup penggunaan sensor, IoT (*Internet of Things*), dan kecerdasan buatan, memberikan kemampuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, dan pestisida. Generasi Z dapat menjadi agen perubahan yang memanfaatkan potensi teknologi ini

untuk meningkatkan produktivitas tanpa mengorbankan keberlanjutan.

Pertanian ramah lingkungan juga menciptakan peluang untuk mengembangkan bisnis dan lapangan kerja baru yang berkelanjutan. Generasi Z, yang seringkali memiliki semangat kewirausahaan yang tinggi, dapat menciptakan start-up atau usaha pertanian yang inovatif dan berorientasi pada keberlanjutan. Misalnya, bisnis urban farming atau pertanian perkotaan yang berfokus pada produksi lokal dan metode pertanian vertikal dapat menjadi solusi bagi keterbatasan lahan dan meningkatkan akses masyarakat perkotaan terhadap produk pertanian segar. Keterlibatan generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan juga dapat mendukung upaya pelestarian kearifan lokal. Melalui kolaborasi dengan komunitas lokal dan petani tradisional, generasi Z dapat memperkuat nilai-nilai lokal yang terkait dengan pertanian. Program-program pendidikan dan pelatihan yang menggabungkan aspek teknologi dan kearifan lokal dapat menjadi wahana untuk mentransfer pengetahuan dari generasi tua ke generasi muda. Di berbagai daerah di Indonesia, beberapa inisiatif pendidikan pertanian berkelanjutan yang melibatkan generasi Z telah berhasil menggali dan menghargai kearifan lokal, seperti penanaman padi berbasis sistem tradisional Subak di Bali atau penerapan sistem pertanian berbasis masyarakat di desa-desa.

Dengan demikian, peluang pertanian ramah lingkungan yang mengintegrasikan kearifan lokal membuka pintu bagi generasi Z untuk mengambil peran

kunci dalam transformasi sektor pertanian. Keberlanjutan, inovasi, dan keterlibatan masyarakat lokal adalah kunci kesuksesan dalam membangun masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan di Indonesia. Generasi Z memiliki potensi besar untuk menggabungkan kearifan lokal dengan teknologi modern, menciptakan solusi yang holistik dan adaptif terhadap tantangan lingkungan dan pangan di abad ke-21.

8.2. Tantangan Pertanian Ramah Lingkungan

Tantangan pertanian ramah lingkungan yang mengintegrasikan kearifan lokal bagi generasi Z menjadi bagian integral dalam menghadapi dinamika kompleks yang berkaitan dengan keberlanjutan dan perubahan iklim. Generasi Z dihadapkan pada tekanan untuk mengembangkan dan menerapkan solusi pertanian yang memadukan teknologi modern dengan kearifan lokal guna mencapai keseimbangan antara produksi pangan dan pelestarian lingkungan. Salah satu tantangan utama yang dihadapi generasi Z dalam konteks pertanian ramah lingkungan adalah perubahan iklim dan dampaknya terhadap pola pertanian. Perubahan iklim menyebabkan ketidakpastian dalam kondisi cuaca dan iklim, yang dapat mempengaruhi hasil panen, musim tanam, dan ketersediaan air. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal, generasi Z dihadapkan pada tugas untuk menyesuaikan pola tanam dengan pengetahuan lokal mengenai musim dan cuaca yang berubah. Contoh konkretnya dapat ditemukan di beberapa daerah di Indonesia, di mana petani generasi

Z bekerja sama dengan petani tradisional untuk menciptakan pola tanam yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim, memanfaatkan kalender pertanian tradisional dan ramalan cuaca lokal.

Tantangan lainnya adalah keterbatasan sumber daya, seperti air dan lahan. Generasi Z perlu mencari solusi yang inovatif dan berkelanjutan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya tanah dan air. Dalam hal ini, kearifan lokal dapat memberikan pandangan tentang cara pengelolaan sumber daya secara bijaksana, seperti teknik tradisional irigasi yang efisien atau pemanfaatan tanaman penutup tanah untuk menjaga kelembaban tanah. Dengan memahami dan menerapkan kearifan lokal ini, generasi Z dapat membantu menciptakan pertanian yang lebih efisien secara sumber daya dan berkelanjutan.

Adaptasi terhadap perkembangan teknologi dan digitalisasi pertanian juga menjadi salah satu tantangan bagi generasi Z. Meskipun generasi ini tumbuh dalam era teknologi digital, mereka perlu terus memahami dan mengikuti perkembangan teknologi pertanian presisi, kecerdasan buatan, dan platform digital yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Tantangan ini memerlukan keterampilan digital dan pemahaman yang mendalam tentang integrasi teknologi dengan praktik pertanian lokal. Untuk mengatasi hal ini, generasi Z dapat memanfaatkan pelatihan dan pendidikan yang berfokus pada literasi digital dan peningkatan keterampilan teknologi di sektor pertanian.

Perubahan dalam pola konsumsi masyarakat merupakan tantangan serius. Generasi Z dihadapkan

pada tuntutan untuk memproduksi pangan yang tidak hanya berkelanjutan tetapi juga memenuhi harapan konsumen yang semakin sadar lingkungan. Hal ini mencakup peningkatan permintaan akan produk pertanian organik, lokal, dan bersertifikasi lingkungan. Dalam menghadapi tantangan ini, generasi Z perlu mengembangkan sistem pertanian yang mampu memenuhi kebutuhan pasar yang berubah sambil tetap memegang prinsip keberlanjutan dan kearifan lokal.

Pertumbuhan populasi dan urbanisasi juga memberikan tantangan tersendiri bagi generasi Z dalam mengembangkan pertanian yang berkelanjutan (Prihatin, 2016). Keterbatasan lahan pertanian akibat perluasan perkotaan menuntut generasi Z untuk mencari solusi pertanian di ruang terbatas. Urban farming atau pertanian perkotaan dapat menjadi jawaban untuk memanfaatkan ruang terbatas dengan teknologi vertikal, hidroponik, atau aquaponik. Dalam konteks ini, generasi Z dapat menggabungkan kearifan lokal, seperti praktik pertanian perkotaan tradisional, dengan teknologi modern untuk menciptakan model pertanian yang efektif dan berkelanjutan di tengah urbanisasi yang cepat.

Tantangan psikologis dan sosial juga perlu diperhatikan. Generasi Z, sebagai agen perubahan dalam pertanian, perlu mengatasi resistensi terhadap perubahan dari kalangan petani yang masih memegang nilai-nilai tradisional. Komunikasi efektif, kolaborasi, dan pendekatan partisipatif dapat membantu generasi Z membangun kepercayaan dan dukungan dari masyarakat pertanian. Hal ini membutuhkan kearifan

dalam memahami dinamika sosial dan budaya setempat, agar inovasi yang diusulkan dapat diterima dengan baik oleh komunitas petani.

Meskipun banyak tantangan yang dihadapi, generasi Z juga memiliki peluang unik untuk menciptakan perubahan positif dalam pertanian ramah lingkungan yang mengintegrasikan kearifan lokal. Keberanian mereka untuk mencoba hal baru, kemampuan adaptasi terhadap teknologi, dan kesadaran lingkungan yang tinggi merupakan modal berharga. Sebagai contoh, di berbagai daerah di Indonesia, kelompok petani muda dari generasi Z telah membentuk komunitas-komunitas inovatif yang memadukan kearifan lokal dengan teknologi modern untuk menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan adaptif. Untuk merespon tantangan ini, generasi Z perlu diberdayakan dengan pendidikan yang memadai, pelatihan dalam teknologi pertanian terkini, dan pendampingan dalam mengembangkan inisiatif pertanian mereka. Pemberdayaan ini dapat datang dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, lembaga pendidikan, dan organisasi non-pemerintah. Kolaborasi antara generasi Z dengan petani tradisional dan komunitas lokal juga penting untuk memastikan bahwa solusi yang diusulkan benar-benar relevan dengan kebutuhan setempat dan menghormati kearifan lokal.

Dalam menghadapi tantangan pertanian ramah lingkungan yang mengintegrasikan kearifan lokal, generasi Z memiliki potensi untuk menjadi pionir dalam menciptakan transformasi positif di sektor pertanian. Dengan pendekatan yang holistik, berbasis ilmu

pengetahuan dan kearifan lokal, mereka dapat membuka jalan menuju pertanian yang lebih berkelanjutan, adil, dan ramah lingkungan, menciptakan warisan positif untuk generasi mendatang.

BAB 9

Peran Generasi Z dalam Pertanian Ramah Lingkungan

Peran Generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan yang mengintegrasikan kearifan lokal memiliki dampak signifikan dalam membentuk masa depan pertanian yang berkelanjutan (Prihatin, 2016). Salah satu peran utama Generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan adalah sebagai agen perubahan. Dengan pemahaman mendalam tentang teknologi dan akses mudah ke informasi, generasi ini memiliki potensi untuk memperkenalkan metode pertanian yang lebih efisien, efektif, dan berkelanjutan. Sebagai contoh, aplikasi pertanian pintar yang dikembangkan oleh generasi Z dapat memberikan petani informasi real-time tentang kondisi cuaca, pengelolaan tanaman, dan pemantauan sumber daya alam. Ini membantu petani mengambil keputusan yang lebih tepat dan mengoptimalkan hasil pertanian.

Generasi Z dapat berperan sebagai katalisator perubahan sosial adalah salah satu karakteristik Generasi Z yang dapat memberikan dampak positif pada pertanian. Mereka tidak hanya berfokus pada aspek teknologi, tetapi juga mendorong perubahan perilaku konsumen menuju pola konsumsi yang lebih berkelanjutan. Melalui kampanye sosial media dan pendekatan kreatif lainnya, generasi Z dapat mempromosikan pertanian organik, produk lokal, dan praktik pertanian ramah lingkungan kepada konsumen. Dengan begitu, mereka memainkan peran dalam

menciptakan permintaan pasar yang mendukung pertanian berkelanjutan.

Generasi Z juga berkontribusi dalam mengatasi tantangan pertanian dengan kreativitas dan inovasi. Mereka dapat mengembangkan solusi baru untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam, mengurangi limbah pertanian, dan meningkatkan efisiensi produksi. Sebagai contoh, beberapa kelompok petani muda di Indonesia telah menciptakan sistem peringatan dini untuk penyakit tanaman berbasis sensor dan teknologi Internet of Things (IoT). Hal ini membantu petani mendeteksi penyakit lebih awal dan mengambil tindakan pencegahan, mengurangi penggunaan pestisida dan kerugian hasil panen.

Generasi Z memegang peran penting dalam mengubah persepsi terhadap pertanian sebagai profesi yang kurang menarik. Melalui pendekatan kreatif dan kampanye pemasaran, mereka dapat membantu mempopulerkan gambaran pertanian sebagai karier yang menarik dan berpotensi memberikan dampak positif bagi masyarakat dan lingkungan. Dengan memperkenalkan konsep pertanian yang inovatif dan berkelanjutan, generasi ini membuka pintu bagi lebih banyak individu muda untuk terlibat dalam sektor pertanian. Peran Generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan juga mencakup advokasi untuk kebijakan yang mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Mereka terlibat dalam dialog dengan pemerintah dan lembaga terkait untuk mendorong implementasi kebijakan yang mempromosikan pertanian organik, perlindungan sumber daya alam, dan pembangunan

pedesaan berkelanjutan. Dengan kemampuan komunikasi yang kuat, generasi ini dapat membentuk opini publik dan memengaruhi pembuat kebijakan untuk mendukung transformasi positif di sektor pertanian.

Terdapat tantangan yang dihadapi oleh Generasi Z dalam peran mereka tidak boleh diabaikan. Mereka perlu menghadapi resistensi dari beberapa sektor yang mungkin masih enggan menerima perubahan, seperti petani yang masih mempertahankan praktik konvensional. Oleh karena itu, penting bagi generasi ini untuk mengembangkan keterampilan diplomasi, komunikasi, dan kepemimpinan yang diperlukan untuk membawa berbagai pemangku kepentingan bersama-sama menuju pertanian yang lebih berkelanjutan.

9.1. Keterampilan dan Pengetahuan Generasi Z

Generasi Z, yang lahir antara tahun 1995 hingga 2010, membawa keterampilan dan pengetahuan yang luar biasa dalam pembangunan ramah lingkungan yang terintegrasi dengan kearifan lokal. Mereka tumbuh dalam era teknologi digital dan informasi, memungkinkan akses cepat terhadap informasi dan memunculkan kesadaran akan isu-isu lingkungan. Kombinasi antara keterampilan teknologi, pengetahuan yang luas, dan semangat inovasi membuat Generasi Z menjadi kekuatan yang potensial dalam membentuk masa depan yang berkelanjutan.

Salah satu keterampilan utama Generasi Z adalah penguasaan teknologi digital (Dewi et al., 2023). Mereka tumbuh dalam era di mana perangkat elektronik,

internet, dan aplikasi menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari. Keterampilan ini memberikan mereka akses ke informasi terkini, memungkinkan pengembangan solusi inovatif untuk tantangan lingkungan. Contoh perwujudannya adalah penggunaan aplikasi sensor tanah untuk petani yang membantu mengukur kelembaban tanah, kebutuhan nutrisi, dan faktor-faktor lain yang berdampak pada produktivitas pertanian. Aplikasi semacam ini membantu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Pengetahuan luas Generasi Z tentang isu-isu lingkungan menjadi fondasi kuat untuk pembangunan yang berkelanjutan. Mereka terbiasa dengan informasi tentang perubahan iklim, keanekaragaman hayati, dan degradasi lingkungan. Pengetahuan ini memotivasi mereka untuk mencari solusi yang inovatif dan mempraktikkan gaya hidup yang ramah lingkungan. Sebagai contoh, banyak individu Generasi Z yang terlibat dalam gerakan lingkungan, kampanye untuk pelestarian hutan, atau bahkan menciptakan produk-produk ramah lingkungan. Kreativitas juga menjadi keterampilan yang sangat dimiliki oleh Generasi Z. Mereka tidak hanya mampu beradaptasi dengan teknologi baru, tetapi juga menciptakan konten kreatif yang memengaruhi banyak orang. Dalam konteks pembangunan ramah lingkungan, kreativitas ini dapat diaplikasikan dalam menyampaikan pesan-pesan lingkungan dengan cara yang menarik dan menginspirasi. Kampanye media sosial, video pendek,

dan konten kreatif lainnya dapat digunakan untuk memperkuat kesadaran masyarakat akan pentingnya pelestarian lingkungan dan integrasi kearifan lokal.

Generasi Z juga dikenal sebagai generasi yang berorientasi pada inklusivitas dan keadilan sosial. Keterampilan ini dapat diaplikasikan dalam upaya pembangunan yang terintegrasi dengan kearifan lokal. Mereka memiliki kecenderungan untuk memahami dan menghargai keragaman budaya serta nilai-nilai lokal. Sebagai contoh, banyak dari mereka yang terlibat dalam program-program pembangunan komunitas yang menggabungkan kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya alam dan pertanian berkelanjutan. Selain itu, keterampilan berkomunikasi yang efektif menjadi salah satu keunggulan Generasi Z. Mereka terbiasa dengan lingkungan online yang memerlukan kemampuan berkomunikasi secara jelas dan persuasive (Maturbongs, 2023). Keterampilan ini dapat digunakan untuk membangun dialog dan kerjasama yang kuat antara pemangku kepentingan dalam pembangunan ramah lingkungan. Mereka dapat berperan sebagai mediator antara pemerintah, bisnis, dan masyarakat lokal untuk mencapai konsensus dalam implementasi kebijakan dan program pembangunan.

Generasi Z juga cenderung memiliki sikap terbuka terhadap kolaborasi dan pengembangan teknologi baru. Mereka dapat memanfaatkan kerjasama lintas-generasi dan lintas-sektor untuk menghadapi tantangan lingkungan. Kolaborasi ini menciptakan lingkungan di mana pengetahuan lokal dapat dipadukan dengan teknologi canggih untuk mencapai hasil yang optimal.

Sebagai contoh, program pertanian berbasis teknologi di beberapa daerah di Indonesia melibatkan kolaborasi antara petani setempat, ahli pertanian, dan pengembang teknologi. Contoh konkretnya dapat ditemukan dalam penerapan smart farming atau pertanian pintar yang mengintegrasikan pengetahuan lokal petani dengan teknologi sensor, kecerdasan buatan, dan analitika data. Petani dapat menggunakan aplikasi mobile untuk mendapatkan informasi tentang cuaca, pemilihan varietas tanaman, dan manajemen pupuk berdasarkan data yang diperoleh dari sensor tanah. Hal ini membantu mereka mengoptimalkan hasil panen, sementara tetap mempertahankan praktik-praktik kearifan lokal yang sesuai dengan kondisi setempat.

Generasi Z juga dapat memanfaatkan keterampilan analitika data untuk mengidentifikasi pola-pola yang relevan dengan keberlanjutan lingkungan. Dengan menggunakan big data, mereka dapat merancang model prediktif untuk perubahan iklim, mengelola sumber daya air, atau bahkan memprediksi potensi bencana alam. Dengan begitu, mereka dapat memberikan sumbangan berarti dalam pengambilan keputusan untuk pembangunan yang berkelanjutan. Perlu diakui bahwa Generasi Z juga menghadapi tantangan dalam mengintegrasikan kearifan lokal dalam pembangunan ramah lingkungan. Beberapa dari mereka mungkin belum sepenuhnya memahami nilai-nilai lokal atau menemui resistensi dari komunitas tertentu. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk meningkatkan pemahaman dan apresiasi terhadap kearifan lokal, serta membangun jembatan

komunikasi yang efektif antara Generasi Z dan masyarakat lokal.

9.2. Sumbangan Generasi Z dalam Pertanian Ramah Lingkungan

Potensi Generasi Z dalam pertanian ramah lingkungan terintegrasi dengan kearifan lokal dapat dilihat dari penguasaan mereka terhadap teknologi. Sebagian besar generasi ini tumbuh dalam era digital, di mana perangkat elektronik dan aplikasi mobile menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari. Keterampilan teknologi ini memungkinkan mereka untuk mengakses informasi terkini tentang praktik pertanian yang berkelanjutan, teknologi tepat guna, dan strategi kearifan lokal. Contoh konkritnya adalah penggunaan aplikasi mobile untuk mendapatkan informasi cuaca, monitoring tanah, atau pemilihan varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Dengan begitu, Generasi Z dapat memberikan sumbangan yang signifikan dalam menerapkan teknologi pertanian yang ramah lingkungan.

Keterlibatan Generasi Z dalam kampanye lingkungan dan keberlanjutan menunjukkan komitmen mereka terhadap isu-isu lingkungan. Mereka menjadi pelopor dalam gerakan lingkungan, menuntut perubahan dalam kebijakan dan praktik-praktik yang merugikan lingkungan. Dalam konteks pertanian, sumbangan Generasi Z dapat dilihat dalam upaya mereka untuk mengadaptasi praktik-praktik pertanian yang ramah lingkungan, seperti penggunaan pupuk

organik, teknik pertanian organik, dan pengurangan limbah plastik. Mereka terlibat dalam berbagai inisiatif yang bertujuan untuk mencapai pertanian yang lebih berkelanjutan dan mempertahankan keberlanjutan lingkungan.

Sumbangan Generasi Z juga terlihat dalam kemampuan mereka untuk berkolaborasi dan berbagi informasi. Terbiasa dengan platform media sosial, mereka dapat dengan mudah menyebarkan pengetahuan, ide, dan inovasi di antara sesama. Kolaborasi lintas-generasi dan lintas-sektor dapat diperkuat oleh keterampilan komunikasi dan kolaborasi Generasi Z. Dalam konteks pertanian, hal ini dapat diterjemahkan menjadi penyebaran informasi tentang teknologi pertanian yang ramah lingkungan, pelatihan bagi petani lokal, atau bahkan pendirian komunitas petani online yang berbagi pengalaman dan pengetahuan.

Kemampuan adaptasi Generasi Z terhadap perkembangan teknologi juga menjadi keunggulan yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan solusi-solusi inovatif untuk pertanian. Mereka dapat merespon cepat terhadap perkembangan teknologi seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan, dan big data untuk meningkatkan efisiensi pertanian. Contoh implementasinya adalah penggunaan sensor tanah yang terhubung ke sistem IoT untuk memonitor kondisi tanah secara real-time, memastikan penggunaan sumber daya yang optimal dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Generasi Z juga menunjukkan sensitivitas terhadap nilai-nilai lokal dan kearifan tradisional. Meskipun tumbuh dalam era globalisasi, banyak dari mereka memahami pentingnya melestarikan identitas lokal dan kearifan tradisional. Dalam konteks pertanian, hal ini tercermin dalam upaya mereka untuk memasukkan nilai-nilai kearifan lokal dalam praktik pertanian. Sebagai contoh, beberapa inisiatif pertanian urban oleh Generasi Z mencoba menggabungkan metode pertanian tradisional dengan teknologi modern untuk menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan sesuai dengan budaya setempat.

Partisipasi Generasi Z dalam edukasi dan pelatihan lingkungan memberikan dampak positif pada komunitas pertanian. Mereka dapat menjadi penghubung antara pengetahuan ilmiah dan kearifan lokal, membantu petani tradisional untuk mengadopsi praktik-praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Inisiatif seperti pelatihan pertanian berkelanjutan, lokakarya kearifan lokal, dan kampanye edukasi di media sosial menjadi sarana yang efektif untuk menyampaikan informasi dan meningkatkan kapasitas petani lokal.

**Tips Bercocok Tanam Ramah Lingkungan untuk
Generasi Z****10.1. Pilihlah Tanaman yang Tepat**

Tips Bercocok Tanam Ramah Lingkungan untuk Generasi Z melibatkan pemilihan tanaman yang tepat dan integrasi kearifan lokal. Generasi Z dapat memainkan peran penting dalam menciptakan pertanian yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan beberapa aspek kunci seperti berikut.

- a. Pilih tanaman lokal yang tahan terhadap iklim setempat

Memilih tanaman lokal yang tahan terhadap iklim setempat merupakan langkah cerdas yang dapat diambil oleh Generasi Z untuk memajukan pertanian berkelanjutan. Tanaman-tanaman ini tidak hanya beradaptasi dengan baik terhadap kondisi iklim setempat, tetapi juga memberikan potensi ekonomi yang tinggi. Sebagai contoh, di Indonesia, beberapa tanaman lokal seperti padi, cabai, dan kedelai memiliki potensi ekonomi yang sangat menjanjikan.

Padi (*Oryza sativa*) sebagai tanaman pokok pangan memiliki potensi ekonomi yang besar. Padi telah menjadi tulang punggung perekonomian pertanian Indonesia selama bertahun-tahun. Dengan memilih varietas padi yang tahan terhadap iklim setempat, Generasi Z dapat membantu meningkatkan produksi padi secara berkelanjutan. Selain itu, mereka dapat

menjadi penyedia beras lokal yang berkualitas, mendukung ketahanan pangan nasional, dan menciptakan peluang ekonomi di tingkat lokal.

Tanaman cabai (*Capsicum annuum*) juga merupakan pilihan yang menarik dari segi potensi ekonomi. Cabai tahan terhadap berbagai kondisi iklim, dan permintaan akan cabai terus meningkat seiring dengan perkembangan industri kuliner. Generasi Z dapat membudidayakan cabai secara organik atau hidroponik, menjaga kualitas dan keberlanjutan produksi. Dengan meningkatnya popularitas cabai dalam masakan lokal dan internasional, budidaya cabai dapat menjadi sumber pendapatan yang stabil.

Kedelai (*Glycine max*) merupakan tanaman lokal lainnya yang memiliki potensi ekonomi yang tinggi. Kedelai tidak hanya sebagai sumber protein nabati yang penting, tetapi juga memiliki berbagai produk olahan seperti tahu, tempe, dan susu kedelai. Generasi Z dapat memilih varietas kedelai yang sesuai dengan iklim setempat dan mengembangkan usaha budidaya kedelai organik atau berpartisipasi dalam produksi produk olahan kedelai. Dengan memanfaatkan tren konsumen yang semakin meningkat terhadap makanan nabati, kedelai dapat menjadi komoditas yang diminati di pasar lokal dan global.

Potensi ekonomi tanaman lokal yang tahan terhadap iklim setempat juga dapat diperluas ke sektor industri pengolahan. Generasi Z dapat mengembangkan produk-produk lokal yang bernilai tambah, seperti saus cabai, susu kedelai organik, atau makanan ringan berbahan dasar kedelai. Dengan menciptakan variasi

produk yang inovatif, mereka tidak hanya mendukung ekonomi lokal tetapi juga mengangkat citra dan nilai tambah bagi produk-produk tersebut. Menggabungkan praktik pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam budidaya tanaman lokal dapat meningkatkan daya tarik ekonomi. Penggunaan teknologi pertanian presisi, pengelolaan sumber daya alam secara bijak, dan praktik pertanian organik dapat meningkatkan efisiensi produksi serta menciptakan produk pertanian yang lebih berkualitas dan berkelanjutan.

Dengan mengoptimalkan potensi ekonomi tanaman lokal yang tahan terhadap iklim setempat, Generasi Z dapat berperan penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan, ketahanan pangan, dan kesejahteraan ekonomi masyarakat lokal. Keberhasilan ini tidak hanya menciptakan peluang bisnis yang berkelanjutan tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan dan keberlanjutan pertanian di Indonesia.

b. Tanaman sayuran dan buah-buahan

Generasi Z, sebagai generasi yang semakin peduli terhadap lingkungan, memiliki peluang besar untuk berkontribusi dalam pertanian ramah lingkungan. Salah satu tips bercocok tanam yang ramah lingkungan adalah memilih tanaman sayuran dan buah-buahan lokal. Tanaman-tanaman ini tidak hanya menyumbang pada keberlanjutan lingkungan tetapi juga memiliki potensi ekonomi yang tinggi. Menanam sayuran seperti bayam, kangkung, dan tomat merupakan pilihan bijak. Sayuran-

sayuran ini tumbuh dengan baik di iklim Indonesia dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Bayam dan kangkung, misalnya, adalah sumber zat besi dan vitamin yang penting. Dengan memilih tanaman sayuran ini, Generasi Z dapat memberikan kontribusi positif terhadap pola makan sehat masyarakat sekaligus menciptakan potensi ekonomi yang berkelanjutan.

Menanam buah-buahan seperti pisang, jeruk, atau mangga juga merupakan langkah tepat. Buah-buahan lokal ini tidak hanya enak dan menyehatkan, tetapi juga memiliki potensi ekonomi yang tinggi. Pisang, sebagai contoh, dapat dijual sebagai buah segar atau diolah menjadi produk-produk olahan seperti pisang goreng, keripik pisang, atau dodol pisang. Jeruk, dengan kandungan vitamin C yang tinggi, juga memiliki peluang ekonomi yang besar di sektor minuman segar atau produk-produk olahan. Mangga, selain dinikmati sebagai buah segar, juga dapat dijadikan bahan dasar untuk makanan ringan atau minuman yang kini semakin diminati.

Potensi ekonomi yang tinggi dari tanaman sayuran dan buah-buahan ini tidak hanya terbatas pada penjualan langsung tetapi juga dapat diperluas ke sektor agroindustri. Generasi Z dapat menggali peluang bisnis dengan mengembangkan produk olahan berbasis sayuran dan buah-buahan, seperti jus segar, selai, atau camilan sehat. Dengan memanfaatkan kreativitas dan inovasi dalam pengolahan produk, mereka dapat menciptakan merek lokal yang dikenal dan dicari oleh konsumen.

Selain aspek ekonomi, pilihan tanaman sayuran dan buah-buahan lokal ini juga mendukung keberlanjutan lingkungan. Tanaman-tanaman ini cenderung lebih mudah beradaptasi dengan kondisi iklim setempat, mengurangi kebutuhan akan bahan kimia sintetis, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam. Dengan menerapkan praktik pertanian organik atau berkelanjutan, Generasi Z dapat menjaga keberlanjutan tanah, air, dan ekosistem sekitarnya.

Adanya permintaan yang terus meningkat untuk produk pertanian organik dan lokal juga menjadi peluang besar bagi Generasi Z. Konsumen semakin menyadari pentingnya memilih produk yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan memasarkan produk-produk tanaman sayuran dan buah-buahan secara lokal dan organik, mereka dapat memenuhi tuntutan pasar yang semakin meningkat akan produk-produk berkualitas tinggi dan berkesadaran lingkungan.

Dalam mengembangkan potensi ekonomi tanaman sayuran dan buah-buahan, Generasi Z juga dapat menjalin kerja sama dengan petani lokal dan komunitas pertanian. Kolaborasi ini dapat menciptakan jejaring bisnis yang saling menguntungkan, meningkatkan daya saing produk lokal, dan mendukung pertumbuhan ekonomi lokal. Dengan memilih tanaman sayuran dan buah-buahan lokal, Generasi Z tidak hanya berinvestasi dalam masa depan pertanian yang berkelanjutan tetapi juga berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Keberlanjutan ekonomi yang dihasilkan dari budidaya

tanaman-tanaman ini dapat menjadi modal untuk menciptakan perubahan positif dalam dunia pertanian, memperkuat ketahanan pangan, dan menjadikan Indonesia sebagai pusat pertanian berkelanjutan di mata dunia.

c. Pertimbangkan tanaman obat tradisional

Generasi Z, yang semakin terhubung dengan gaya hidup sehat dan keberlanjutan, memiliki potensi besar untuk memanfaatkan tanaman obat tradisional seperti jahe, kunyit, dan temulawak sebagai pilihan yang bermanfaat tidak hanya untuk kesehatan tetapi juga secara ekonomi. Tanaman-tanaman ini tidak hanya memiliki nilai tradisional dalam pengobatan, tetapi juga dapat menjadi sumber penghasilan yang berkelanjutan.

Jahe (*Zingiber officinale*) memiliki potensi ekonomi yang signifikan. Jahe merupakan tanaman obat yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional dan memiliki popularitas yang tinggi dalam industri makanan dan minuman. Industri minuman sehat, seperti teh jahe atau minuman jahe segar, terus berkembang, dan banyak produsen minuman yang mencari pasokan jahe berkualitas tinggi. Dengan menanam jahe, generasi Z dapat menjual hasil panennya ke industri ini, menciptakan peluang ekonomi yang berkelanjutan.

Kemudian, kunyit (*Curcuma longa*) juga memiliki potensi ekonomi yang menjanjikan. Kunyit mengandung senyawa kurkumin yang memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan, yang semakin diminati dalam industri makanan fungsional dan suplemen

kesehatan. Produk-produk berbasis kunyit, seperti minuman kunyit atau suplemen, menjadi populer di kalangan konsumen yang semakin peduli dengan kesehatan mereka. Dengan menanam kunyit, generasi Z dapat memasuki pasar ini dan berkontribusi pada industri makanan fungsional yang sedang berkembang. Selain itu, temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) juga memiliki potensi ekonomi yang dapat dieksplorasi. Temulawak digunakan dalam pengobatan tradisional Indonesia dan memiliki manfaat kesehatan yang diakui. Beberapa industri kosmetik dan farmasi telah mulai mengintegrasikan temulawak dalam produk-produk mereka, seperti krim perawatan kulit atau suplemen herbal. Menjadi penyedia temulawak lokal dapat membuka peluang kerjasama dengan industri-industri ini dan mendukung pengembangan produk lokal yang berbasis kearifan lokal.

Potensi ekonomi dari tanaman obat tradisional tidak hanya terbatas pada pasar lokal, tetapi juga dapat diekspor. Permintaan internasional terhadap tanaman obat tradisional semakin meningkat, terutama di negara-negara yang menghargai obat-obatan alami dan herbal. Dengan memenuhi standar kualitas dan keberlanjutan, generasi Z dapat menjadikan tanaman obat tradisional sebagai produk ekspor yang mendukung perekonomian lokal. Tidak hanya memberikan manfaat kesehatan dan peluang ekonomi, tanaman obat tradisional juga dapat menjadi aset dalam promosi pariwisata lokal. Pariwisata berbasis tanaman obat tradisional dapat menarik wisatawan yang tertarik untuk mengenal lebih jauh tentang kekayaan alam dan budaya suatu daerah. Hal

ini dapat menciptakan lapangan pekerjaan tambahan dan mendukung ekosistem pariwisata yang berkelanjutan. Dengan demikian, generasi Z dapat mempertimbangkan tanaman obat tradisional bukan hanya sebagai cara untuk menjaga kesehatan dan tradisi lokal, tetapi juga sebagai peluang ekonomi yang dapat diterapkan dalam skala lokal maupun internasional. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal dalam pengelolaan tanaman ini, generasi Z tidak hanya berkontribusi pada perkembangan ekonomi, tetapi juga pada pelestarian budaya dan keanekaragaman hayati.

d. Tanaman Penutup Tanah

Generasi Z yang ingin berpartisipasi dalam pertanian ramah lingkungan dapat mempertimbangkan tips bercocok tanam dengan menanam tanaman penutup tanah, seperti kacang-kacangan atau semangka. Tanaman penutup tanah memiliki banyak manfaat, tidak hanya bagi lingkungan tetapi juga membawa potensi ekonomi yang tinggi. Tanaman penutup tanah, seperti kacang-kacangan, memiliki kemampuan untuk menutupi permukaan tanah dengan rimbunnya tanaman. Ini membantu mencegah erosi tanah yang dapat terjadi akibat air hujan atau angin. Kacang-kacangan, seperti kacang hijau atau kacang tanah, memiliki akar yang kuat dan sistem penutup daun yang rapat, menjadikannya pilihan yang efektif dalam mempertahankan keutuhan tanah. Tanaman ini juga dapat menyediakan nutrisi tambahan ke tanah melalui proses fiksasi nitrogen, meningkatkan kesuburan tanah secara alami.

Tanaman penutup tanah yang populer adalah semangka. Tanaman semangka memiliki ciri khusus karena menjalar dan menutupi tanah dengan daun-daunnya yang besar. Hal ini membantu melindungi tanah dari penguapan yang berlebihan dan mencegah pertumbuhan gulma. Dengan menanam semangka sebagai tanaman penutup tanah, selain mendapatkan manfaat perlindungan tanah, Generasi Z juga dapat memanfaatkan hasilnya sebagai sumber pendapatan.



Gambar 13. Pemanfaatan Tanaman Penutup Tanah Semangka Pada Lahan Budidaya Jagung
(Sumber: Permata, 2015)

Potensi ekonomi yang tinggi dari tanaman penutup tanah, seperti kacang-kacangan atau semangka, dapat diwujudkan melalui berbagai cara. Pertama, hasil panen dari tanaman ini dapat dijual sebagai produk segar di pasar lokal. Kacang hijau atau kacang tanah segar, serta buah semangka, dapat menjadi komoditas yang dicari oleh konsumen karena kualitas nutrisi dan rasa yang tinggi.

Produk olahan dari tanaman penutup tanah juga memiliki potensi pasar yang luas. Kacang-kacangan dapat diolah menjadi produk makanan ringan seperti

keripik kacang, kacang panggang, atau pasta kacang. Sementara semangka dapat diolah menjadi jus, selai, atau camilan sehat lainnya. Dengan kreativitas dalam pengolahan produk, Generasi Z dapat menciptakan berbagai variasi produk yang menarik dan berkualitas tinggi. Potensi ekonomi dari tanaman penutup tanah juga dapat dioptimalkan melalui penerapan pertanian berkelanjutan. Misalnya, dengan memanfaatkan pupuk organik dari sisa tanaman penutup tanah yang sudah dipanen, Generasi Z dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia sintetis yang berdampak buruk pada lingkungan. Praktik-praktik pertanian berkelanjutan seperti ini tidak hanya menjaga keseimbangan ekosistem tetapi juga dapat meningkatkan kualitas dan nilai tambah produk pertanian.

Dengan memilih tanaman penutup tanah sebagai bagian dari tips bercocok tanam ramah lingkungan, Generasi Z dapat tidak hanya memberikan kontribusi positif terhadap pelestarian lingkungan tetapi juga memanfaatkan potensi ekonomi yang tinggi dari tanaman-tanaman tersebut. Dengan pendekatan yang berkelanjutan dan kreatif, mereka dapat menjadi agen perubahan yang membawa dampak positif dalam pertanian dan menciptakan model pertanian yang lebih berkelanjutan.

10.2. Implementasikan Pertanian Terpadu

Pertanian terpadu menawarkan solusi holistik untuk pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dalam konteks memberikan tips bercocok tanam ramah lingkungan untuk Generasi Z, mari kita

lihat contoh implementasi pertanian terpadu yang mengintegrasikan pertanian, perikanan, dan peternakan. Salah satu inovasi yang dapat diimplementasikan adalah sistem aquaponics, yang menggabungkan pertanian dan perikanan secara bersamaan. Dalam sistem ini, tanaman ditanam secara hidroponik, sementara ikan dipelihara di tangki air yang sama. Air yang digunakan untuk menampung ikan mengandung nutrisi dari kotoran ikan. Nutrisi ini kemudian disaring dan digunakan untuk memberi makan tanaman hidroponik. Dengan demikian, pertanian dan perikanan saling mendukung, menciptakan lingkungan yang ramah lingkungan dan efisien. Nutrisi dari air kolam ikan digunakan untuk memberi makan tanaman hidroponik, dan sayuran yang tumbuh menyediakan pakan untuk ikan. Dengan demikian, tercipta lingkungan pertanian yang efisien dan berkelanjutan.

Selain itu, sistem pertanian terpadu juga dapat mengintegrasikan peternakan, seperti budidaya ayam atau kambing, dengan pertanian dan perikanan. Contoh implementasinya dapat berupa sistem agrosilvopastoral, di mana petani menanam pohon-pohon di antara lahan pertanian dan peternakan mereka. Pohon-pohon tersebut tidak hanya menyediakan kayu, tetapi juga membantu menjaga kesuburan tanah, memberikan naungan untuk ternak, dan menciptakan ekosistem yang seimbang.



Gambar 14. Contoh Penerapan agro-silvopastoral
Pertanian dan Peternakan
(Sumber: Caviedes *et al.*, 2023)

Implementasi inovasi pertanian terpadu juga dapat memanfaatkan teknologi pertanian presisi. Misalnya, dengan menggunakan sensor tanah dan drone, petani dapat memantau kondisi tanah dan tanaman dengan lebih akurat. Teknologi ini memungkinkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk secara lebih efisien, mengurangi pemborosan dan dampak negatif terhadap lingkungan. Generasi Z dapat belajar dan terlibat dalam penggunaan teknologi ini untuk mendukung pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Tips bercocok tanam ramah lingkungan untuk Generasi Z juga melibatkan pemilihan varietas tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit. Dalam pertanian terpadu, pemilihan varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan lokal dapat meningkatkan produktivitas tanaman tanpa perlu bergantung pada penggunaan pestisida kimia. Generasi Z dapat memahami pentingnya pemilihan varietas tanaman yang tepat dan berpartisipasi dalam program

pemuliaan tanaman lokal yang lebih tahan terhadap hama dan penyakit.

Pendekatan agroforestry atau sistem hutan tanaman dapat menjadi bagian dari tips bercocok tanam ramah lingkungan. Dalam hal ini, petani menanam pohon-pohon di sekitar lahan pertanian mereka. Pohon-pohon ini tidak hanya memberikan perlindungan terhadap erosi tanah dan angin, tetapi juga dapat menjadi sumber kayu, buah, atau bahan obat-obatan. Generasi Z dapat berperan dalam menanam dan merawat pohon-pohon ini, menyadari manfaat jangka panjang yang dapat diberikan oleh hutan tanaman. Melalui implementasi pertanian terpadu yang mengintegrasikan pertanian, perikanan, dan peternakan, Generasi Z dapat mengambil peran aktif dalam menciptakan pertanian yang lebih berkelanjutan, efisien, dan ramah lingkungan. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ini, mereka tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas pertanian tetapi juga ikut serta dalam menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam.

10.3. Kelolalah Limbah Pertanian Sebagai Pupuk Organik

Pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan merupakan kunci utama dalam menjaga keberlanjutan planet kita. Salah satu aspek penting dalam mencapai pertanian yang berkelanjutan adalah pengelolaan limbah pertanian dengan bijak, yang dapat dikonversi menjadi pupuk organik. Generasi Z, yang semakin sadar akan tantangan lingkungan dan

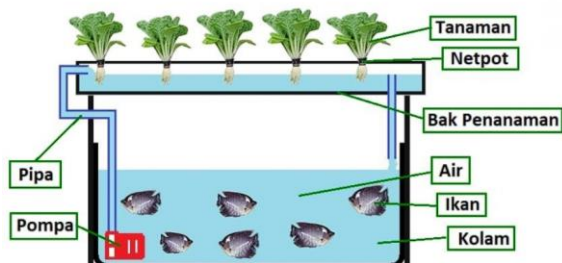
perubahan iklim, memiliki peran krusial dalam menerapkan praktik bercocok tanam ramah lingkungan. Dalam mengelola limbah pertanian sebagai pupuk organik, generasi Z dapat memberikan kontribusi signifikan dengan memahami praktik-praktik terbaik dan mengadopsi inovasi pengelolaan limbah pertanian yang berkelanjutan. Salah satu contoh inovasi yang dapat diterapkan dalam pengelolaan limbah pertanian adalah teknik kompos termmodern. Generasi Z dapat memahami pentingnya mendaur ulang sisa tanaman, jerami, dan bahan organik lainnya menjadi kompos yang berguna sebagai pupuk organik. Proses kompos modern ini melibatkan penggunaan mikroorganisme yang dikendalikan dengan cermat untuk mempercepat dekomposisi bahan organik. Selain itu, teknologi sensor dapat digunakan untuk memantau kondisi kompos, memastikan kualitasnya, dan menyesuaikan komposisi nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan menerapkan teknik kompos termmodern, generasi Z dapat memperoleh pupuk organik yang lebih efisien dan berkualitas tinggi untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Praktik pertanian tanpa penggunaan bahan kimia sintetis dapat menjadi salah satu tips utama bagi generasi Z yang ingin bercocok tanam secara ramah lingkungan. Penggunaan pestisida kimia dan pupuk sintetis telah menjadi penyebab utama kerusakan lingkungan dan penurunan kualitas tanah. Generasi Z dapat mengadopsi pendekatan organik dengan memilih metode pertanian yang mengandalkan pupuk organik, insektisida alami, dan teknik pengendalian hama

terintegrasi. Dengan demikian, mereka dapat menciptakan ekosistem pertanian yang seimbang, mengurangi risiko kontaminasi kimia, dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Seiring dengan hal tersebut, sistem pertanian terpadu menjadi inovasi yang sangat relevan dalam pengelolaan limbah pertanian. Integrasi antara sektor pertanian, perikanan, dan peternakan dapat menciptakan sistem yang saling mendukung dan berkelanjutan. Sebagai contoh, limbah dari peternakan dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman pertanian melalui proses pengomposan atau digester anaerobik. Hasil dari pertanian dan peternakan, seperti jerami dan kotoran ternak, juga dapat digunakan dalam sistem perikanan, memberikan nutrisi tambahan untuk ikan. Melalui penerapan sistem pertanian terpadu, generasi Z dapat mencapai efisiensi tinggi dalam pengelolaan limbah pertanian dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Aquaponics, sebuah sistem pertanian terintegrasi yang menggabungkan budidaya ikan dengan pertanian tanaman, juga dapat dijadikan contoh inovatif dalam pengelolaan limbah pertanian. Dalam sistem ini, air yang mengandung nutrisi dari kotoran ikan digunakan sebagai pupuk untuk tanaman, sedangkan tanaman membersihkan air sebelum kembali ke lingkungan ikan. Dengan demikian, aquaponics menciptakan siklus yang berkelanjutan di mana limbah organik menjadi sumber nutrisi untuk pertumbuhan tanaman, sementara air yang bersih kembali ke kolam ikan. Generasi Z dapat mengadopsi teknologi ini dalam skala kecil, seperti urban farming, atau dalam skala besar untuk

menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan efisien.



Gambar 14. Sistem *Aquaponics*
(Sumber: Nurarianti, 2121)

Selain inovasi teknologi, pendekatan tradisional seperti rotasi tanaman dan penanaman bersama juga dapat menjadi tips berharga bagi generasi Z yang ingin bercocok tanam secara ramah lingkungan. Rotasi tanaman membantu mencegah penurunan kesuburan tanah dan mengurangi risiko serangan hama dan penyakit tanaman. Penanaman bersama, di mana tanaman yang saling menguntungkan ditanam bersama-sama, dapat meningkatkan keberagaman hayati dan membantu mengendalikan hama secara alami. Dengan menggabungkan teknologi modern dan praktik tradisional, generasi Z dapat menciptakan sistem pertanian yang seimbang dan berkelanjutan. Penting juga bagi generasi Z untuk memahami konsep daur ulang dalam konteks pertanian. Limbah pertanian, seperti sisa panen atau ranting tanaman, dapat diolah kembali menjadi bahan bakar bio atau biomassa. Selain mengurangi limbah, penggunaan bahan bakar bio juga membantu mengurangi ketergantungan pada bahan

bakar fosil dan emisi gas rumah kaca. Dengan memahami dan menerapkan prinsip daur ulang dalam pertanian, generasi Z dapat mengurangi jejak lingkungan dari kegiatan pertanian mereka.

Pendidikan dan kesadaran masyarakat juga memegang peran kunci dalam kesuksesan pengelolaan limbah pertanian. Generasi Z dapat berkontribusi dengan berbagi pengetahuan mereka tentang praktik-praktik berkelanjutan, mengedukasi masyarakat sekitar tentang keberlanjutan, dan mendukung inisiatif lokal yang berfokus pada pengelolaan limbah pertanian. Dengan cara ini, generasi Z dapat menjadi pionir perubahan dalam menjaga keberlanjutan lingkungan dan menciptakan dunia pertanian yang lebih baik.

10.4. Pertimbangkan Sistem Polikultur atau Hidroponik Jila Lahan Sempit

Dalam menghadapi tantangan lahan sempit dan keinginan untuk berpartisipasi dalam pertanian berkelanjutan, generasi Z dapat mempertimbangkan antara sistem polikultur atau hidroponik. Sistem polikultur, yang melibatkan penanaman beberapa jenis tanaman secara bersamaan dalam satu lahan pada bentuk vertikal dan hidroponik, yang merupakan metode pertanian tanpa tanah yang menggunakan larutan nutrisi, masing-masing memiliki kelebihan dan tantangan sendiri. Pemilihan antara kedua sistem ini harus mempertimbangkan keadaan lahan, efisiensi penggunaan sumber daya, dan dampak lingkungan. Berikut adalah tips bercocok tanam ramah lingkungan dan contoh inovasi penerapan sistem polikultur atau

hidroponik untuk lahan sempit yang dapat diadopsi oleh generasi Z.

Sistem polikultur, dengan konsep menanam beberapa jenis tanaman yang saling mendukung dalam satu lahan, dapat menjadi pilihan yang tepat untuk lahan sempit. Salah satu tips utama adalah memilih kombinasi tanaman yang memiliki hubungan simbiotik, di mana satu tanaman dapat memberikan manfaat bagi yang lain. Generasi Z dapat menggabungkan konsep polikultur dengan praktik organik, menghindari penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang dapat merusak lingkungan.

Inovasi dalam penerapan sistem polikultur di lahan sempit dapat melibatkan konsep taman vertikal. Dengan menggunakan struktur vertikal seperti rak atau dinding yang dapat diisi dengan tanaman, generasi Z dapat memaksimalkan penggunaan ruang yang terbatas. Tanaman yang memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda dapat ditanam dalam lapisan yang berbeda, menciptakan ekosistem mikro yang seimbang. Taman vertikal ini tidak hanya menyediakan hasil tanaman yang beragam tetapi juga berkontribusi pada estetika lingkungan, meningkatkan kualitas udara, dan memberikan ruang bagi keanekaragaman hayati seperti serangga yang mendukung pertanian organik dan keanekaragaman hayati.



Gambar 15. Contoh Penerapan Vertikultur
(Sumber: Agrizine.id, 2020)

Di sisi lain, hidroponik, yang merupakan metode pertanian tanpa tanah yang menggunakan larutan nutrisi, menjadi alternatif menarik untuk lahan sempit. Tips penting dalam menerapkan hidroponik adalah memilih tanaman yang paling sesuai dengan sistem ini, seperti selada, bayam, atau tanaman berdaun hijau lainnya. Generasi Z dapat memanfaatkan ruang yang terbatas dengan menggabungkan sistem hidroponik vertikal. Dengan menggunakan piramida atau menara hidroponik, tanaman dapat ditanam secara bertingkat, mengoptimalkan penggunaan lahan vertikal. Hal ini tidak hanya efisien secara spasial tetapi juga dapat mengurangi penggunaan air karena air dalam sistem hidroponik dapat digunakan kembali (Lasmini et al., 2021).

Salah satu inovasi menarik dalam penerapan hidroponik pada lahan sempit adalah sistem hidroponik rumah kaca kecil. Dengan menggunakan kotak atau wadah yang dilengkapi dengan sistem hidroponik, generasi Z dapat menanam tanaman dalam rumah atau balkon mereka sendiri. Sistem ini dapat dikendalikan

secara otomatis menggunakan sensor dan kontrol otomatis, memastikan bahwa tanaman menerima jumlah air dan nutrisi yang tepat. Selain itu, penggunaan cahaya LED hemat energi dapat mendukung pertumbuhan tanaman dalam lingkungan tertutup seperti ini. Hidroponik rumah kaca kecil ini tidak hanya menyediakan hasil tanaman yang sehat tetapi juga memberikan pengalaman pertanian pribadi yang mendidik dan memuaskan.

Dalam memilih antara sistem polikultur atau hidroponik untuk lahan sempit, generasi Z juga perlu mempertimbangkan keberlanjutan dan dampak lingkungan dari masing-masing sistem. Sistem polikultur memiliki keuntungan dalam meminimalkan risiko terkait dengan satu tanaman tertentu dan meningkatkan keanekaragaman hayati. Di sisi lain, hidroponik dapat lebih efisien dalam penggunaan air dan nutrisi, serta menghasilkan hasil tanaman lebih cepat. Namun, penggunaan pupuk sebagai larutan nutrisi harus dikelola dengan bijaksana untuk memastikan keberlanjutan lingkungan.

Kolaborasi dan pertukaran pengetahuan antara generasi Z melalui platform online atau komunitas lokal dapat menjadi sumber inspirasi dan dukungan. Diskusi tentang pengalaman, tantangan, dan solusi dalam bercocok tanam di lahan sempit dapat membantu memperkaya pengetahuan dan keterampilan mereka dalam mengembangkan pertanian berkelanjutan. Dengan mempertimbangkan tips bercocok tanam ramah lingkungan dan menerapkan inovasi seperti sistem polikultur vertikal atau hidroponik rumah kaca kecil,

generasi Z dapat menjadi pelopor dalam menciptakan sistem pertanian yang efisien, berkelanjutan, dan dapat diadopsi dalam lingkungan perkotaan yang semakin padat. Dalam menghadapi tantangan masa depan, pilihan antara sistem polikultur dan hidroponik dapat membantu generasi Z untuk membentuk masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan, adaptif, dan ramah lingkungan.

10.5. Pertahankan Biodiversitas untuk Pencegahan

Hama, Penyakit Maupun Gulma Tanaman

Pertahankan biodiversitas dalam praktik bercocok tanam menjadi esensial untuk menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Generasi Z, yang semakin sadar akan tantangan lingkungan, dapat memainkan peran kunci dalam menjaga biodiversitas sebagai strategi pencegahan hama, penyakit, dan gulma tanaman. Dengan mengadopsi praktik-praktik berkelanjutan, mereka dapat menciptakan pertanian yang lebih seimbang dan ramah lingkungan. Berikut adalah beberapa tips dan contoh implementasi serta inovasi dalam mempertahankan biodiversitas untuk pencegahan hama, penyakit, dan gulma tanaman yang dapat diadopsi oleh generasi Z. Salah satu tips utama adalah memahami peran penting serangga dan organisme tanah dalam ekosistem pertanian. Generasi Z dapat memilih untuk menanam tanaman yang menarik serangga penyerbuk dan predator alami yang dapat membantu mengendalikan populasi hama tanaman. Contoh implementasi praktik ini adalah menanam

bunga berwarna-warni di sekitar ladang pertanian untuk menarik serangga penyerbuk seperti lebah dan kupu-kupu. Selain itu, membiarkan beberapa bagian tanah tetap tidak tertutup dapat memberikan tempat tinggal bagi serangga predator yang dapat mengendalikan hama tanaman secara alami.

Sebagai inovasi, penggunaan metode agroforestri atau penanaman pohon di sekitar ladang pertanian dapat meningkatkan biodiversitas secara signifikan. Pohon-pohon tersebut dapat berfungsi sebagai tempat berlindung bagi burung dan mamalia kecil yang merupakan predator alami hama tanaman. Dengan menciptakan ekosistem pertanian yang lebih kompleks, generasi Z dapat mencapai keseimbangan alami yang mengurangi tekanan dari hama dan penyakit tanaman.

Menggunakan varietas tanaman lokal yang memiliki adaptasi baik terhadap lingkungan setempat dapat menjadi tips yang sangat berharga. Varietas lokal cenderung lebih tahan terhadap hama dan penyakit tertentu karena telah berevolusi dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan tersebut. Generasi Z dapat memilih untuk mendukung pelestarian varietas lokal dan mengintegrasikannya ke dalam praktik bercocok tanam mereka. Hal ini tidak hanya membantu menjaga keberagaman genetik tetapi juga memperkuat resistensi tanaman terhadap hama dan penyakit.

Pemanfaatan tanaman penutup tanah adalah contoh dalam mempertahankan biodiversitas dan mencegah pertumbuhan gulma. Generasi Z dapat memilih tanaman penutup tanah yang tumbuh rendah dan menutupi permukaan tanah, mencegah sinar

matahari mencapai gulma dan menghambat pertumbuhannya. Misalnya, tanaman seperti semak rendah atau tanaman penutup tanah yang dapat diolah menjadi pupuk hijau dapat membantu mengurangi persaingan dengan gulma, mengurangi kebutuhan untuk herbisida sintesis yang berbahaya. Pembentukan koridor ekologis di sekitar ladang pertanian dapat menjadi langkah penting dalam mempertahankan biodiversitas. Koridor ini dapat berupa area tanaman liar, semak, atau bahkan sungai kecil yang berfungsi sebagai jalur migrasi dan habitat bagi berbagai spesies. Dengan menyediakan ruang bagi kehidupan liar, generasi Z dapat menciptakan koridor ekologis yang meningkatkan keberagaman hayati di sekitar ladang pertanian, termasuk pembawa predator alami yang dapat membantu mengendalikan hama.

Penting juga untuk memahami dan menghargai keberagaman hayati tanah. Generasi Z dapat mempraktikkan rotasi tanaman dan tanaman penutup tanah untuk menjaga keberagaman mikroorganisme tanah yang esensial untuk kesehatan tanah. Dengan menjaga keberagaman mikroorganisme tanah, mereka dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang dapat merusak lingkungan. Memanfaatkan teknologi informasi dan kecerdasan buatan juga dapat menjadi inovasi yang mendukung pelestarian biodiversitas. Penggunaan sensor dan pemantauan satelit dapat membantu dalam pemantauan kondisi pertanian secara real-time. Generasi Z dapat menggunakan data ini untuk membuat keputusan yang lebih cerdas tentang

penggunaan air, pupuk, dan pestisida. Dengan demikian, mereka dapat mengoptimalkan produktivitas tanaman mereka sambil meminimalkan dampak negatif pada lingkungan.

Generasi Z juga dapat memanfaatkan teknologi digital untuk berbagi informasi dan mendukung inisiatif pelestarian biodiversitas. Platform online, aplikasi mobile, atau jejaring sosial dapat digunakan untuk membentuk komunitas yang berbagi pengetahuan dan pengalaman dalam praktik pertanian berkelanjutan. Dengan berkolaborasi secara digital, mereka dapat memperoleh wawasan baru dan mempercepat adopsi praktik-praktik berkelanjutan di seluruh dunia. Sebagai contoh nyata, konsep pertanian polikultur yang menggabungkan beberapa jenis tanaman secara bersamaan dapat dianggap sebagai inovasi yang mendukung biodiversitas. Dalam pertanian polikultur, tanaman yang berbeda ditanam bersama-sama untuk menciptakan hubungan simbiotik, meningkatkan keseimbangan ekosistem, dan mengurangi risiko serangan hama dan penyakit. Generasi Z dapat menciptakan pertanian polikultur yang kreatif dengan mengintegrasikan tanaman sayuran, buah-buahan, dan rempah-rempah dalam satu lahan.

10.6. Panen dan Olahlah Hasil Pertanian Dengan Tepat

Panen dan pengelolaan hasil pertanian dengan tepat adalah aspek penting dalam menjaga keberlanjutan dan efisiensi sistem pertanian. Generasi Z, yang semakin peduli terhadap lingkungan, dapat

memainkan peran kunci dalam memastikan bahwa proses panen dan pengelolaan hasil pertanian dilakukan dengan cara yang ramah lingkungan. Berikut adalah beberapa tips dan contoh implementasi serta inovasi dalam panen dan pengelolaan hasil pertanian dengan tepat yang dapat diadopsi oleh generasi Z. Salah satu tips utama adalah memahami siklus pertumbuhan tanaman dan menentukan waktu panen yang optimal. Generasi Z dapat mempelajari dan memahami fase pertumbuhan tanaman yang paling sesuai untuk panen guna memaksimalkan hasil tanaman. Menentukan waktu panen yang tepat dapat membantu mengurangi kerugian hasil akibat overripe atau underripe, sehingga meminimalkan limbah dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

Contoh implementasi dari praktik ini adalah penerapan teknologi sensor dan pemantauan lahan. Generasi Z dapat menggunakan sensor untuk memantau kondisi tanaman secara *real-time*, seperti tingkat kelembaban tanah, suhu udara, dan tingkat kematangan buah. Dengan data yang akurat, mereka dapat menentukan waktu panen yang optimal untuk mendapatkan hasil terbaik. Teknologi ini juga dapat membantu mengurangi penggunaan air dan pupuk yang berlebihan. Penting juga untuk memilih metode panen yang sesuai dengan jenis tanaman dan kondisi lingkungan setempat. Generasi Z dapat mempertimbangkan metode panen manual atau mekanis tergantung pada skala pertanian dan jenis tanaman yang ditanam. Penerapan teknologi robotika dalam panen juga dapat menjadi inovasi yang

membantu meningkatkan efisiensi, mengurangi kerugian hasil, dan meminimalkan dampak lingkungan.



Gambar 16. Implementasi Pemanenan Menggunakan Robot
(Sumber: Automate.org, 2019)

Pemanfaatan teknologi informasi dalam pengelolaan inventaris dan rantai pasokan hasil pertanian juga dapat membantu generasi Z dalam melakukan panen dan pengelolaan yang lebih efisien. Aplikasi atau perangkat lunak manajemen pertanian dapat membantu mereka melacak jumlah stok, memantau keberlanjutan persediaan, dan merencanakan distribusi hasil pertanian (Juriana et al., 2023). Dengan mengoptimalkan rantai pasokan, mereka dapat mengurangi limbah dan meningkatkan ketersediaan hasil pertanian secara keseluruhan.

Dalam hal pengelolaan hasil pertanian, generasi Z dapat mempertimbangkan metode penyimpanan yang ramah lingkungan. Misalnya, penggunaan kemasan yang dapat didaur ulang atau dapat terurai secara alami dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dari

limbah plastik. Selain itu, generasi Z dapat memilih metode penyimpanan yang mempertahankan kesegaran hasil pertanian tanpa bergantung pada bahan kimia pengawet yang merugikan lingkungan. Contoh implementasi dari praktik ini adalah pengembangan teknologi penyimpanan yang inovatif. Dengan menggunakan sistem kontrol suhu dan kelembaban yang canggih, generasi Z dapat menciptakan ruang penyimpanan yang mempertahankan kualitas hasil pertanian tanpa perlu menggunakan bahan pengawet kimia. Ini tidak hanya mendukung keberlanjutan, tetapi juga memastikan bahwa konsumen mendapatkan produk yang lebih segar dan lebih bergizi.

Pengembangan pasar lokal dan jaringan distribusi yang pendek dapat menjadi strategi penting dalam pengelolaan hasil pertanian. Generasi Z dapat mempromosikan konsep pasar langsung antara petani dan konsumen, mengurangi ketergantungan pada rantai pasokan global yang panjang. Pilihan ini tidak hanya mendukung pertanian lokal tetapi juga mengurangi dampak lingkungan akibat transportasi dan pengemasan yang berlebihan. Inovasi dalam pemasaran dan promosi hasil pertanian juga dapat memberikan nilai tambah bagi generasi Z. Misalnya, penggunaan media sosial atau platform e-commerce dapat membantu mereka mencapai pasar yang lebih luas dan mendidik konsumen tentang pentingnya dukungan terhadap pertanian berkelanjutan. Dengan membangun merek yang terkait dengan nilai-nilai keberlanjutan, mereka dapat meningkatkan minat konsumen untuk memilih produk yang ramah lingkungan.

Dalam upaya meminimalkan limbah hasil pertanian, generasi Z dapat mempertimbangkan penggunaan teknologi pengolahan limbah organik. Proses daur ulang limbah pertanian, seperti sisa tanaman atau limbah organik lainnya, dapat menghasilkan pupuk organik yang dapat digunakan kembali dalam pertanian. Ini tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga mendukung pertanian berkelanjutan dengan meminimalkan ketergantungan pada pupuk kimia. Generasi Z dapat menggagas sistem pertanian tertutup atau sirkuler. Dalam sistem ini, limbah organik dari pertanian digunakan kembali sebagai sumber daya untuk produksi pertanian selanjutnya. Misalnya, kompos hasil dari limbah tanaman dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman baru. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ekonomi sirkular, mereka dapat menciptakan pertanian yang lebih berkelanjutan dan berdaya tahan.

Penting untuk generasi Z juga memahami pentingnya diversifikasi dalam pengelolaan hasil pertanian. Mendorong pertanian multikomoditas atau multi-jenis tanaman dapat membantu mengurangi risiko terhadap fluktuasi pasar dan dampak lingkungan yang berlebihan dari monokultur. Praktik ini juga dapat meningkatkan keseimbangan ekosistem dan memperkaya keanekaragaman hayati. Contoh implementasi dari praktik diversifikasi ini adalah menciptakan kebun beragam yang menggabungkan berbagai jenis tanaman buah, sayuran, dan tanaman rempah-rempah. Dengan menciptakan lingkungan pertanian yang lebih kompleks, generasi Z dapat

mencapai keseimbangan alami dalam kontrol hama dan penyakit tanaman, mengurangi kebutuhan akan pestisida kimia.

Melalui implementasi tips dan inovasi dalam panen dan pengelolaan hasil pertanian dengan tepat, generasi Z dapat membentuk masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan memahami siklus pertumbuhan tanaman, memanfaatkan teknologi informasi, mengembangkan metode penyimpanan yang ramah lingkungan, dan mempromosikan diversifikasi pertanian, mereka dapat menciptakan sistem pertanian yang efisien, produktif, dan berkelanjutan untuk generasi yang akan datang.

BAB 11

Kisah Inspiratif Petani Muda dalam Pertanian Ramah Lingkungan

Generasi Z di Indonesia telah menunjukkan inspirasi luar biasa dalam mewujudkan pertanian yang ramah lingkungan. Salah satu contoh yang menginspirasi adalah kisah seorang remaja asal Bali yang bernama Ananda Putra. Ananda memilih untuk menerapkan konsep pertanian organik di lahan keluarganya, menggantikan metode konvensional yang menggunakan pestisida dan pupuk kimia. Dengan semangatnya yang gigih, Ananda menanam berbagai jenis tanaman organik, mempraktikkan polikultur untuk memaksimalkan keanekaragaman tanaman, dan bahkan mengintegrasikan teknologi untuk memantau kondisi tanaman secara real-time. Keputusan Ananda untuk mengembangkan pertanian ramah lingkungan telah memberikan dampak positif tidak hanya bagi keluarganya tetapi juga bagi komunitas sekitar, menjadi teladan bagi generasi Z lainnya untuk berkontribusi dalam membangun pertanian yang berkelanjutan.

11.1. Kisah Petani Muda Yang Sukses Bertani Organik

Ikhsanudin, seorang pemuda asal Magelang, memutuskan untuk melibatkan dirinya dalam dunia pertanian, suatu bidang yang sering dianggap kurang diminati oleh anak muda. Cerita suksesnya sebagai petani stroberi organik memberikan inspirasi bahwa pertanian bukan hanya pekerjaan tradisional, tetapi juga

memiliki potensi besar untuk memberikan keuntungan finansial dan memberdayakan komunitas lokal.



Gambar 17. Ikhsanudin Petani Muda yang Sukses dalam Pertanian Organik Stroberi (Sumber: Okezone.com)

Sebelum memasuki dunia pertanian, Ikhsanudin menjalankan bisnis bimbingan belajar di kampung halamannya selama empat tahun setelah lulus kuliah. Meskipun telah mencapai kesuksesan dalam bisnis tersebut, hatinya tertarik pada sektor pertanian. Keputusannya untuk beralih ke pertanian tidak tanpa hambatan, terutama karena pandangan masyarakat yang merendahkan dan penentangan dari kedua orang tuanya yang bermimpi agar Ikhsanudin bekerja di kantoran setelah meraih gelar sarjana. Tekad dan keyakinannya terhadap potensi pertanian untuk mengurangi pengangguran di daerahnya membawa Ikhsanudin menempuh perjalanan baru sebagai petani.

Menerima cibiran dan celaan dari masyarakat karena memilih menjadi petani meskipun berstatus sarjana, Ikhsanudin tidak menyerah. Sebaliknya, ia

memilih membuktikan bahwa pertanian dapat menjadi pekerjaan yang dijalankan secara profesional dan modern, meskipun masih tergolong sederhana. Ia menunjukkan bahwa anak muda seharusnya menjadi penggerak ekonomi, bukan tambahan beban negara dengan menjadi penganggur.

Saat memulai karirnya sebagai petani stroberi, Ikhsanudin tidak memiliki greenhouse. Namun, dengan tekad dan dedikasinya, ia berhasil mengumpulkan dana dan membangun greenhouse. Keputusannya untuk mengintegrasikan teknologi dalam pertaniannya membuatnya menjadi sorotan di masyarakat. Greenhouse yang dibangunnya menandakan langkah maju dalam pertanian modern dan memberikan dampak positif terhadap manajemen lahan dan kualitas produk. Selain memiliki manajemen kebun dan strategi pemasaran yang baik, pertanian stroberi milik Ikhsanudin juga menonjolkan riset dan pengembangan. Adanya penelitian dan pengembangan ini menghasilkan stroberi dengan kualitas premium yang konsisten. Hal ini tidak hanya mendukung keberlanjutan usahanya tetapi juga memperkuat citra produknya di pasaran.

Pentingnya aspek pemasaran dalam usaha pertaniannya juga tidak bisa diabaikan. Ikhsanudin berhasil membangun jaringan *Reseller* di tiga kota besar, Yogyakarta, Semarang, dan Solo. Dengan begitu, produknya dapat diperoleh oleh masyarakat di berbagai wilayah, memperluas dampak positif dari usahanya. Jenis stroberi yang dikembangkan oleh Ikhsanudin, yaitu stroberi California, memiliki keunggulan dalam

bentuk yang besar dan tingkat kemanisan yang baik. Selain itu, waktu tanam sampai panen yang relatif singkat, berkisar antara 50-60 hari, menjadikan jenis stroberi ini sangat cocok untuk pertanian yang efisien dan menguntungkan.

Keberhasilan Ikhsanudin dalam bisnis pertanian stroberi organiknya tidak hanya membuktikan bahwa pertanian adalah pekerjaan yang berpotensi menguntungkan, tetapi juga menginspirasi generasi muda lainnya untuk melihat pertanian sebagai pilihan karir yang menarik. Dengan memadukan teknologi, manajemen yang baik, dan semangat untuk berinovasi, Ikhsanudin telah menciptakan contoh nyata bahwa pertanian modern dapat menjadi solusi dalam menghadapi tantangan ekonomi dan sosial di tingkat lokal.

11.2. Kisah Pengusaha Muda yang Mengembangkan Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan

Ketika pandemi Covid-19 melanda, sektor pariwisata Bali, yang merupakan salah satu pilar ekonomi utama, turut mengalami keterpurukan yang signifikan. Dampaknya terasa hingga ke masyarakat lokal, khususnya pemuda yang kehilangan pekerjaan akibat anjloknya sektor pariwisata. Mereka yang sebelumnya bergantung pada industri pariwisata terpaksa kembali ke kampung halaman mereka di Desa Goblek, Buleleng. Di tengah keterbatasan pekerjaan, opsi menjadi petani muncul sebagai alternatif yang nyaris tidak terelakkan. Sebanyak 20 pemuda dari Desa Goblek, yang terkena dampak langsung dari penurunan

sektor pariwisata, tidak tinggal diam. Mereka bersatu dan membentuk komunitas bernama Petani Muda Keren (PMK), dengan tekad untuk membuktikan bahwa pertanian bukan hanya pekerjaan konvensional tetapi juga dapat menjadi ladang inovasi dan kemajuan. Pendiri PMK, Anak Agung Gede Agung Wedhatama, bercerita bahwa ide untuk menciptakan sistem "smart farming" atau "bertani cerdas" muncul sebagai respons terhadap tantangan biaya yang tinggi dalam pertanian tradisional, termasuk boros air, biaya tenaga kerja yang mahal, dan pemborosan waktu.

Mereka memutuskan untuk memadukan pertanian dengan teknologi modern, menghasilkan sistem pertanian cerdas yang mengintegrasikan alat-alat elektronik berbasis digital dan "Internet of Things" (IoT). Menurut Anak Agung Gede Agung Wedhatama, sistem ini tidak hanya memudahkan petani dalam mengelola kebun mereka, tetapi juga memberikan solusi terhadap masalah-masalah klasik yang sering dihadapi dalam pertanian. Sistem "smart farming" PMK menggunakan berbagai sensor elektronik, seperti sensor kelembaban tanah, sensor PH tanah, sensor hujan, dan sensor udara yang mencakup temperatur, kelembaban, tekanan, serta ketinggian lokasi kebun. Alat-alat ini terkoneksi dengan aplikasi telepon genggam, memungkinkan petani untuk memantau dan mengendalikan kondisi kebun mereka tanpa harus berada di lokasi secara fisik.

Investasi senilai Rp20 juta per unit untuk sistem ini membuktikan nilainya. Petani PMK yang memiliki lahan pertanian hortikultura dengan luas bervariasi antara 1.000 hingga 3.000 meter persegi menggunakan

sistem ini sejak 2021. Keunggulan sistem ini mencakup efisiensi penyiraman tanaman yang hanya membutuhkan waktu 15 menit secara merata, dibandingkan dengan cara tradisional yang memakan waktu hingga delapan jam. Selain itu, dalam penanggulangan hama, sistem yang menggunakan panel surya dan baterai penyimpanan listrik ini memberikan penerangan lampu malam hari untuk menarik serangga secara alami, mengurangi ketergantungan pada pestisida. Waktu bercocok tanam juga menjadi lebih terencana dan efisien, dengan informasi yang diberikan oleh teknologi tersebut kepada petani untuk menentukan rotasi tanaman yang optimal sesuai dengan kondisi lingkungan.

Hasilnya, pertanian cerdas ini mampu mencapai efisiensi biaya hingga 70%. Sebagai contoh, tanaman cabai merah besar dengan 1.600 pohon di lahan 1.000 meter persegi dapat menghasilkan panen sekitar tiga ton, dibandingkan dengan hasil dua ton jika menggunakan metode tradisional. Perawatan terpadu dari hulu hingga hilir melalui sistem pertanian cerdas menghasilkan hasil panen yang maksimal.

Meski teknologi membantu dalam banyak aspek, beberapa pekerjaan tetap memerlukan sentuhan manusia, seperti penyiapan lahan, pengolahan tanah, pembibitan, dan saat memanen. Komunitas PMK dengan tekun melibatkan diri dalam pekerjaan tersebut, menunjukkan bahwa teknologi dapat menjadi alat bantu yang mendukung, bukan menggantikan, peran manusia dalam pertanian. Tidak hanya fokus pada usaha pertanian mereka sendiri, komunitas PMK juga aktif

dalam memberikan pelatihan pertanian cerdas berbasis teknologi melalui Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) Petani Muda Keren di bawah naungan Kementerian Pertanian RI. Inisiatif ini bertujuan untuk berbagi pengetahuan dan keterampilan dengan petani-petani lain, menciptakan efek berantai yang positif di komunitas agraris.

Sistem pertanian cerdas yang dikembangkan oleh PMK juga membuka peluang baru. Mereka berpotensi menjadi destinasi agrowisata yang menarik, menunjukkan kepada pengunjung bagaimana teknologi dapat diterapkan dalam pertanian modern. Inovasi mereka menjadi contoh nyata bagaimana generasi muda dapat menciptakan perubahan positif dalam menghadapi tantangan ekonomi dan sosial, seperti yang dihadapi selama pandemi Covid-19. Dengan tekad, kreativitas, dan semangat berinovasi, komunitas Petani Muda Keren telah membuktikan bahwa pertanian tidak hanya bisa bertahan, tetapi juga berkembang melalui penerapan teknologi yang cerdas. Kisah mereka menjadi inspirasi bagi generasi muda lainnya untuk melihat pertanian bukan hanya sebagai pekerjaan, tetapi juga sebagai panggung untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan dan mendukung pertumbuhan ekonomi lokal.

Daftar Pustaka

- Adhitya, F., Rusdiana, O., & Saleh, M. B. (2017). Penentuan Jenis Tumbuhan Lokal dalam Upaya Mitigasi Longsor Dan Teknik Budidayanya Pada Areal Rawan Longsor Di KPH Lawu Ds: Studi Kasus Di Rph Cepoko. *Journal of Tropical Silviculture*, 8(1), 9–19. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.1.9-19>
- Adnyana, G. M. (2012). Mekanisme Penambatan Nitrogen Udara oleh Bakteri Rhizobium Menginspirasi Perkembangan Teknologi Pemupukan Organik yang. *Agrotrop*, 2(2), 145–149.
- Afifah, F. N., & Retnaningrum, E. (2023). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Dekontaminasi Logam Berat Timbal (Pb) dari Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) Piyungan , Bantul , Yogyakarta Isolation and Identification of Lead Metal (Pb) Decontamination Bacteria from The Integrated Waste Ma. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(3), 126–133.
- Agrizine.id. (2020). Mengenal Metode Hidroponik Vertical Farming atau Vertikultur. Redaksi Agrizine. <https://agrozine.id/mengenal-metode-hidroponik-vertical-farming-atau-vertikultur/>
- Agus, F. (2013). Konservasi Tanah Dan Karbon Untuk Mitigasi Perubahan Iklim Mendukung Keberlanjutan Pembangunan Pertanian. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 6(Maret 2013), 23–33.
- Ahyuni, Id., Dulbari, Saputra, H., Budiarti, L., & Sari, M.

- F. (2021). Dampak Aplikasi Mulsa terhadap Dominasi dan Pertumbuhan Gulma pada Edamame. *Jurnal Daun*, 8(1), 6.
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74(1-3), 19-31. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- Ansiska, P., Windari, E. H., & Sari, I. M. (2021). Rekomendasi Pembangunan Perkebunan Kopi Masyarakat Sindang Melalui Kajian Ethnoagriculture. *Agriculture*, 15(1), 70-79. <https://doi.org/10.36085/agrotek.v15i1.1297>
- Automate.org. (2019). Agricultural Robots: The Future of Job Creation. Automate.Org. <https://www.automate.org/blogs/agricultural-robots-the-future-of-job-creation>
- Azmi, T. M. U., Oktorini, Y., & Yoza, D. (2018). Efektivitas Reboisasi terhadap Kualitas Air Siak di Desa Maredan Kecamatan Tualang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan*, 2(1), 9-14.
- Barrington, K., Chopin, T., & Robinson, S. (2009). Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine temperate waters. *Integrated Mariculture - A Global Review - FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N0. 529*, January 2009, 7-46. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00469-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00469-1)
- Caviedes, J., Ibarra, J. T., Calvet-Mir, L., & Junqueira, A. B. (2023). "Listen to us": small-scale farmers' understandings of social-ecological changes and their drivers in Important Agricultural Heritage Systems. *Regional Environmental Change*, 23(4), 1-

14. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02145-9>
- Dewanti, L. P., Apriliani¹, I. M., Herawati², H., Rizal, A., & Rostika, R. (2013). Prinsip Penangkapan Ikan Ramah Lingkungan Kepada Kelompok Nelayan Dalam Upaya Perikanan Berkelanjutan Di Kabupaten Pangandaran. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. http://repositori.kemdikbud.go.id/1234/1/Juknis-APE-Tahun-2016_edit-final-terkini-27_06_2016.pdf
- Dewi, N. N. A. S., Aristawati, N. P. W., Sriani, N. M., Astini, N. P. T., & Mitariani, N. W. E. (2023). Meningkatkan literasi digital bagi generasi z untuk mewujudkan generasi emas. *Prosiding Pekan Ilmiah Pelajar*, 1–11.
- Duaja, W. (2012). Pengaruh Pupuk Urea, Pupuk Organik Padat dan Cair Kotoran Ayam Terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Selada Keriting di Tanah Inceptisol. *Bioplantae*, 1(4), 236–246.
- Efendi, E. (2016). Implementasi Sistem Pertanian Berkelanjutan dalam Mendukung Produksi Pertanian. *Jurnal Warta*, 47, 1689–1699.
- Febriani, Z., & Hafsar, K. (2020). Dampak Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan Terhadap Hasil Tangkapan Nelayan Pulau Mapur Kabupaten Bintan Zola. *Jurnal Maritim*, 1(2), 68–73.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). Evaluasi Efisiensi Penggunaan Air dalam Pertanian Berbasis Teknologi Irigasi Modern.
- Hidayat, A., Badaruddin, & Yamani, A. (2019). Analisis laja dan besarnya volume infiltrasi padan berbagai tutulan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS)

- Maluka. *Jurnal Sylva Scientiae*, 2(5), 785–791.
- Hidayat, D. (2019). Efektivitas Pengembangan Fungsi Saluran Irigasi Oleh Bidang Pengelolaan Sumber Daya Air Pekerjaan Umum, Tata Ruang, Perumahan Rakyat dan Kawasan Pemukiman Di Desa Cibenda Kecamatan Parigi Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Moderat*, 5(4), 431–448.
- Hidayati, N., & Soeprbowati, T. R. (2017). Sustainable Agriculture in Water Catchment Area of Rawapening Lake. *Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 126–130.
- Husain, K. (2023). Konsep Pemberdayaan Masyarakat Menuju Ketahanan Pangan Berbasis Pertanian Ramah Lingkungan Desa Bontomanurung Kabupaten Maros. *Sosioreligius*, VIII(1), 15–36.
- Jawad, H. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, A. M., & Ismail, M. (2017). Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture: A review. *Sensors (Switzerland)*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/s17081781>
- Juriana, E., Ong, T., & Vanders, W. (2023). Penerapan Manajemen Proyek Pada Inovasi Produk “Pupuk Tulang Organik (Pulang).” *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 43(4), 342–346.
- Kaltimfaktual.co. (2023). Pemprov Klaim 1.411 Petani di Kaltim Sudah Terapkan Pertanian Presisi. *Kaltimfaktual.Co*. <https://kaltimfaktual.co/pemprov-klaim-1-411-petani-di-kaltim-sudah-terapkan-pertanian-presisi/>
- Kamakaula, Y. (2023). Optimasi Pertanian Berkelanjutan: Pengabdian Masyarakat Untuk

- Peningkatan Produktivitas Dan Kesejahteraan Petani Lokal. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(6), 11463–11471.
- Khairunnisak, K., Devianti, D., & Mustafiril, M. (2017). Kajian Aplikasi Alat Penyiraman Otomatis dengan Sistem Irigasi Tetes Berbasis Perubahan Kadar Air Tanah pada Tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 2(3), 294–307. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v2i3.3709>
- Kompasiana.com. (2019). “Nyabuk Gunung”, Budaya Memuliakan Tanah dan Menekan Erosi. *Kompasiana.Com*.
- Kuspriyanto. (2015). Upaya Konservasi Keanekaragaman Hayati di Kawasan Lindung Indonesia. *Metafora: Education, Social Sciences and Humanities Journal*, 1(4), 134–142.
- Lasmini, L., Fadilah, F., Suyeti, Yulianto, U. D., Fitria, W., Suhendar, Nandang, M., Adnani, W. M., & Sunarya, S. N. (2021). Penerapan Sistem Hidroponik Untuk Lahan Perkebunan Di Desa Cibalongsari. *Jurnal Buana Pengabdian*, 3(2), 112–121. <https://doi.org/10.36805/jurnalbuanapengabdian.v3i2.1975>
- Lewokeda, A. (2019). Embung untuk Sumba Timur. *Antaraneews*. <https://kupang.antaraneews.com/berita/21872/embung-untuk-sumba-timur>
- Mahendra Paksi Panji Tetuko, & Rahayu Subekti. (2022). Implementasi Program Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Domestik Di Kelurahan Danukusuman Kota Surakarta. *Jurnal Komunitas Yustisia*, 5(3),

- 330–342. <https://doi.org/10.23887/jatayu.v5i3.55432>
- Marpaung, P. H., Siburian, F., & Nainggolan, L. P. (2022). ANALISIS YANG MEMPENGARUHI ROTASI TANAMAN ERCIS (*Pisum sativum* L) KE TANAMAN WORTEL (*Daucus carota* L) KECAMATAN DOLAT RAYA, KABUPATEN KARO. *Jurnal Agroteknosains*, 6(1), 81. <https://doi.org/10.36764/ja.v6i1.757>
- Maturbongs, Y. H. (2023). Generasi Z: Tantangan & Harapan di Era Digital. *TarFomedia*, 4(2), 15–20.
- Meliala, S. B. P. S., Setiyono, Farisi, O. A., & Pamungkas, A. P. (2022). Respon Pertumbuhan Bibit Tembakau Dengan Aplikasi Pupuk Organik Cair. *Jurnal Biosense*, 05(2), 87–99.
- Mulyani, C. (2016). Efektifitas Insektisida Nabati Pada Padi (*Oryza Sativa*, L) Yang Disimpan Terhadap Hama Bubuk Padi (*Sitophilus oryzae*, L). *GROSAMUDRA, Jurnal Penelitian*, 3(2356–0495), 10–16.
- Nofrizal, ., Jhonnerie, R., Yani, A. H., & Alfin, . (2018). Hasil Tangkapan Sampingan (Bycatch Dan Discard) Pada Alat Tangkap Gombang (Filter Net) Sebagai Ancaman Bagi Kelestarian Sumberdaya Perikanan. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 9(2), 221–233. <https://doi.org/10.29244/jmf.9.2.221-233>
- Nurarianti, E. R. (2121). “Aku Pisan”, Akuaponik Ikan dan Sayuran, Program Pemberdayaan Pemuda Desa Kadondong. *Kompasiana.Com*. <https://www.kompasiana.com/eritan/6179548bdfa97e3eab213b83/aku-pisan-akuaponik-ikan-dan->

- sayuran-program-pemberdayaan-pemuda-desa-kadondong-kecamatan-banjarwangi-garut
- Nurdianti, S. (2020). Melirik Kearifan Lokal Sebagai Kunci Pengelolaan Ekosistem Rawa Gambut Di Kalimantan Selatan. Jejakrekam.
- Nusabali.com. (2017). Debit Air dan Kokokan Hantui Rencana Mina Padi di Bangli. Nusabali.Com. <https://www.nusabali.com/berita/10119/debit-air-dan-kokokan-hantui-rencana-mina-padi-di-bangli>
- Permata. (2015). Tumpangsari Jagung dengan Kedelai dalam Sistem Tanam Legowo. Jogjabenih.Jogjaprovo.Go,Id. <https://jogjabenih.jogjaprovo.go.id/read/6162db23f998559f6904f6bf927b494bdd11e4814ab2f67576051c09a0a44f053101>
- Porosbumi.or.id. (2017). Sumut akan Kembangkan Kedelai dengan Sistem Tumpang Sari. Porosbumi.Pandutani.or.Id. <https://porosbumi.pandutani.or.id/web/berita/detail/2887Sumut-akan-Kembangkan-Kedelai-dengan-Sistem-Tumpang-Sari>
- Pratama, R. A. (2022). Sumsel Maksimalkan Pemanfaatan Lahan Gambut untuk Pertanian. Gutra.Com.
- Prihatin, R. B. (2016). Alih Fungsi Lahan Di Perkotaan (Studi Kasus Di Kota Bandung Dan Yogyakarta). Jurnal Aspirasi, 6(2), 105–118. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v6i2.507>
- Rauf, A., Rahmawaty, & Said, D. B. (2013). Sistem Pertanian Terpadu Di Lahan Pekarangan Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan Dan

- Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Online Pertanian Tropika*, 1(1), 9–20.
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah. 1(1).
- Sakitri, G. (2021). Selamat Datang Gen Z , Sang Penggerak Inovasi. *Forum Manajemen Prasetiya Mulya*, 35(2), 1–10.
- Santoro, A., Venturi, M., Bertani, R., & Agnoletti, M. (2020). A review of the role of forests and agroforestry systems in the fao globally important agricultural heritage systems (GIAHS) programme. *Forests*, 11(8), 1–21. <https://doi.org/10.3390/F11080860>
- Sawitri, D. R. (2018). Perkembangan Karier Generasi Z: Tantangan dan Strategi dalam Mewujudkan SDM Indonesia yang Unggul. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 3, Issue 1). <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Suheri, H., Jaya, K. D., & Kusumo, B. H. (2021). Pengelolaan Tanaman Penutup Tanah untuk Meningkatkan Produksi Jagung Manis Di Lahan Kering Vertisol Lombok. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 117–125. <https://doi.org/10.29303/jstl.v0i0.267>
- Syamsiyah, J., Herdiyansyah, G., Hartati, S., Suntoro, S., Widijanto, H., Larasati, I., & Aisyah, N. (2023). Pengaruh Substitusi Pupuk Kimia Dengan Pupuk Organik Terhadap Sifat Kimia Dan Produktivitas Jagung Di Alfisol Jumantono. *Jurnal Tanah Dan*

- Sumberdaya Lahan, 10(1), 57–64.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.6>
- Syamsuddin, R., & Isyanita. (2022). Indonesia Menuju Akuakultur Berkelanjutan Indonesia. Prosiding Simposium Nasional IX Kelautan Dan Perikanan, 1–14.
- Thridyanwati, N. S., Suharjono, & Yulianti, T. (2013). Pengaruh Rotasi tanaman dan agen pengendali hayati terhadap nematoda parasit tanaman. *Jurnal Biotropika*, 1(5), 211–215.
- Tobari. (2022). No PTPN XI Fokus Program Tumpangsari Tebu dan Kedelai. *Infopublik.Id*.
- Tono, T. (2022). Pertanian Berbasis Ramah Lingkungan: Meningkatkan Produktivis Dan Mengurangi Biaya. *Al-Iqtishad*, 14(1), 51–65.
<https://doi.org/10.30863/aliqitishad.v14i1.2983>
- Uswaun, N., Nanik, S., & Wuri, P. (2021). Teknologi Pembuatan Pupuk Organik Limbah Pertanian Di Kelompok Tani Wanita (KWT) Perintis 2 Kota Bengkulu. *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 822–827. <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/martabe/article/view/3949>
- Utomo, S. W., Sulistyowati, L., & Yulianto, G. (2015). Teori dan Konsep Sistem Manajemen Lingkungan. Modul 1, 1–39. <https://pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/MSLK5202-M1.pdf>
- Wiwiranto. (2022). ASPPUK, ALPEN dan Komunitas Teras Gelar Pelatihan Inovasi Usaha Pertanian Menggunakan Tankos. *Asppuk*.
<https://asppuk.or.id/2022/09/asppuk-alpen-dan-komunitas-teras-gelar-pelatihan-inovasi-usaha->

- pertanian-menggunakan-tankos/
Yulianto. (2022). Jadi Show Window, Inilah Ketentuan Integrated Farming. *Tabloidsinartani.Com*.
- Yuriansyah, Y., Dulbari, D., Sutrisno, H., & Maksum, A. (2020). Pertanian Organik sebagai Salah Satu Konsep Pertanian Berkelanjutan. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 127–132.
<https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v5i2.1033>
- Zaitun, Z., Zulfahrizal, Z., & Susanti, E. (2021). Penyuluhan Teknologi Irigasi Tetes Guna Meningkatkan Produktifitas Cabai Di Desa Ie Suum Kecamatan Masjid Raya Aceh Besar. *Dharmakarya*, 10(4), 363.
<https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v10i4.34823>

Biodata Penulis



Selviana Anggraini, SP., MP lahir 12 Mei 1991 di Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat. Penulis menamatkan pendidikan di SD Negeri 13 Bukit Kaciak, MTs Negeri Punggasan, dan SMAN 01 Linggo Sari Baganti. Jenjang pendidikan S1 di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas

Pertanian Universitas Andalas (2009-2014). Selanjutnya melanjutkan Pendidikan pada Program Magister di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas (2014-2017) melalui jalur Beasiswa Program Magister Wisudawan Terbaik oleh Rektor Universitas Andalas Tahun 2014. Saat ini penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Ilmu Tanaman dan Hewani Universitas Bina Insan Lubuklinggau pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemdikbudristek). Beberapa mata kuliah yang diampu yaitu Agrowisata, Ekologi Pertanian, Botani Umum, Mikrobiologi, Penanganan Pasca Panen, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Pengelolaan SDA dan Lingkungan, Produksi Tanaman Industri, Pengendalian Hayati dan Pengelolaan Habitat. Pernah mendapatkan penghargaan dari Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset

dan Teknologi sebagai Dosen Pendamping satu (1) Judul Peraih Pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Kompetitif Nasional Tahun 2021 dan dua (2) Judul Peraih Pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Kompetitif Nasional Tahun 2023. Penulis juga aktif menulis artikel pada berbagai jurnal ilmiah. Selain aktivitas sebagai akademisi juga terlibat sebagai anggota pada Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI), Tim Editorial Jurnal nasional, dan Aliansi Dosen Perguruan Tinggi Swasta Indonesia (ADPERTISI) serta Penulis Pernah menjabat sebagai Kepala UPT Inovasi, MBKM dan Sentra HKI Universitas Bina Insan (2022). Pada Tahun 2022, Menjadi Koordinator Perguruan Tinggi pada Program Kampus Mengajar, Program Magang dan Studi Independen Bersertifikatm dan Program Pertukaran Mahasiswa Merdeka (PMM). Kegiatan lain yang aktif dilakukan diantaranya yaitu sebagai narasumber pada kegiatan kemahasiswaan bagi penggiat pecinta alam, serta menjadi pembicara pada seminar nasional.



Dr. Erna Siaga, S.P. lahir 25 Juni 1992 di Kota Lahat Provinsi Sumatera Selatan. Penulis menamatkan pendidikan di SD Negeri 14 Lahat, SMP Negeri 2 Lahat dan SMA Negeri 4 Lahat. Jenjang pendidikan S1 di Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian

Institut Pertanian Bogor (2010-2014) melalui Beasiswa Utusan Daerah (BUD) IPB oleh PT Bukit Asam Tbk. Untuk memperdalam keilmuan bidang pertanian selanjutnya melanjutkan program magister dan doktor di Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya (2015-2019) melalui jalur Beasiswa Program Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggulan (PMDSU) Batch II oleh Kemenristek-dikti Tahun 2015. Saat ini adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Ilmu Tanaman dan Hewani Universitas Bina Insan Lubuklinggau pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud). Beberapa mata kuliah yang diampu yaitu Fisiologi Tumbuhan, Rancangan Percobaan, Biokimia Tanaman, Teknologi Benih, Metodologi Penelitian dan Pembiakan Tanaman. Pernah menjadi salah satu penerima Program Postdoktoral di Kogoshima University Jepang Tahun 2022 dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud dan menjadi peneliti tamu/ *visiting researcher* di Pusat Penelitian Rekayasa Genetika Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) pada Tahun 2023. Salah satu kegiatan penelitian tentang

'Strategi Budidaya Tanaman di Lahan Rawa Lebak pada Periode Transisi (Kekeringan-Tergenang)' berhasil mendapatkan pendanaan hibah penelitian nasional multitalah dari DIKTI Kemdikbud pada Tahun 2023, dan juga aktif menulis artikel pada berbagai jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional. Pada Tahun 2024, terdapat 20 publikasi internasional terindeks Scopus (H-index 11) dan 9 publikasi nasional terindeks SINTA (H-index 13, Sinta Score Overall 688), dan juga memiliki satu *Granted Patent* 'Rakit Botol Plastik Bekas untuk Pembibitan Padi secara terapung' dari Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual (DJKI) pada Desember 2019. Selain aktivitas sebagai akademisi juga terlibat sebagai anggota pada Asosiasi Pengelola Jurnal Indonesia (APJI), Perkumpulan Agroteknologi (PAGI) dan Aliansi Dosen Perguruan Tinggi Swasta Indonesia (ADPERTISI) serta memegang jabatan sebagai Dekan Fakultas Ilmu Tanaman dan Hewani Universitas Bina Insan Lubuklinggau (2022-2026). Kegiatan lain yang aktif dilakukan diantaranya yaitu sebagai narasumber pada kegiatan workshop pengabdian kepada Masyarakat (PKM), dewan editor dan *peer reviewer* artikel pada jurnal nasional maupun internasional, serta menjadi pembicara pada seminar nasional maupun internasional.



Dr. Ir. Sugito Loso, M.M.,M.Si.

Lahir 14 Maret 1969 di Pematang Siantar Provinsi Sumatera Utara. Penulis menamatkan SD Negeri Kota Pinang, SMP Negeri 1 Kota Pinang dan SPP SPMA Negeri Medan tahun 1987. Jenjang Pendidika D3 di UNPAD tahun 1989, Jenjang S1 Universitas Bandung Raya Bandung Program Studi Agronom (1991). Pendidikan Pascasarjana jenjang S2 Magister Manajemen (M.M) di STIE Mitra Indonesia Jogjakarta tahun 2005, dan Magister Sains (M.Si.) khusus bidang kajian perkebunan di Institut Petanian Stiper (INSTIPER) Jogjakarta 2011. Melanjutkan Program Doktorat (S3) di IPB University tahun 2018 program studi Agronomi dan Hortikultura. Pengalaman mengajar di Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Bumi Silampari (STIPER-BS) 2009, Universitas Musi Rawas (UNMURA) 20016, Universitas Pembangunan Panca Budi (UNPAB) 2022, saat ini sebagai dosen tetap pada Fakultas Ilmu Tanaman dan Hewani Program Studi Agroteknologi Universitas Bina Insan sampai sekarang. Beberapa mata kuliah yang pernah diampu, yaitu: Pengantar Ilmu Pertanian, Dasar-dasar Agronomi, Fisiologi Tumbuhan, Ilmu Tanah, Genetika Dasar, Pemuliaan Tanaman, Dasar-dasar Perlindungan Tanaman, Pengendalian Hama Terpadu, Nutrisi Tanaman, Teknologi Benih, Ilmu Gulma, Teknologi produksi Tanaman Alternatif, Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Teknologi produksi Tanaman

Perkebunan, eknologi Produksi Tanaman Hortikultura, Bioteknologi Tanaman, Teknologi kesuburan Tanah dan Pemupukan, Kewirausahaan, Analisis Finansial Usaha petanian, Metode Penulisan dan Penyusunan Karya Ilmiah, dan Mekanisasi Pertanian. Mata kuliah di luar prodi dan fakultas yang diampu antara lain: Dasar-dasar Manajemen, Ekonomi Mikro, Ekonomi Makro, Akuntansi Manajemen, Tata Niaga Tanaman Perkebunan, Tata Niaga Tanaman Hortikultura, Manajemen Pemasaran, Studi Kelayakan Bisnis, Pembangunan Pertanian, Manejemen Manajerial, MSDM, dan Manajemen Proyek. Mata kuliah diampu Program Pascasarjana Magister Manajemen (M.M) Metodologi Penelitian, Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM), Akuntansi Manajemen, dan Manajemen Pemasaran, mata kuliah pada Pascasarjana Mata kuliah yang pernah diasuh Program Pascasarjana Magister Agoteknologi (M.Si.) (S2) Fisiologi Tumbuhan Lanjut, Dasar Agronomi Lanjut, Teknologi Budidaya Tanaman Organik, Metodologi Penelitian dan Penulisan Karya Ilmiah, Teknologi Budidaya Tanaman Pesisir, dan Bioteknologi Pertanian Lanjut. Penulis sering mengikuti pelatihan pada bidang perkebunan, tanaman pangan, dan bidang pertanian lainnya. Penulis memberikan Bimbingan Teknologi (BIMTEK) pada Dinas tanaman Perkebunan Dinas Tanaman Pangan, sebagai narasumber BIMTEK penyuluh swadaya di Kementan di Ciawi Bogor, aktif di organisasi pertanian, petani, Kontak Tani dan Nelayan Andalan (KTNA), peneliti dan penulis aktif berbagai jurnal Internasional dan Nasional.



Anna Heirina, S.Kel., M.Si lahir di Lubuklinggau, pada tanggal 25 Januari 1994. Menyelesaikan Pendidikan Dasar di SD Negeri 47 Kota Lubuklinggau, SMP Negeri 2 Kota Lubuklinggau dan SMA Negeri 2 Muara Beliti Kab. Musi Rawas. Penulis mendapat gelar Sarjana Kelautan (S.Kel) di Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Sriwijaya dan Magister Sains di Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University. Saat ini penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Tanaman dan Hewani, Universitas Bina Insan Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan. Adapun mata kuliah yang diampuh antara lain Biologi Perikanan, Manajemen Kesehatan Ikan, Pengantar Bioteknologi, Bioteknologi Akuakultur, Budidaya Ikan Ekonomis Penting, Dasar-dasar Penangkapan Ikan dan Komunikasi Perikanan. Penulis aktif dalam beberapa kegiatan Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan Seminar Nasional maupun International. Penulis turut berpartisipasi sebagai presenter dalam International Symposium Aquatic Resources Management 2020 yang diselenggarakan oleh IPB University.



Indri Yanil Vajri, SP., MP, lahir di Pariaman, Provinsi Sumatera Barat, 03 Juli 1989. Penulis menamatkan pendidikan di SD Negeri 37 Padang, SMP Negeri 4 Padang dan SMA Negeri 6 Padang. Jenjang pendidikan S1 di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas (UNAND) (2009-2014).

Untuk memperdalam keilmuan bidang pertanian selanjutnya melanjutkan program magister di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas (UNAND) (2017-2021). Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S3 Doktor Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas (UNAND) (2021-sekarang). Saat ini penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud). Beberapa mata kuliah yang diampu yaitu Dasar Perlindungan Tanaman, Pengelolaan Hama dan Gulma Berkelanjutan, Pengelolalan Penyakit Berkelanjutan, Pestisida dan Teknik Aplikasi, Pengendalian Hayati, Sistem Peramalan OPT dan Klinik Tanaman. Penulis juga aktif menulis artikel pada berbagai jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional. Selain aktivitas sebagai akademisi, penulis juga terlibat sebagai anggota organisasi Persatuan Entomologi Indonesia (PEI) dan pengurus di PEI cabang Sumatera Utara.