



MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN:

STRATEGI UNTUK MASA DEPAN BERKELANJUTAN

Sopialena
Ali Zainal Abidin Alaydrus
Rahadian
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Ardiansyah
Andi Suryadi
Indah Sriwahyuni
Mohammad Annas
Suryana
Titin Eka Setianingsih



ISBN 978-623-125-579-2



9 786231 255792

MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN: STRATEGI UNTUK MASA DEPAN BERKELANJUTAN

**Sopialena
Ali Zainal Abidin Alaydrus
Rahadian
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Ardiansyah
Andi Suryadi
Indah Sriwahyuni
Mohammad Annas
Suryana
Titin Eka Setianingsih**



GET PRESS INDONESIA

MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN: STRATEGI UNTUK MASA DEPAN BERKELANJUTAN

Penulis :

Sopialena
Ali Zainal Abidin Alaydrus
Rahadian
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Ardiansyah
Andi Suryadi
Indah Sriwahyuni
Mohammad Annas
Suryana
Titin Eka Setianingsih

ISBN : 978-623-125-579-2

Editor : Diana Purnama Sari., S.E., M.E

Penyunting : Ari Yanto., M.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Januari 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Membangun Ketahanan Pangan: Strategi Untuk Masa Depan Berkelanjutan ini.

Buku ini membahas menghadapi Tantangan Ketahanan Pangan Global, Teknologi Pertanian Berkelanjutan untuk Masa Depan, Pengelolaan Sumber Daya Air dan Tanah untuk Ketahanan Pangan, Diversifikasi Pangan Lokal dalam Membangun Ketahanan Pangan, Peran Peternakan dalam Ketahanan Pangan Berkelanjutan, Pertanian Organik melalui pemanfaatan PGPR dan Agroekologi: Solusi Ramah Lingkungan, Pertanian Organik dalam Membangun Ketahanan Pangan, Pengurangan Limbah Pangan dan Dampaknya terhadap Ketahanan Pangan, Meningkatkan Akses Pangan Melalui Sistem Pangan Lokal dan Pasar Petani, Pemanfaatan Bahan Organik Dalam Pengelolaan Pertanian Berkelanjutan Untuk Mewujudkan Swasembada Pangan.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 MENGHADAPI TANTANGAN KETAHANAN PANGAN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Perubahan Iklim dan Dampaknya pada Ketahanan Pangan di Indonesia.....	2
1.3 Pertumbuhan Populasi dan Permintaan Pangan ...	3
1.4 Keterbatasan Sumber Daya Alam.....	5
1.5 Hubungan Antara Ketersediaan Pangan, Akses, dan Distribusi	7
1.6 Upaya Global dalam Menanggulangi Tantangan Ketahanan Pangan	9
1.7 Kesimpulan	11
DAFTAR PUSTAKA.....	13
BAB 2 TEKNOLOGI PERTANIAN BERKELANJUTAN UNTUK MASA DEPAN	15
2.1 Pendahuluan.....	15
2.2 Pertanian Presisi.....	18
2.3 Sistem Irigasi Pintar	20
2.4 Teknologi Sensor	23
2.5 Kesimpulan	25
DAFTAR PUSTAKA.....	27
BAB 3 PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR DAN TANAH UNTUK KETAHANAN PANGAN	29
3.1 Pendahuluan.....	29
3.2 Sistem Irigasi Efisien	31
3.3 Pertanian Organik	32
3.4 Penerapan Teknik Konservasi Tanah.....	34
3.5 Permakultur.....	35
3.6 Agroforestri.....	37
3.7 Sistem Tumpang Sari.....	38
3.8 Rotasi Tanaman.....	39
3.9 Budidaya Tanaman Tanpa Olah Tanah	41

DAFTAR PUSTAKA.....	43
BAB 4 DIVERSIFIKASI PANGAN LOKAL DALAM MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN.....	45
4.1 Pendahuluan.....	45
4.2 Konsep Diversifikasi Pangan Lokal.....	48
4.3 Manfaat Diversifikasi Pangan Lokal	53
4.4 Hambatan dan Tantangan dalam Pengembangan Pangan Lokal.....	55
4.5 Kesimpulan	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
BAB 5 PERAN PETERNAKAN DALAM MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN	61
5.1 Pendahuluan.....	61
5.2 Perkembangan Peternakan.....	64
5.2.1 Perubahan dalam Skala dan Metode Produksi	64
5.2.2 Dampak Industrialisasi pada Peternakan	64
5.3 Konsep Peternakan Berkelanjutan	65
5.3.1 Konsep Peternakan Berkelanjutan	65
5.3.2 Prinsip-prinsip Utama Peternakan Berkelanjutan.....	66
5.3.3 Manfaat Peternakan Berkelanjutan bagi Lingkungan dan Masyarakat	67
5.4 Sistem Peternakan Berkelanjutan.....	68
5.4.1 Model Peternakan Terpadu	68
5.4.2 Sistem Silvopastoral	69
5.4.3 Peternakan Organik dan Regeneratif.....	70
5.5 Manajemen Pakan Berkelanjutan.....	71
5.5.1 Penggunaan Pakan Lokal dan Alternatif.....	71
5.5.2 Teknik Pengolahan Pakan Efisien	75
5.5.3 Penggunaan Produk Sampingan Pertanian sebagai Pakan Ternak.....	77
5.6 Teknologi dalam Peternakan Modern.....	78
5.6 Penutup	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
BAB 6 PERTANIAN ORGANIK MELALUI PEMANFAATAN PGPR DAN AGROEKOLOGI: SOLUSI RAMAH LINGKUNGAN	87
6.1 Pendahuluan.....	87

6.2 Prinsip dan Implementasi Agroekologi	88
6.3 Integrasi PGPR dan Agroekologi: Solusi untuk Pertanian Ramah Lingkungan	92
6.4 Tantangan dan Prospek Pertanian Organik di Masa Depan di Indonesia	94
6.5 Kesimpulan	96
DAFTAR PUSTAKA.....	98
BAB 7 PERTANIAN ORGANIK DALAM MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN	99
7.1 Pendahuluan.....	99
7.2 Prinsip Dasar Pertanian Organik.....	100
7.3 Keuntungan Pertanian organik dalam Membangun Ketahanan Pangan.....	104
7.4 Tantangan dalam Mengembangkan Pertanian Organik untuk Ketahanan Pangan.....	105
7.5 Strategi Pengembangan Pertanian Organik untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan.....	107
DAFTAR PUSTAKA.....	111
BAB 8 PENGURANGAN LIMBAH PANGAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETAHANAN PANGAN	113
8.1 Pendahuluan.....	113
8.2 Pengertian dan Penyebab Limbah Pangan	114
8.3 Penyebab Limbah Pangan	117
8.4 Dampak Limbah Terhadap Ketahanan Pangan.....	118
8.5 Strategi Pengurangan Limbah Pangan	119
8.6 Peran Pemerintah dan Kebijakan dalam Mengurangi Limbah Pangan	121
DAFTAR PUSTAKA.....	124
BAB 9 MENINGKATKAN AKSES PANGAN MELALUI SISTEM PANGAN LOKAL DAN PASAR PETANI	127
9.1 Pendahuluan.....	127
9.2 Meningkatkan Ketahanan Pangan dengan Diversifikasi Pangan Lokal	128
9.3 Mengapa di Indonesia perlu dilakukan diversifikasi pangan	129
9.4 Pangan Lokal yang Berpotensi untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan.....	131

9.5 Upaya dan Strategi dalam Pengembangan	
Diversifikasi Pangan Lokal	134
9.6 Melibatkan Masyarakat Untuk Meningkatkan	
Ketersediaan Pangan dan Pengembangan Pasar	
Petani	138
DAFTAR PUSTAKA.....	144
BAB 10 PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK	
DALAM'PENGELOLAAN PERTANIAN	
BERKELANJUTAN SWASEMBADA PANGAN.....	147
10.1 Pendahuluan	147
10.2 Dasar-Dasar Pertanian Berkelanjutan	148
10.3 Hubungan Antara Pertanian Berkelanjutan dan	
Swasembada Pangan.....	149
10.4 Peran dan Pemanfaatan Pertanian Organik	
dalam Sistem Berkelanjutan	150
10.5 Kebijakan Pemerintah dalam Sistem Pertanian	
Berkelanjutan	155
10.6 Kesimpulan.....	161
DAFTAR PUSTAKA.....	164
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Produksi Kedelai, Kacang Tanah, Kacang Hijau, Ubi Kayu, dan Ubi Jalar per Pulau Tahun 2023	50
Tabel 4.2. Produksi Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman (tiga tahun terakhir)	52
Tabel 9.1. Jenis Pangan Lokal Hasil Diversifikasi Pangan Pada Rumahtangga Tani di Desa Bleberan Kecamatan Playen	128
Table 9.2. Perkembangan Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung, Ubi Kayu dan Ubi Jalar Tahun 2015–2021	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus Pertanian Presisi	20
Gambar 4.1. Perkembangan Produksi Jagung Tahun 2022-2023 Kadar Air 28% (juta ton)	49
Gambar 4.2. Sepuluh Provinsi dengan Produksi Jagung Kadar Air 28% Tertinggi Tahun 2023 (ribu ton).....	49
Gambar 5.1. Sektor peternakan menghasilkan beragam produk pangan hewani seperti telur unggas, susu sapi dan kambing, daging ternak potong dan semua produk olahannya.....	62
Gambar 5.2. Sistem silvopastoral intensif ternak sapi dengan pohon lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>) dan rumput <i>Megathyrsus maximus</i>	70
Gambar 5.3. Metode Biokonversi pada pemeliharaan maggot <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) dapat menyelesaikan permasalahan limbah organik dan menguntungkan dari aspek ekonomi.....	72
Gambar 5.4. Silase dari jerami jagung	77
Gambar 7.1. (Manfaat Rotasi Tanaman berperan dalam Memperkuat Biodiversitas).....	103
Gambar 7.2. (Manfaat Rotasi Tanaman terhadap kesehatan tanah dan siklus nutrisi).....	103
Gambar 9.1. Pola Panen Padi di Indonesia tahun 2020-2022	129
Gambar 9.2. Provinsi Sentra Produksi Padi di Indonesia tahun 2020-2022	130
Gambar 9.4. Skor Indeks Ketahanan Pangan Pada 10 Negara dengan Jumlah Penduduk	131
Gambar 9.4. Peta Potensi Sebaran Pangan Lokal di Indonesia.....	132
Gambar 9.5. Sertifikasi Benih Jagung dan Umbi-Umbian	134

Gambar 9.6. Kegiatan a.) Pemanenan Sawi, b.) Pemanenan Pare, dan c.) Pemanenan jagung di Kelompok Wanita Tani Daun Sop Ceria Balikpapan Utara	140
Gambar 9.7. Olahan buah salak seperti a.) asinan salak, b.) lumpia salak, dan c.) cake salak produksi Balikpapan Utara	141
Gambar 9.8. Bazar UMKM olahan buah.....	142

BAB 1

MENGHADAPI TANTANGAN KETAHANAN PANGAN

Oleh Sopialena

1.1 Pendahuluan

Ketahanan pangan merupakan isu mendasar yang mempengaruhi kehidupan manusia secara global. Pangan tidak hanya menjadi kebutuhan dasar untuk kelangsungan hidup, tetapi juga menjadi komponen penting dalam pembangunan ekonomi, kesehatan, dan stabilitas sosial. Ketahanan pangan dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah negara atau masyarakat untuk menyediakan akses yang cukup, aman, dan bernutrisi bagi seluruh populasinya (Suryana, 2014). Namun, tantangan global seperti perubahan lingkungan, ketidakstabilan ekonomi, dan konflik sosial telah memperburuk masalah ketahanan pangan di berbagai wilayah dunia, terutama di negara-negara berkembang.

Salah satu ancaman terbesar terhadap ketahanan pangan global saat ini adalah perubahan iklim. Pemanasan global menyebabkan perubahan pola cuaca yang mengganggu musim tanam, meningkatkan frekuensi bencana alam, dan memperburuk kondisi pertanian di banyak daerah. Kekeringan, banjir, dan suhu yang ekstrem tidak hanya mengurangi produksi pangan, tetapi juga menurunkan kualitas tanah dan air, sehingga mengancam produktivitas pertanian jangka panjang. Negara-negara dengan infrastruktur pertanian yang lemah sering kali paling rentan terhadap dampak ini, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan ketahanan pangan di tingkat lokal dan global.

Selain perubahan iklim, pertumbuhan populasi yang pesat juga memberikan tekanan besar terhadap ketahanan pangan. Pada tahun 2050, diperkirakan populasi dunia akan mencapai lebih dari 9 miliar jiwa, meningkatkan permintaan

pangan secara signifikan. Hal ini menimbulkan tantangan dalam menjaga keseimbangan antara produksi pangan dan ketersediaan sumber daya alam yang semakin terbatas, seperti air dan lahan pertanian. Dalam konteks ini, keterbatasan sumber daya alam seperti lahan subur, air bersih, dan energi menjadi faktor utama yang mempengaruhi ketahanan pangan global. Sebagai hasilnya, diperlukan inovasi teknologi dan perubahan sistem produksi pangan untuk memastikan ketersediaan pangan yang berkelanjutan.

1.2 Perubahan Iklim dan Dampaknya pada Ketahanan Pangan di Indonesia

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan utama bagi sektor pertanian di Indonesia. Pemanasan global yang terjadi akibat peningkatan gas rumah kaca memengaruhi pola cuaca dan memperburuk cuaca ekstrem. Dampaknya terasa langsung pada produksi pangan, terutama pada komoditas pertanian utama seperti beras, jagung, dan kedelai. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), perubahan pola curah hujan dan kenaikan suhu rata-rata di Indonesia telah memperpendek musim tanam dan meningkatkan risiko gagal panen di berbagai daerah (Badan Meteorologi, 2020). Pemanasan global ini juga memperparah intensitas serangan hama dan penyakit tanaman, yang mengancam ketahanan pangan nasional.

Perubahan pola cuaca di Indonesia sangat terlihat dalam fenomena seperti El Niño dan La Niña, yang memperburuk kondisi pertanian di banyak wilayah. Fenomena El Niño pada tahun 2015 menyebabkan kekeringan parah di Pulau Jawa dan Sulawesi, yang merupakan daerah penghasil pangan utama di Indonesia. Kementerian Pertanian mencatat bahwa kekeringan tersebut menurunkan produksi padi nasional sebesar 7%, atau sekitar 2,6 juta ton, pada tahun tersebut (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2016). Selain itu, daerah-daerah seperti Jawa Tengah dan Nusa Tenggara Timur (NTT) mengalami kekurangan air irigasi yang berdampak langsung pada hasil pertanian mereka.

Selain kekeringan, peningkatan frekuensi banjir akibat curah hujan ekstrem juga mengganggu produksi pangan di Indonesia. Banjir yang terjadi di awal musim hujan sering kali merusak tanaman yang baru ditanam, terutama di daerah pesisir dan dataran rendah. Contoh nyata adalah banjir di wilayah pantura Jawa pada tahun 2020, yang menyebabkan kerusakan lebih dari 30.000 hektar sawah di Kabupaten Indramayu dan Subang. Kejadian ini memperlihatkan kerentanan sektor pertanian terhadap cuaca ekstrem dan dampak langsungnya pada produksi pangan nasional.

Penurunan hasil pertanian akibat perubahan iklim juga berdampak pada harga pangan di Indonesia. Kekeringan yang melanda pada tahun 2019 menyebabkan penurunan hasil jagung sebesar 10% di Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Selatan, yang menyebabkan lonjakan harga jagung hingga 25% di pasar lokal (Badan Pusat Statistik (BPS), 2021). Kenaikan harga pangan ini berdampak langsung pada daya beli masyarakat, terutama di daerah pedesaan yang sangat bergantung pada hasil pertanian lokal untuk konsumsi sehari-hari.

Langkah mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim sangat diperlukan untuk menjaga ketahanan pangan di Indonesia. Inisiatif seperti penggunaan varietas tanaman yang tahan terhadap kekeringan, peningkatan infrastruktur irigasi, dan pengembangan teknologi pertanian presisi dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim pada produksi pangan. Menurut Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2020), upaya-upaya ini sangat penting untuk menjaga stabilitas pangan di tengah ancaman perubahan iklim yang semakin nyata.

1.3 Pertumbuhan Populasi dan Permintaan Pangan

Pertumbuhan populasi di Indonesia terus meningkat, menambah tantangan besar dalam memastikan ketahanan pangan. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), populasi Indonesia pada tahun 2020 mencapai 270 juta jiwa dan diproyeksikan akan terus bertambah hingga 317 juta jiwa pada

tahun 2045 (Badan Pusat Statistik (BPS), 2021). Peningkatan jumlah penduduk ini berarti bahwa permintaan terhadap pangan, terutama pangan pokok seperti beras, akan semakin meningkat. Dalam kondisi ini, Indonesia harus meningkatkan produksi pangan dalam negeri untuk mencukupi kebutuhan populasi yang terus bertambah, atau menghadapi risiko ketergantungan yang lebih besar pada impor pangan.

Seiring dengan bertambahnya populasi, pola konsumsi pangan masyarakat Indonesia juga mengalami perubahan. Pendapatan yang meningkat di beberapa wilayah menyebabkan perubahan preferensi konsumsi, dengan masyarakat yang lebih banyak mengonsumsi produk-produk bernilai tinggi seperti daging, telur, dan susu. Data dari Kementerian Pertanian menunjukkan bahwa konsumsi daging di Indonesia meningkat sekitar 7,3% antara tahun 2010 dan 2020 (Kementerian Pertanian, 2021). Namun, peningkatan permintaan ini membawa tantangan tersendiri, terutama dalam hal produksi pangan hewani yang membutuhkan lebih banyak sumber daya alam seperti pakan dan air, sehingga memicu tekanan lebih besar pada sistem pertanian.

Tantangan dalam memenuhi kebutuhan pangan di Indonesia juga diperparah oleh keterbatasan lahan pertanian. Lahan pertanian di Indonesia semakin menyusut akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan industri, perumahan, dan infrastruktur. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), (2020), luas lahan sawah di Indonesia telah berkurang sekitar 700.000 hektar dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Penurunan ini berdampak langsung pada produksi padi nasional, di mana rata-rata produksi padi menurun sekitar 1,3% per tahun sejak 2015. Hal ini menambah beban bagi Indonesia dalam upaya mencapai swasembada pangan di tengah meningkatnya kebutuhan pangan.

Perubahan iklim juga menjadi tantangan besar dalam menjaga ketahanan pangan di tengah pertumbuhan populasi. Peningkatan frekuensi bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan cuaca ekstrem mengganggu produktivitas pertanian di berbagai wilayah. Misalnya, fenomena El Niño pada tahun 2015 menyebabkan kekeringan yang parah di berbagai wilayah,

mengurangi hasil panen padi hingga 2,8 juta ton (Badan Pusat Statistik (BPS), 2016). Perubahan iklim ini tidak hanya menurunkan produksi, tetapi juga meningkatkan kerentanan terhadap kerawanan pangan di daerah-daerah yang bergantung pada hasil pertanian lokal.

Selain tantangan dalam produksi, sistem distribusi pangan di Indonesia juga menghadapi masalah. Di banyak wilayah pedesaan dan terpencil, distribusi pangan yang tidak efisien menyebabkan disparitas harga dan akses terhadap pangan. Data dari Kementerian Perdagangan menunjukkan bahwa harga beras di Papua bisa mencapai dua kali lipat dibandingkan dengan harga di Jawa, akibat tingginya biaya transportasi (Kementerian Perdagangan, 2020). Masalah ini memperparah ketimpangan akses pangan di berbagai wilayah dan membuat upaya pemenuhan kebutuhan pangan bagi seluruh masyarakat Indonesia semakin kompleks.

Untuk menghadapi tantangan ini, Indonesia perlu menerapkan strategi yang terintegrasi, termasuk diversifikasi pangan, peningkatan produktivitas melalui teknologi pertanian, serta pengelolaan lahan dan air yang berkelanjutan. Menurut Kementerian Pertanian (2021), program seperti peningkatan penggunaan benih unggul, modernisasi irigasi, dan pengembangan varietas tanaman yang tahan terhadap perubahan iklim dapat membantu meningkatkan produksi pangan dalam jangka panjang. Langkah-langkah ini sangat penting untuk memastikan bahwa kebutuhan pangan di Indonesia dapat terpenuhi seiring dengan pertumbuhan populasi yang terus berlanjut.

1.4 Keterbatasan Sumber Daya Alam

Keterbatasan sumber daya alam, terutama air, tanah subur, dan energi, menjadi tantangan utama dalam produksi pangan di Indonesia. Air, sebagai elemen kunci dalam pertanian, semakin sulit diakses di banyak wilayah karena penggunaan yang tidak efisien dan polusi sumber air. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), sekitar 70% air di Indonesia digunakan untuk irigasi pertanian, namun

banyak daerah mengalami kekurangan air pada musim kering (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), 2020). Di beberapa wilayah, seperti Jawa dan Bali, tekanan terhadap sumber daya air semakin tinggi karena populasi yang padat dan intensitas kegiatan pertanian yang besar.

Ketersediaan tanah subur juga menjadi perhatian dalam menjaga ketahanan pangan. Indonesia kehilangan banyak lahan pertanian subur akibat ekspansi urbanisasi dan alih fungsi lahan untuk industri. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), sekitar 150.000 hektar lahan pertanian produktif hilang setiap tahun akibat konversi menjadi lahan non-pertanian (Badan Pusat Statistik (BPS), 2021). Alih fungsi lahan ini menyebabkan penurunan kapasitas produksi pangan, terutama di Pulau Jawa, yang selama ini menjadi lumbung pangan utama negara. Masalah ini diperparah dengan degradasi kualitas tanah akibat penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dan kurangnya praktik konservasi tanah yang baik.

Sumber daya energi, yang digunakan dalam berbagai tahapan produksi pangan seperti pengolahan dan distribusi, juga mengalami tekanan. Produksi pangan yang intensif, terutama yang menggunakan mesin-mesin pertanian modern, membutuhkan energi yang besar. Di Indonesia, banyak lahan pertanian masih bergantung pada energi fosil untuk operasional mesin pertanian dan transportasi hasil panen. Namun, ketersediaan energi fosil semakin terbatas dan harganya semakin meningkat, menyebabkan biaya produksi pangan menjadi lebih tinggi (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), 2020). Ketergantungan ini menambah beban dalam upaya mempertahankan ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Tekanan terhadap sumber daya alam di Indonesia juga diperburuk oleh urbanisasi yang pesat. Pertumbuhan kota-kota besar, seperti Jakarta, Surabaya, dan Medan, menyebabkan peningkatan permintaan akan lahan dan air, sehingga mengurangi alokasi untuk sektor pertanian. Urbanisasi juga menyebabkan fragmentasi lahan pertanian, yang mengakibatkan produktivitas lahan menurun. Urbanisasi di Indonesia diperkirakan akan meningkat sebesar 68% pada

tahun 2050, menambah tekanan pada sumber daya alam yang sudah terbatas.

Untuk mengatasi masalah ini, Indonesia perlu meningkatkan upaya konservasi sumber daya alam dan menerapkan strategi pertanian yang lebih berkelanjutan. Penerapan teknologi irigasi efisien, seperti sistem irigasi tetes, dapat mengurangi pemborosan air di sektor pertanian. Selain itu, penggunaan energi terbarukan dalam proses produksi dan distribusi pangan dapat membantu mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Langkah-langkah ini sangat penting untuk memastikan keberlanjutan produksi pangan di tengah keterbatasan sumber daya alam yang semakin serius.

1.5 Hubungan Antara Ketersediaan Pangan, Akses, dan Distribusi

Ketersediaan pangan di Indonesia, meskipun penting, tidak selalu memastikan akses yang merata bagi seluruh lapisan masyarakat. Ketersediaan pangan mengacu pada produksi dan pasokan pangan yang mencukupi, namun akses pangan melibatkan kemampuan individu atau rumah tangga untuk memperoleh makanan, baik secara ekonomi maupun fisik. Di Indonesia, meski terjadi peningkatan produksi pangan, terutama pada komoditas seperti beras, terdapat ketimpangan akses di berbagai wilayah. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun 2020, sekitar 9,7% penduduk Indonesia mengalami kerawanan pangan, terutama di wilayah pedesaan dan terpencil (Badan Pusat Statistik (BPS), 2021).

Ketimpangan akses pangan juga dipengaruhi oleh faktor ekonomi. Keluarga dengan pendapatan rendah lebih rentan terhadap kekurangan pangan karena kemampuan mereka untuk membeli makanan yang cukup dan bergizi sangat terbatas. Menurut laporan dari *World Food Programme* (WFP) tahun 2020, keluarga miskin di Indonesia cenderung menghabiskan lebih dari 50% pendapatan mereka untuk membeli makanan, sehingga saat terjadi krisis ekonomi atau kenaikan harga pangan, mereka akan sangat terdampak (World Food Programme (WFP), 2020). Masalah ini diperburuk oleh inflasi

pangan yang sering kali lebih tinggi daripada inflasi umum, sehingga akses terhadap pangan semakin sulit bagi kelompok rentan.

Selain itu, masalah distribusi pangan di Indonesia juga menjadi salah satu penyebab ketidakmerataan akses. Sistem distribusi yang tidak efisien menyebabkan disparitas harga pangan antara wilayah perkotaan dan pedesaan, terutama di Indonesia bagian timur. Contohnya, harga beras di Papua bisa dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan di Jawa, karena biaya transportasi yang mahal dan infrastruktur yang terbatas (Kementerian Perdagangan, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun Indonesia mampu memproduksi pangan dalam jumlah cukup, distribusi yang tidak merata menyebabkan beberapa wilayah tetap mengalami kelangkaan atau harga pangan yang tinggi.

Masalah distribusi pangan global juga mempengaruhi Indonesia. Ketergantungan Indonesia pada impor pangan, terutama pada komoditas seperti gandum, gula, dan daging sapi, menambah kerentanan terhadap fluktuasi pasar global. Ketika terjadi gangguan pada rantai pasok global, seperti yang terjadi selama pandemi COVID-19, negara-negara berkembang termasuk Indonesia mengalami kesulitan untuk mendapatkan pasokan pangan impor (Muthayya et al., 2014). Hal ini memperburuk masalah akses pangan, terutama di wilayah yang sudah rentan terhadap kekurangan pangan.

Ketimpangan akses pangan antara wilayah perkotaan dan pedesaan di Indonesia merupakan cerminan dari tantangan yang juga dihadapi secara global. Menurut laporan dari Global Food Security Index (GFSI) (2020), negara-negara berkembang cenderung mengalami ketimpangan akses pangan yang lebih besar dibandingkan negara maju. Negara-negara maju memiliki sistem distribusi yang lebih baik dan jaringan pasar yang lebih kuat, sedangkan negara berkembang sering kali bergantung pada produksi lokal yang rentan terhadap perubahan iklim dan gangguan logistic (Global Food Security Index (GFSI), 2020). Hal ini menimbulkan tantangan besar bagi negara-negara seperti Indonesia untuk mengatasi ketimpangan tersebut.

Untuk mengatasi ketimpangan dalam ketersediaan dan akses pangan, Indonesia perlu berinvestasi lebih dalam infrastruktur distribusi pangan, terutama di wilayah-wilayah yang terpencil. Selain itu, diperlukan juga kebijakan yang mendukung diversifikasi pangan lokal agar ketergantungan pada pangan impor dapat dikurangi. Peningkatan ketahanan pangan di Indonesia tidak hanya ditentukan oleh produksi yang cukup, tetapi juga oleh kemampuan masyarakat untuk mengakses pangan secara merata dan berkelanjutan.

1.6 Upaya Global dalam Menanggulangi Tantangan Ketahanan Pangan

Tantangan ketahanan pangan tidak hanya menjadi isu nasional, tetapi juga merupakan permasalahan global yang memerlukan kolaborasi lintas negara dan sektor. Inisiatif global seperti Sustainable Development Goals (SDGs) PBB, khususnya tujuan kedua, yaitu mengakhiri kelaparan, menjadi panduan penting dalam upaya menjaga ketahanan pangan di Indonesia. Melalui SDGs, negara-negara di seluruh dunia berkomitmen untuk menghapus kelaparan dan malnutrisi pada tahun 2030. Indonesia, sebagai bagian dari komunitas internasional, berperan aktif dalam implementasi kebijakan yang mendukung ketahanan pangan melalui program-program yang sejalan dengan SDGs, seperti perbaikan sistem distribusi pangan, inovasi teknologi pertanian, dan diversifikasi pangan lokal.

Salah satu inisiatif global yang penting dalam menangani tantangan ketahanan pangan adalah *Food and Agriculture Organization* (FAO) yang bekerja sama dengan pemerintah Indonesia. FAO membantu dalam mengembangkan strategi jangka panjang untuk mengurangi kerawanan pangan, termasuk melalui inovasi teknologi. Inovasi seperti pemanfaatan teknologi pertanian presisi, penggunaan drone dalam pemetaan lahan pertanian, serta pengembangan varietas tanaman yang tahan terhadap perubahan iklim telah diadopsi dalam berbagai program ketahanan pangan di Indonesia (Food and Agriculture Organization (FAO), 2020). Teknologi ini membantu petani

meningkatkan produktivitas di tengah tantangan cuaca ekstrem dan perubahan pola tanam.

Selain inovasi teknologi, kebijakan pangan global juga memainkan peran penting dalam mengatasi tantangan ketahanan pangan di Indonesia. *World Food Programme* (WFP) bekerja sama dengan pemerintah Indonesia dalam memperkuat sistem distribusi pangan dan memastikan bahwa daerah-daerah terpencil memiliki akses yang lebih baik terhadap pangan. WFP juga berfokus pada pengurangan kerawanan pangan di kalangan masyarakat yang paling rentan, termasuk mereka yang tinggal di wilayah pedesaan dan terkena dampak bencana alam. Dengan dukungan dari berbagai donor internasional, WFP telah membantu Indonesia dalam mengimplementasikan program-program bantuan pangan yang berkelanjutan (*World Food Programme* (WFP), 2020).

Kerjasama internasional juga terlihat melalui *International Fund for Agricultural Development* (IFAD), yang mendukung Indonesia dalam memperkuat ketahanan pangan melalui investasi di sektor pertanian dan perdesaan. IFAD berfokus pada pengembangan kapasitas petani kecil dan mendukung inklusi keuangan di kalangan petani untuk meningkatkan produktivitas. Di beberapa wilayah seperti Nusa Tenggara Barat dan Sumatera, program-program IFAD telah meningkatkan akses petani terhadap sumber daya seperti kredit, teknologi, dan pasar (*International Fund for Agricultural Development* (IFAD), 2020). Inisiatif ini merupakan bagian dari upaya untuk meningkatkan kesejahteraan petani sekaligus menjaga ketahanan pangan nasional.

Di tingkat nasional, berbagai lembaga juga memainkan peran kunci dalam menjaga ketahanan pangan. Kementerian Pertanian Indonesia bekerja sama dengan lembaga internasional dan sektor swasta untuk meningkatkan kapasitas produksi pangan melalui berbagai program pelatihan, riset, dan pengembangan infrastruktur pertanian. Badan Ketahanan Pangan Indonesia juga berperan penting dalam merumuskan kebijakan nasional terkait dengan cadangan pangan, stabilisasi harga pangan, serta pengembangan strategi jangka panjang

untuk mengatasi potensi krisis pangan di masa depan (Kementerian Pertanian, 2021).

Dengan adanya berbagai upaya global dan kolaborasi lintas sektor, Indonesia berada dalam posisi yang lebih baik untuk menghadapi tantangan ketahanan pangan di masa mendatang. Sinergi antara inovasi teknologi, kebijakan pangan yang tepat, serta kerjasama internasional dan nasional menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan sistem pangan di Indonesia, terutama di tengah ancaman perubahan iklim, pertumbuhan populasi, dan keterbatasan sumber daya alam.

1.7 Kesimpulan

Ketahanan pangan di Indonesia menghadapi sejumlah tantangan signifikan yang memerlukan perhatian dan tindakan segera. Perubahan iklim yang semakin ekstrem, pertumbuhan populasi yang pesat, serta keterbatasan sumber daya alam seperti air dan tanah subur telah menciptakan kondisi yang mempengaruhi kemampuan negara untuk memproduksi dan mendistribusikan pangan secara efektif. Masalah ini diperparah oleh ketidakmerataan akses pangan dan ketimpangan distribusi, yang mengakibatkan beberapa wilayah mengalami kekurangan pangan meskipun secara keseluruhan produksi pangan nasional meningkat.

Untuk menghadapi tantangan ini, urgensi tindakan kolektif tidak bisa diabaikan. Pemerintah, sektor swasta, masyarakat sipil, dan lembaga internasional perlu bersinergi untuk merumuskan dan melaksanakan strategi yang efektif. Upaya-upaya ini harus mencakup inovasi dalam teknologi pertanian, perbaikan sistem distribusi pangan, serta kebijakan yang mendukung keberlanjutan produksi pangan. Implementasi teknologi modern seperti pertanian presisi dan sistem irigasi efisien dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan sumber daya.

Kolaborasi antar berbagai pihak juga sangat penting untuk menciptakan sistem pangan yang berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat lokal dalam perencanaan dan pelaksanaan program ketahanan pangan akan memastikan

bahwa solusi yang diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan spesifik daerah dan dapat diterima dengan baik. Program-program yang mendukung pertanian berkelanjutan, pelatihan petani, dan pengembangan infrastruktur pertanian harus menjadi bagian dari pendekatan yang komprehensif.

Penting untuk diingat bahwa ketahanan pangan bukan hanya masalah produksi, tetapi juga melibatkan aspek akses dan distribusi. Solusi inovatif harus mencakup strategi untuk memperbaiki akses pangan bagi kelompok masyarakat yang paling rentan, serta memastikan bahwa distribusi pangan merata di seluruh wilayah, termasuk daerah terpencil. Dengan pendekatan yang holistik dan integratif, tantangan ketahanan pangan di Indonesia dapat diatasi secara efektif. (Suryana, 2014).

Secara keseluruhan, menciptakan sistem pangan yang berkelanjutan di Indonesia memerlukan komitmen dan kolaborasi dari semua pihak terkait. Melalui upaya bersama, inovasi teknologi, dan kebijakan yang mendukung, Indonesia dapat membangun ketahanan pangan yang kuat dan mampu menghadapi berbagai tantangan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2020. *RENCANA STRATEGIS BADAN KETAHANAN PANGAN TAHUN 2020-2024*. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Badan Meteorologi, K. dan G. (BMKG), 2020. *Laporan Perubahan Iklim di Indonesia, BMKG*.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2016. *Statistik Pertanian Indonesia 2016*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2020. *Statistik Pertanian Indonesia 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2021. *Statistik Pertanian Indonesia 2021*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2020. *Impact of COVID-19 on agriculture, food systems and rural livelihoods in Eastern Africa: Policy and programmatic options*.
- Global Food Security Index (GFSI), 2020. *Global Food Security Index 2020 Addressing structural inequalities to build strong and sustainable food systems*. Available at: <https://foodsecurityindex.eiu.com/>.
- International Fund for Agricultural Development (IFAD), 2020. *Indonesia: Enhancing Rural Food Security through Agricultural Investments*. IFAD. Available at: www.ifad.org/ar2020.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), 2020. *Statistik Konsumsi Energi di Sektor Pertanian*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), 2020. *Laporan Pengelolaan Sumber Daya Air di Indonesia*. (KLHK).
- Kementerian Perdagangan, 2020. *Laporan Harga Pangan di Daerah Tertinggal dan Terpencil*. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.

- Kementerian Pertanian, 2021. *Strategi Adaptasi Sektor Pertanian terhadap Perubahan Iklim*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2016. *Statistik Pertanian 2016*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Muthayya, S. *et al.*, 2014. 'An overview of global rice production, supply, trade, and consumption', *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1324(1), pp. 7–14. Available at: <https://doi.org/10.1111/nyas.12540>.
- Suryana, A., 2014. *Toward Sustainable Indonesian Food Security 2025: Challenges and Its Responses*.
- World Food Programme (WFP), 2020. *Laporan Akses Pangan di Indonesia*. Jakarta: World Food Programme Indonesia.

BAB 2

TEKNOLOGI PERTANIAN BERKELANJUTAN UNTUK MASA DEPAN

Oleh Ali Zainal Abidin Alaydrus

2.1 Pendahuluan

Pada dekade terakhir, dunia menghadapi berbagai tantangan besar yang mengancam stabilitas ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan. Pertumbuhan populasi global yang meningkat pesat menyebabkan tingginya permintaan pangan, sementara luas lahan pertanian yang tersedia semakin terbatas. Menurut data dari Food and Agriculture Organization (FAO), pada tahun 2019, sekitar 690 juta orang di seluruh dunia mengalami kelaparan. Laju urbanisasi, konversi penggunaan lahan, dan perubahan iklim juga mengurangi ketersediaan sumber daya alam, seperti air dan tanah subur yang menjadi tulang punggung sektor pertanian. Sementara itu, sektor pertanian dihadapkan pada tanggung jawab besar untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat.

Teknologi pertanian berkelanjutan adalah solusi utama untuk mengatasi berbagai tantangan dalam sektor pertanian saat ini. Teknologi ini tidak hanya bertujuan meningkatkan produktivitas, tetapi juga memastikan bahwa praktik-praktik pertanian yang diterapkan ramah lingkungan. Salah satu konsep penting dalam teknologi ini adalah pertanian presisi. Dengan menggunakan data akurat dan pengelolaan berbasis teknologi, pertanian presisi membantu petani memahami kondisi lahan dan tanaman secara lebih mendalam, memungkinkan pengelolaan yang efisien dan minim dampak negatif terhadap lingkungan.

Pertanian presisi menggunakan sensor, perangkat GPS, dan analitik data untuk mengumpulkan informasi tentang

kebutuhan spesifik air, nutrisi, dan kesehatan tanaman pada setiap bagian lahan. Teknologi ini memungkinkan petani menerapkan input secara lebih terukur, sehingga mengurangi penggunaan air, pupuk, dan pestisida yang tidak hanya meningkatkan hasil panen tetapi juga mengurangi risiko degradasi lingkungan.

Penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan) modern seperti traktor otomatis dan alat pemanen presisi membantu mempercepat dan mengefisienkan proses tanam dan panen sesuai data dari sistem pertanian presisi. Selain itu, penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi pendukung utama dalam mengelola data spasial dan memetakan berbagai aspek lahan secara lebih akurat (Hamsyin et al., 2024). Aplikasi SIG di level petani dapat memvisualisasikan data hasil pemetaan dan menganalisis faktor-faktor lingkungan seperti topografi dan distribusi sumber air yang mempengaruhi produksi tanaman.

Integrasi SIG dan alsintan dalam pertanian presisi memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik, menekan biaya operasional, dan meningkatkan efisiensi lahan secara berkelanjutan. Selain itu, ketersediaan air menjadi masalah utama dalam pertanian modern, terutama di daerah-daerah yang rentan terhadap kekeringan. Sistem irigasi pintar hadir sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan ini. Teknologi irigasi pintar menggunakan sensor kelembapan tanah dan algoritma pintar untuk mengatur pasokan air secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan demikian, teknologi ini dapat menghemat penggunaan air hingga 40%, memberikan manfaat yang signifikan baik dari segi efisiensi maupun pelestarian sumber daya air.

Penggunaan sensor dalam pertanian juga memberikan peran besar dalam meningkatkan produktivitas dan menjaga keberlanjutan. Sensor dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time, termasuk kelembapan tanah, suhu, dan tingkat nutrisi. Informasi ini memungkinkan petani untuk mengambil tindakan yang tepat dalam menjaga kesehatan tanaman dan mengoptimalkan hasil panen. Melalui pengambilan keputusan berbasis data, petani dapat mengurangi pemborosan sumber

daya dan memperbaiki kualitas produk tanpa merusak lingkungan.

Meskipun banyak inovasi teknologi yang telah tersedia, implementasinya masih menghadapi tantangan, terutama di negara-negara berkembang. Keterbatasan infrastruktur digital, biaya awal yang tinggi, serta kurangnya pengetahuan dan pelatihan untuk mengoperasikan teknologi tersebut sering kali menjadi hambatan. Namun, dengan adanya upaya kolaborasi antara pemerintah, institusi pendidikan, dan sektor swasta, akses terhadap teknologi ini dapat ditingkatkan, sehingga manfaatnya dapat dirasakan oleh petani di berbagai skala produksi.

Teknologi pertanian yang berkelanjutan memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim. Dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk dan pestisida kimia serta menghemat penggunaan air, teknologi ini membantu menekan emisi gas rumah kaca dan menjaga kualitas tanah. Selain itu, teknologi pertanian menjadi sarana potensial untuk mendukung pencapaian tujuan keberlanjutan global, terutama tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) “Tanpa Kelaparan” (poin 2). Dimana mencakup target mengakhiri kelaparan, mencapai ketahanan pangan, memperbaiki nutrisi, serta mendorong budidaya pertanian yang berkelanjutan. Teknologi ini juga sejalan dengan poin “Kehidupan di Darat” (poin 15) dan “Aksi Iklim” (poin 13), yang bertujuan melindungi ekosistem darat dan mengurangi dampak perubahan iklim. Sehingga dengan diterapkannya teknologi pertanian yang berkelanjutan tidak hanya bermanfaat bagi para petani, namun juga dapat berkontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat dan pelestarian lingkungan dalam skala yang lebih luas.

Pada bab ini akan membahas berbagai inovasi dalam agroekoteknologi, dengan fokus pada pertanian presisi, sistem irigasi pintar, dan penggunaan sensor. Ketiga teknologi ini menjadi fondasi bagi transformasi sektor pertanian menuju keberlanjutan. Melalui eksplorasi konsep, manfaat, serta tantangan penerapannya, diharapkan bab ini dapat menambah wawasan dan dapat mendukung pengembangan teknologi pertanian yang berkelanjutan di masa depan.

2.2 Pertanian Presisi

Pertanian presisi merupakan pendekatan modern yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan efisiensi sumber daya sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Konsep ini menggunakan teknologi informasi dan sistem monitoring berbasis sensor untuk mengelola lahan dan tanaman secara spesifik dan akurat, sehingga setiap tindakan pertanian dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan kondisi lingkungan. Pendekatan ini mencakup berbagai teknologi, seperti Internet of Things (IoT), GPS,, pemantauan data secara real-time untuk mengelola input pertanian seperti air, pupuk, dan pestisida dengan efisien.

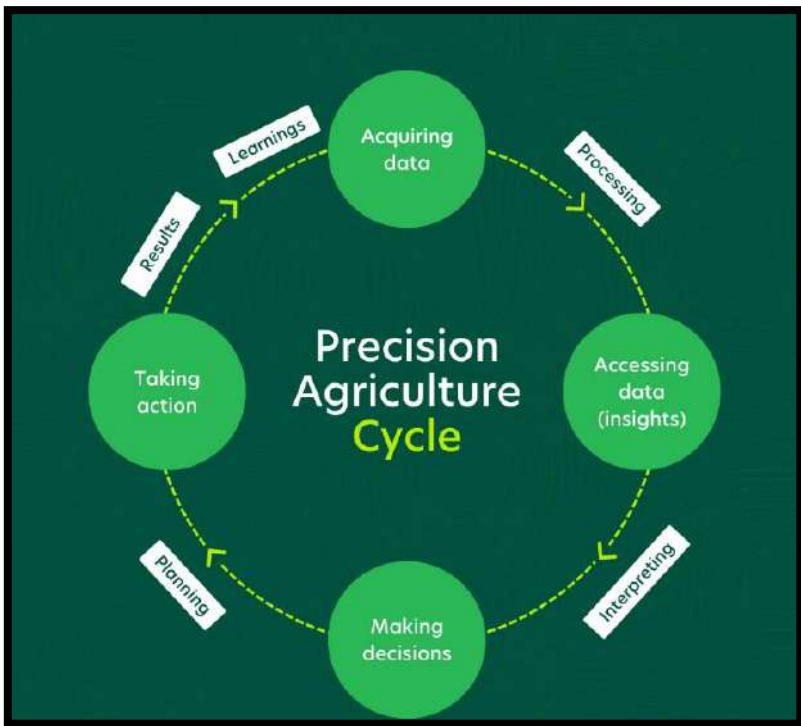
Menurut Javaid *et al* (2022), pertanian presisi dalam Pertanian 4.0 memungkinkan petani menggunakan strategi berbasis data untuk menanam dan merawat tanaman secara optimal, memanfaatkan lahan yang dapat ditanami dengan efisien sambil menjaga keberlanjutan sumber daya. Teknologi big data dalam Pertanian 4.0 membuka potensi besar dalam meningkatkan produktivitas dan kinerja tanaman melalui analisis informasi yang sebelumnya tidak tersentuh, memungkinkan pemanfaatan data dalam mengoptimalkan seluruh rantai pasokan dengan lebih cerdas, efisien, dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Pertanian presisi memperkenalkan pendekatan rendah masukan (low input) yang memungkinkan penggunaan sumber daya secara efisien (Jamil et al., 2023). Dalam hal ini, input pertanian diberikan tepat waktu, jumlah, dan lokasi sesuai kebutuhan spesifik tanaman. Teknologi ini meminimalisir penggunaan air dan pupuk serta mengurangi emisi gas rumah kaca, sehingga dapat mendukung tujuan keberlanjutan lingkungan. Keuntungan dari pertanian presisi tidak hanya terletak pada peningkatan hasil panen dan kualitas produk, tetapi juga pada kemampuan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem, seperti degradasi tanah dan polusi air. Pertanian presisi merupakan sistem manajemen pertanian yang mengedepankan efisiensi sumber daya melalui peningkatan

hasil dan pengurangan penggunaan input serta dampak lingkungan.

Penggunaan teknologi informasi dan sensor dalam pertanian presisi memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik berdasarkan data lingkungan dan kebutuhan spesifik tanaman. Menurut Cook dan Bramley (2001), pertanian presisi memanfaatkan data akurat mengenai kondisi lahan, tanaman, dan lingkungan untuk membuat keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan pertanian. Adanya data secara real-time membantu petani dapat menentukan kapan dan di mana input pertanian seperti pupuk dan air diperlukan. Dengan mengumpulkan dan menganalisis informasi mengenai variabel seperti kualitas tanah, kelembaban, dan kebutuhan nutrisi tanaman, petani dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi biaya produksi. Teknologi ini berkontribusi secara signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan praktik pertanian.

Penerapan pertanian presisi melibatkan empat tahapan penting. Pertama, tahap perolehan informasi, di mana data tentang kondisi lahan, tanaman, dan faktor lingkungan dikumpulkan. Setelah itu, data yang diperoleh akan diinterpretasikan untuk memahami pola dan variasi yang ada. Tahap berikutnya adalah evaluasi, di mana informasi yang sudah dianalisis dinilai untuk menentukan tindakan yang diperlukan. Terakhir, pada tahap kontrol, tindakan atau pengelolaan input diterapkan sesuai dengan hasil evaluasi yang dilakukan sebelumnya.



Gambar 2.2. Siklus Pertanian Presisi
(Sumber : www.farm21.com)

Pertanian presisi menjadi solusi strategis dalam meningkatkan produktivitas secara optimal dengan memanfaatkan teknologi canggih, seperti sensor dan data real-time, yang memungkinkan petani menyesuaikan input sesuai kebutuhan spesifik lahan dan tanaman. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi pemborosan sumber daya, tetapi juga memastikan keberlanjutan lingkungan dalam jangka Panjang (Simatupang et al., 2018).

2.3 Sistem Irigasi Pintar

Sistem irigasi pintar menjadi salah satu inovasi terpenting dalam upaya menuju pertanian yang berkelanjutan. Di tengah tantangan perubahan iklim dan kebutuhan akan efisiensi sumber daya yang semakin mendesak, teknologi ini

menawarkan solusi untuk pengelolaan air yang lebih baik. Dengan memanfaatkan teknologi sensor dan perangkat lunak, sistem irigasi pintar mampu memantau kondisi tanah dan tanaman secara real-time. Hal ini memungkinkan petani untuk memberikan penyiraman yang tepat, pada waktu yang tepat, dan dengan jumlah air yang sesuai, sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan hasil pertanian.

Salah satu keuntungan utama dari sistem irigasi pintar adalah kemampuannya untuk beradaptasi dengan perubahan kondisi cuaca. Dengan adanya data cuaca yang akurat dan informasi kelembaban tanah, petani dapat mengatur jadwal irigasi mereka berdasarkan kebutuhan spesifik tanaman, bukan berdasarkan asumsi atau pengalaman sebelumnya. Ini sangat penting di daerah yang rentan terhadap perubahan iklim, di mana pola curah hujan bisa sangat tidak menentu. Dengan pendekatan ini, tidak hanya produktivitas tanaman yang meningkat, tetapi juga kualitas hasil panen dapat terjaga dengan lebih baik.

Integrasi sistem irigasi pintar dalam praktik pertanian presisi juga membawa manfaat yang signifikan. Melalui pemantauan yang cermat terhadap kelembaban tanah dan kebutuhan air, petani dapat membuat keputusan berbasis data yang lebih tepat. Misalnya, dengan menggunakan sensor yang terpasang di lahan, petani dapat mengetahui secara tepat kapan dan seberapa banyak air yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini mengarah pada efisiensi yang lebih besar dalam penggunaan air, serta pengurangan limbah yang sering terjadi akibat irigasi yang tidak terencana.

Selain itu, penerapan sistem irigasi pintar membantu petani mengurangi biaya operasional. Dengan meminimalkan penggunaan air dan energi selama proses irigasi, petani tidak hanya menghemat biaya, tetapi juga mengurangi dampak lingkungan dari kegiatan pertanian mereka. Zulfikhar et al. (2024) menjelaskan bahwa adopsi teknologi cerdas memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi penggunaan air, di mana irigasi pintar berperan dalam optimalisasi sumber daya air. Adopsi teknologi irigasi pintar memberikan manfaat ekonomi yang signifikan, terutama bagi petani kecil yang sering

kali beroperasi dengan margin keuntungan tipis. Dengan penghematan biaya, petani dapat menginvestasikan kembali pada usaha mereka, seperti peningkatan kualitas tanah atau pengembangan varietas tanaman. Hal ini sejalan dengan pentingnya pemahaman terhadap studi kelayakan agribisnis, yang melibatkan evaluasi investasi dan risiko besar untuk memastikan kelayakan dan keberlanjutan usaha dalam jangka panjang (Fauzan et al., 2023).

Sistem irigasi pintar juga mendorong petani untuk beralih ke praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Ketika mereka mulai melihat hasil positif dari penerapan teknologi ini, ada kecenderungan untuk membuka diri terhadap inovasi lain yang dapat meningkatkan keberlanjutan. Misalnya, petani dapat lebih tertarik untuk menggunakan pupuk organik atau teknik konservasi tanah yang membantu meningkatkan kesuburan dan menjaga keseimbangan ekosistem pertanian mereka. Dengan demikian, sistem irigasi pintar bukan hanya menjadi alat pengelolaan air, tetapi juga berfungsi sebagai pemicu perubahan positif dalam pola pikir dan praktik pertanian.

Teknologi irigasi dan manajemen air memainkan peran yang sangat penting dalam peningkatan produktivitas pertanian. Penerapan yang efektif dan didukung oleh kebijakan yang tepat, teknologi ini dapat mengatasi tantangan pengelolaan air, meningkatkan efisiensi sumber daya, serta memastikan hasil pertanian yang optimal. Pengelolaan yang baik tidak hanya meningkatkan hasil produksi, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan pertanian di masa depan (Wahditiya et al., 2024).

Sistem irigasi pintar merupakan elemen kunci dalam teknologi pertanian berkelanjutan yang dapat membantu petani menghadapi berbagai tantangan yang ada. Dengan pendekatan berbasis data dan penggunaan teknologi yang tepat, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan produktivitas, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan ekonomi. Di masa depan, pengembangan lebih lanjut dalam teknologi irigasi pintar diharapkan dapat memperkuat ketahanan pertanian dan memastikan ketahanan pangan global, di tengah tantangan yang semakin kompleks.

2.4 Teknologi Sensor

Teknologi sensor merupakan komponen vital dalam perkembangan pertanian berkelanjutan, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan sumber daya. Teknologi ini menggunakan jaringan sensor yang terhubung ke internet, yang sering disebut sebagai Internet of Things (IoT). IoT memungkinkan perangkat untuk saling berkomunikasi dan berbagi data secara real-time, memudahkan pemantauan dan pengendalian sistem secara lebih efisien (Halawa, 2024). Sensor memungkinkan pengumpulan data mengenai berbagai aspek lingkungan, seperti kelembaban tanah, suhu, dan kadar nutrisi, yang sangat penting dalam pengambilan keputusan pertanian. Melalui informasi yang akurat, petani dapat membuat keputusan yang lebih baik mengenai pengelolaan air, pemupukan, dan penanaman, sehingga mengoptimalkan hasil pertanian sambil meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Salah satu jenis sensor yang banyak digunakan dalam pertanian adalah sensor kelembaban tanah. Sensor kelembaban tanah menggunakan dua batang konduktif yang ditanam di tanah. Batang-batang ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dan mengukur hambatan yang terjadi, yang kemudian digunakan untuk menentukan tingkat kelembaban tanah (Putra, 2020). Sensor ini dapat dipasang di dalam tanah untuk memantau tingkat kelembaban secara langsung. Dengan informasi yang diperoleh, petani dapat menentukan kapan waktu yang tepat untuk menyiram tanaman, menghindari pengairan berlebihan yang dapat menyebabkan pemborosan air dan menurunnya kualitas tanah. Misalnya, di daerah dengan iklim kering, penggunaan sensor kelembaban tanah dapat membantu petani menjaga keseimbangan air di lahan pertanian mereka, sehingga tanaman tetap sehat dan produktif.

Selain sensor kelembaban, sensor suhu juga sangat penting dalam pertanian. Sensor ini membantu petani memantau suhu udara dan suhu tanah, yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Dengan data suhu yang akurat, petani dapat merencanakan waktu tanam dan

memprediksi perkembangan hama dan penyakit yang mungkin muncul. Sebagai contoh, dengan menggunakan sensor suhu, petani dapat mengantisipasi kemungkinan serangan hama tertentu yang biasanya muncul pada suhu tertentu, sehingga mereka dapat mengambil langkah pencegahan yang diperlukan.

Sensor kualitas udara juga memiliki peranan penting dalam pertanian berkelanjutan. Sensor ini dapat mengukur kadar karbon dioksida (CO_2), nitrogen dioksida (NO_2), dan partikel polutan lainnya di udara. Data ini memungkinkan petani untuk memahami kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Misalnya, dalam sistem pertanian yang berlokasi dekat area industri, sensor kualitas udara dapat membantu petani mengidentifikasi kapan polusi udara mungkin memengaruhi tanaman mereka, sehingga tindakan mitigasi dapat diambil.

Pada konteks pertanian presisi, sensor juga berfungsi untuk memantau kebutuhan nutrisi tanaman. Sensor yang dapat mengukur konsentrasi elemen hara dalam tanah, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, memungkinkan petani untuk memberikan pupuk yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penggunaan teknologi ini, selain membantu petani meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, tetapi juga mengurangi risiko pencemaran lingkungan akibat penggunaan pupuk berlebih.

Penggunaan teknologi sensor dalam pertanian tidak hanya terbatas pada pemantauan kondisi lahan, tetapi juga dapat diterapkan dalam pengelolaan hama dan penyakit. Sensor yang dapat mendeteksi keberadaan hama tertentu atau gejala penyakit pada tanaman dapat memberikan informasi awal kepada petani. Misalnya, sensor berbasis citra dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan warna atau tekstur daun yang menunjukkan adanya infeksi penyakit, memungkinkan petani untuk mengambil tindakan segera sebelum masalah menjadi lebih serius.

Selain itu, integrasi teknologi sensor dengan sistem irigasi pintar juga merupakan langkah penting menuju pertanian berkelanjutan. Dengan menghubungkan sensor kelembaban tanah dan suhu dengan sistem irigasi otomatis, petani dapat

secara efisien mengatur penyiraman tanaman berdasarkan data yang diperoleh. Contoh penerapannya adalah penggunaan sistem irigasi yang terhubung dengan sensor kelembaban tanah yang secara otomatis mengatur aliran air sesuai dengan kebutuhan tanaman, mengurangi pemborosan air secara signifikan. Dalam aplikasi penerapan teknologi ini, mikrokontroler digunakan dalam sistem monitoring pertanian untuk mengintegrasikan berbagai sensor, seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Mikrokontroler berperan penting dalam mengumpulkan dan memproses data secara real-time, memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan akurat (Saydi, 2021). Modul mikrokontroler yang umum digunakan dalam penggunaan teknologi ini adalah Arduino dan Raspberry Pi (Al-Hakim et al., 2022).

Teknologi sensor merupakan alat yang sangat berharga dalam mewujudkan pertanian yang berkelanjutan. Kemampuannya dalam mengumpulkan dan menganalisis data secara akurat menjadikan petani dapat mengelola sumber daya mereka dengan lebih bijak, meningkatkan produktivitas, dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Melalui inovasi yang terus berlanjut dalam teknologi sensor, masa depan pertanian berkelanjutan semakin cerah, menjanjikan ketahanan pangan dan kesejahteraan bagi generasi mendatang.

2.5 Kesimpulan

Teknologi pertanian berkelanjutan telah menunjukkan potensi signifikan dalam mengatasi tantangan ketahanan pangan global dan perlindungan lingkungan. Penerapan pertanian presisi melalui metode berbasis data memungkinkan pengelolaan sumber daya secara optimal. Melalui pemantauan yang cermat dan analisis data, petani dapat melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi produksi serta meminimalisasi penggunaan input seperti air dan pupuk, yang sering kali berkontribusi pada kerusakan ekosistem.

Sistem irigasi pintar sebagai salah satu inovasi utama, telah memperlihatkan efektivitas dalam pengelolaan air yang

berkelanjutan. Dengan integrasi teknologi sensor dan perangkat lunak pengendali, sistem ini tidak hanya memberikan data real-time mengenai kebutuhan air tanaman, tetapi juga memungkinkan penggunaan air secara lebih hemat. Sedangkan penggunaan sensor dalam pertanian berkelanjutan memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai kondisi tanah dan lingkungan. Informasi yang diperoleh dari sensor dapat membantu dalam perencanaan dan pengelolaan input pertanian, seperti pemupukan dan pengendalian hama, sehingga mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan.

Meskipun demikian, implementasi teknologi pertanian berkelanjutan di negara-negara berkembang masih dihadapkan pada sejumlah tantangan. Keterbatasan infrastruktur, biaya tinggi, dan kurangnya pemahaman tentang teknologi baru menjadi faktor penghambat. Menurut Rusmayadi et al., (2023), kolaborasi antara petani, pembuat kebijakan, peneliti, dan pelaku industri sangat penting dalam keberhasilan pertanian presisi. Sinergi antar pihak ini membantu mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang, sehingga meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam sektor pertanian.

Adopsi teknologi pertanian berkelanjutan tidak hanya memberikan solusi untuk meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan sosial. Oleh karena itu, investasi dalam pengembangan dan penerapan teknologi ini menjadi krusial untuk mencapai visi pertanian yang tidak hanya memenuhi kebutuhan pangan masa kini tetapi juga mempertimbangkan kelestarian lingkungan untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hakim, R., Pangestu, A., Hidayah, H., Faizah, S., & Nugraha, D. (2022). *Pemanfaatan Teknologi IoT untuk Pertanian Berkelanjutan (IoT Technology for Sustainable Agriculture)*.
- Cook, S. E., & Bramley, R. G. V. (2001). Precision agriculture: Using paddock information to make cropping systems internationally competitive. *Emerging Technologies in Agriculture: From Ideas to Adoption, January 2000*. www.brs.gov.au
- Fauzan, R., Zainal, A., Alaydrus, A., Fatima, I., Mutiarasari, R., Santoso, R., Kusnadi, I. H., & Safitri, E. (2023). *Studi Kelayakan Agribisnis (Pertama)*. Get Press. www.globaleksekitifteknologi.co.id
- Halawa, D. N. (2024). *Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia*. 6(02), 502–512.
- Hamsyin, Hartanto, N., & Alaydrus, A. Z. A. (2024). Informasi Spasial Sebaran Dan Analisis Kebutuhan Alat Dan Mesin Pertanian di Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 7(1), 55–64.
- Jamil, A., Hermanto, Rahmanto, Prabowo, A., & Alihamsyah, T. (2023). *Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi*. Agro Indo Mandiri.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 150–164. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.09.004>
- Putra, B. T. W. (2020). *Internet of things untuk pertanian*. Universitas Jember.
- Rusmayadi, G., Mulyanti, D. R., & Alaydrus, A. Z. A. (2023). Revolutionizing Agrotechnology: Meeting Global Food Demand through Sustainable and Precision Farming Innovations. *West Science Interdisciplinary Studies*, 1(08),

600–609. <https://doi.org/10.58812/wsis.v1i08.172>

Saydi, R. (2021). *Monitoring Curah Hujan dan Kelengasan Tanah Lahan Pertanian Menggunakan Sensor Berbasis Internet of Things (IoT) sebagai Dasar Pertanian Presisi Monitoring*. 6(1), 25–31.

Simatupang, P., Sumarno, Pasandaran, E., & Syakir, M. (2018). *Sinergi Inovasi Kebijakan dan Teknologi Menuju Kesejahteraan Petani*. IAARD PRESS.

Wahditiya, A. A., Kurniawan, A., Meyuliana, A., Yora, M., Jamilah, & Dkk. (2024). *Teknologi Produksi Tanaman Pangan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.

BAB 3

PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR DAN TANAH UNTUK KETAHANAN PANGAN

Oleh Rahadian Adi Prasetyo

3.1 Pendahuluan

Pengelolaan sumber daya air dan tanah yang berkelanjutan adalah kunci utama dalam mencapai ketahanan pangan suatu negara. Sumber daya ini sangat mempengaruhi kemampuan sebuah negara untuk menyediakan pangan yang memadai bagi penduduknya. Sumber daya ini tidak hanya mendukung produksi pangan, namun juga memegang peranan penting dalam menjaga kelestarian alam. Ketahanan pangan dapat dikatakan tercapai jika seluruh masyarakat memiliki akses terhadap pangan yang cukup, baik segi kualitas maupun kuantitasnya, juga aman, beragam, bergizi seimbang, beragam, merata, terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat.

Pada negara berkembang, pengelolaan sumber daya air dan tanah menghadapi berbagai hambatan, seperti degradasi lahan, pencemaran air, serta perubahan iklim. Ketergantungan pada sistem pertanian dan sistem irigasi konvensional sering kali menyebabkan kerusakan pada tanah dan sumber daya air. Sistem pertanian konvensional lebih banyak menggunakan pupuk kimia dan pestisida dibanding pupuk organik. Sedangkan, sistem irigasi konvensional tidak menerapkan penggunaan air yang efisien bagi tanaman. Akibatnya, produktivitas lahan pertanian menurun, sehingga menghambat terpenuhinya kebutuhan akan pangan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia.

Perubahan iklim semakin memperburuk kerentanan ketahanan pangan. Menurut Suarja. et al., 2024; dampak

perubahan iklim terhadap ketahanan pangan sangat signifikan dan dapat mempengaruhi berbagai aspek. Terjadinya perubahan cuaca yang ekstrem menyebabkan banjir, kekeringan, dan perubahan musim tanam. Fenomena ini tidak hanya mengganggu pola produksi pangan tetapi juga meningkatkan ketidakpastian tercapainya ketahanan pangan. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya air dan tanah yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim menjadi sangat penting. Beberapa cara yang dapat digunakan dalam pengelolaan sumber daya tanah dan air untuk mencapai ketahanan pangan antara lain penerapan teknologi pertanian yang ramah lingkungan, seperti pengelolaan irigasi yang efisien dan penggunaan pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah, penerapan teknik konservasi tanah, permakultur dan pemanfaatan lahan sesuai tingkat kemampuan dan kesesuaiannya.

Pentingnya pengelolaan sumber daya tanah dan air yang baik berkaitan erat dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Untuk mencapai ketahanan pangan jangka panjang, diperlukan pendekatan yang melibatkan masyarakat, pemerintah, dan sektor swasta dalam merancang kebijakan yang mengintegrasikan konservasi alam dengan produksi pangan. Edukasi dan sosialisasi akan pentingnya pengelolaan sumber daya tanah dan air yang bijaksana sangat dibutuhkan agar setiap pemangku kepentingan dapat berkontribusi dalam menjaga kelestarian sumber daya alam ini.

Dengan demikian, pengelolaan sumber daya air dan tanah yang efektif dan berkelanjutan tidak hanya akan mendukung ketahanan pangan, tetapi juga memperkuat ketahanan ekonomi dan sosial masyarakat. Hal ini akan menciptakan sistem pangan yang lebih resilient, mampu bertahan menghadapi goncangan eksternal seperti krisis ekonomi atau bencana alam, serta memastikan tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan. Kolaborasi lintas sektor dan komitmen terhadap prinsip-prinsip keberlanjutan akan menjadi kunci untuk mencapai ketahanan pangan yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

3.2 Sistem Irigasi Efisien

Sistem irigasi yang efisien memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan di Indonesia, mengingat sebagian besar penduduk Indonesia bergantung pada sektor pertanian. Di negara dengan iklim tropis dan curah hujan yang bervariasi, irigasi yang baik dapat mengoptimalkan hasil pertanian dan mengurangi kerugian akibat kekeringan atau banjir. Salah satu bentuk irigasi yang banyak digunakan di Indonesia adalah irigasi teknis yang memanfaatkan saluran air dari sungai atau waduk. Sistem ini memungkinkan distribusi air yang merata ke lahan pertanian, meskipun pengelolaannya sering kali menghadapi tantangan seperti pendangkalan saluran dan kerusakan infrastruktur akibat bencana alam.

Namun, pengelolaan irigasi di Indonesia seringkali masih menghadapi masalah efisiensi air. Banyak saluran irigasi yang sudah tua dan tidak terawat dengan baik, menyebabkan banyaknya pemborosan air. Di samping itu, pola tanam yang kurang terkoordinasi dan tingginya tingkat konversi lahan menjadi pemukiman atau industri membuat lahan pertanian yang teririgasi menjadi terbatas. Oleh karena itu, salah satu langkah penting untuk meningkatkan efisiensi irigasi adalah dengan memperbaiki dan merevitalisasi infrastruktur irigasi yang ada serta meningkatkan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.

Sistem irigasi yang efisien juga harus mempertimbangkan pemanfaatan teknologi modern. Penelitian yang dilakukan oleh Alfiansyah., et al, 2024 menunjukkan inovasi dalam teknik irigasi secara langsung akan mempengaruhi hasil panen dan efisiensi penggunaan sumber daya tanah dan air. Inovasi tersebut akan meningkatkan produktivitas dan mengurangi konsumsi air. Teknologi seperti irigasi tetes (*drip irrigation*) dan sistem irigasi berbasis sensor dapat membantu mengoptimalkan penggunaan air dengan menyesuaikan kebutuhan tanaman secara lebih akurat. Sistem ini tidak hanya mengurangi pemborosan air, tetapi juga meningkatkan produktivitas pertanian dengan memberikan pasokan air yang tepat sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman. Teknologi

semacam ini masih jarang diterapkan di Indonesia, namun dapat menjadi solusi jangka panjang dalam menghadapi permasalahan kekurangan air yang sering terjadi di musim kemarau.

Selain itu, untuk meningkatkan efisiensi irigasi, penting bagi petani untuk mendapatkan pendampingan terkait manajemen air yang baik. Pemahaman tentang teknik irigasi yang efisien, seperti penjadwalan pengairan yang tepat dan pemeliharaan saluran irigasi, dapat membantu petani dalam mengelola sumber daya air lebih tepat. Pendampingan oleh penyuluh pertanian atau lembaga pemerintah juga menjadi faktor penting dalam mendorong penerapan teknologi dan metode irigasi yang lebih efisien di lapangan.

3.3 Pertanian Organik

Penerapan pertanian organik di Indonesia semakin mendapat perhatian sebagai solusi untuk mengelola sumber daya tanah dan air secara berkelanjutan dalam rangka mencapai ketahanan pangan. Pertanian organik adalah sistem pertanian holistik yang mendukung dan mempercepat keanekaragaman makhluk hidup, siklus biologi serta aktivitasnya (Mayrowani, 2012). Pertanian organik mengutamakan penggunaan bahan-bahan alami dan ramah lingkungan, tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis, tetapi juga meningkatkan kualitas tanah dan air yang digunakan dalam produksi pangan. Salah satu prinsip utama dari pertanian organik adalah menjaga keseimbangan ekosistem pertanian melalui rotasi tanaman, pemupukan organik, dan pengendalian hama secara alami, yang secara langsung berkontribusi pada pelestarian kualitas tanah dan keberlanjutan produksi pertanian. Pertanian organik bertujuan untuk menghasilkan produk pangan yang berkualitas dengan kuantitas memadai, mendorong dan meningkatkan siklus ekosistem pertanian, serta meningkatkan kesuburan tanah (Dadi, 2021).

Di Indonesia, banyak petani yang mulai beralih ke pertanian organik dengan tujuan meningkatkan kesuburan tanah yang telah terdegradasi akibat penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang berlebihan. Penggunaan pupuk organik

seperti kompos dan pupuk hijau dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air. Hal ini sangat penting, terutama di daerah yang sering mengalami masalah kekeringan atau pengurangan cadangan air tanah akibat penurunan kualitas tanah. Selain itu, pertanian organik dapat mengurangi pencemaran air yang diakibatkan oleh penggunaan pupuk kimia dan pestisida, sehingga menjaga keberlanjutan sumber daya air yang menjadi kunci utama dalam pertanian.

Selain manfaat untuk tanah, pertanian organik juga membantu mengurangi ketergantungan pada air irigasi. Dalam sistem pertanian organik, tanah yang kaya akan bahan organik memiliki kemampuan untuk menahan air lebih baik, mengurangi evaporasi, dan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Hal ini dapat membantu tanaman untuk bertahan lebih baik dalam kondisi kekeringan atau musim kemarau, serta mengurangi kebutuhan irigasi yang berlebihan. Di banyak daerah di Indonesia, sistem pertanian organik telah terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air, terutama pada tanaman pangan seperti padi, jagung, dan kedelai yang sangat bergantung pada ketersediaan air.

Penerapan pertanian organik juga mendukung prinsip keberlanjutan dalam rangka ketahanan pangan nasional (Siregar, 2023). Pengurangan penggunaan bahan kimia yang merusak tanah dan air, pertanian organik tidak hanya memberikan manfaat jangka panjang bagi petani dan konsumen, tetapi juga bagi lingkungan secara keseluruhan. Dalam jangka panjang, peningkatan kesuburan tanah melalui praktek pertanian organik memungkinkan hasil panen yang lebih stabil dan berkelanjutan, meskipun dalam kondisi iklim yang tidak menentu. Selain itu, pertanian organik memiliki potensi untuk meningkatkan daya saing produk pangan lokal, yang semakin dicari oleh konsumen yang peduli dengan kesehatan dan keberlanjutan lingkungan.

3.4 Penerapan Teknik Konservasi Tanah

Di Indonesia, teknik konservasi tanah menjadi kunci dalam pengelolaan sumber daya alam, terutama tanah dan air, untuk mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan. Salah satu teknik utama yang diterapkan adalah teras bangku, yaitu pembentukan lapisan-lapisan tanah berbentuk tangga pada lahan yang berbukit dan berlereng. Lereng merupakan salah satu faktor penyebab besarnya potensi erosi pada budidaya tanaman pangan pada daerah kering (Erfandi, 2016). Teknik ini bertujuan untuk memperlambat aliran air hujan, sehingga mengurangi erosi tanah yang dapat menghilangkan lapisan subur dan merusak struktur tanah. Dengan teras bangku, tanah tetap terjaga kesuburannya, yang memungkinkan pertanian terus dilakukan meski di lahan dengan kemiringan yang cukup curam, serta meningkatkan kemampuan tanah menyerap air, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman.

Penanaman tanaman penutup tanah juga menjadi strategi penting dalam konservasi tanah di Indonesia. Tanaman penutup seperti legum, rumput-rumputan, atau tanaman pengendali erosi lainnya membantu mencegah erosi dengan memperkuat struktur tanah. Akar dari tanaman-tanaman ini berfungsi untuk mengikat partikel tanah, sehingga mencegah pergerakan tanah yang disebabkan oleh air hujan atau angin. Selain itu, tanaman penutup tanah juga meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah yang penting untuk kesuburan tanah jangka panjang. Dengan keberadaan tanaman ini, kualitas tanah tetap terjaga dan tanah dapat terus mendukung hasil pertanian yang optimal. Tanaman penutup tanah yang sudah dikenal oleh masyarakat antara lain *Crotalaris* sp, *Canavalia* sp, *Vigna* sp, *Tephrosia* sp, *Dioscorea* sp, *Ipomea batatas*, *Mucuna* sp (Erfandi, 2016).

Teknik lain yang juga diterapkan adalah pengelolaan air secara bijaksana, yang sangat penting dalam konteks perubahan iklim dan ketahanan pangan. Salah satu metode yang digunakan adalah pembuatan sumur resapan dan *embung* untuk menampung air hujan selama musim penghujan dan mengalirkannya ke area pertanian pada musim kemarau. Teknik

ini membantu mengatasi masalah kekeringan di daerah-daerah yang tergantung pada irigasi teknis. Selain itu, saluran drainase yang efisien dapat digunakan untuk mengalirkan air secara merata, menghindari genangan yang dapat merusak tanaman, sekaligus mencegah erosi. Pengelolaan air yang baik memungkinkan keberlanjutan produksi pertanian meskipun dalam kondisi cuaca yang tidak menentu. Adanya pengairan yang berasal dari embung bagi lahan pertanian khususnya sawah dapat meningkatkan indeks pertanaman (Supriatna, 2012).

Penggunaan bahan organik juga merupakan bagian penting dari teknik konservasi tanah. Pupuk organik, seperti kompos atau pupuk hijau, tidak hanya menyuburkan tanah, tetapi juga meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan air dan mengurangi kerusakan akibat erosi. Penerapan agroforestri, yaitu sistem pertanian yang mengintegrasikan pohon dengan tanaman pertanian, juga sangat mendukung konservasi tanah. Pohon-pohon yang ditanam di antara tanaman pertanian berfungsi sebagai pelindung tanah dari erosi angin, serta membantu memperbaiki kualitas tanah dengan menambah bahan organik dan menjaga kelembapan tanah. Agroforestri dapat meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan sambil menjaga keberagaman hayati dan memperbaiki keseimbangan ekosistem.

3.5 Permakultur

Permakultur adalah sebuah pendekatan desain pertanian yang berfokus pada penciptaan sistem yang berkelanjutan dan harmonis dengan alam (Suwarno, 2024). Dalam konteks pertanian berkelanjutan, permakultur mengutamakan prinsip-prinsip seperti efisiensi penggunaan sumber daya, keanekaragaman hayati, dan pengelolaan tanah yang sehat untuk meningkatkan ketahanan pangan. Pendekatan ini menggabungkan berbagai teknik seperti rotasi tanaman, agroforestri, dan pemanfaatan tanaman penutup untuk meminimalkan ketergantungan pada input eksternal seperti pupuk kimia dan pestisida. Dengan cara ini, permakultur tidak

hanya berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan, tetapi juga menciptakan sistem pertanian yang lebih tangguh terhadap perubahan iklim dan gangguan eksternal.

Salah satu aspek kunci dalam permakultur adalah menciptakan ekosistem pertanian yang dapat menghasilkan pangan secara berkelanjutan tanpa merusak lingkungan. Dalam desain permakultur, prinsip *stacking functions* diterapkan, di mana setiap elemen dalam sistem pertanian memiliki lebih dari satu fungsi. Misalnya, pohon dalam sistem agroforestri tidak hanya berfungsi sebagai peneduh atau pengikat tanah, tetapi juga dapat menghasilkan buah, kayu bakar, atau bahkan menjadi tempat hidup bagi berbagai spesies penyerbuk. Dengan cara ini, keberagaman fungsi dalam satu unit lahan dapat meningkatkan ketahanan pangan dengan menyediakan beragam sumber daya yang saling mendukung satu sama lain.

Permakultur juga mengedepankan penggunaan sumber daya lokal dan pengelolaan air yang efisien, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan global. Teknik seperti pemanenan air hujan, serta pembuatan sumur resapan untuk mengalirkan air ke tanaman, menjadi bagian dari desain permakultur. Pengelolaan air yang baik sangat penting dalam menjaga kelangsungan produksi pertanian, terutama di daerah yang rawan kekeringan. Dengan memanfaatkan sistem irigasi alami dan pemanfaatan air hujan secara maksimal, pertanian berbasis permakultur dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya air yang terbatas dan lebih rentan terhadap perubahan iklim.

Selain itu, permakultur memperkenalkan konsep *closed-loop system*, yaitu sistem yang menutup aliran energi dan materi dalam satu ekosistem. Limbah organik dari tanaman atau ternak diproses kembali menjadi kompos yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanah. Hal ini mengurangi kebutuhan akan input eksternal dan menciptakan siklus yang lebih efisien dalam pemanfaatan sumber daya. Dengan mengurangi ketergantungan pada input luar seperti bahan bakar fosil, bahan kimia, dan air yang tidak terbarukan, permakultur memberikan solusi berkelanjutan untuk meningkatkan ketahanan pangan dengan cara yang ramah lingkungan. Prinsip-prinsip ini memungkinkan

sistem pertanian untuk berfungsi secara otonom dan tetap produktif dalam jangka panjang tanpa merusak lingkungan atau mengurangi kesuburan tanah.

3.6 Agroforestri

Agroforestri, yang mengintegrasikan penanaman pohon dengan kegiatan pertanian atau peternakan, berperan penting dalam mencapai ketahanan pangan dengan menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan dan tahan terhadap gangguan eksternal. Sistem agroforestri memungkinkan petani untuk menghasilkan berbagai produk pangan dari satu lahan, seperti buah-buahan, kacang-kacangan, dan rempah-rempah, selain tanaman pangan utama seperti padi, jagung, atau sayuran. Dengan meningkatkan keanekaragaman tanaman, agroforestri dapat memperkuat ketahanan pangan keluarga atau komunitas, mengurangi ketergantungan pada satu jenis komoditas pangan yang rentan terhadap fluktuasi pasar atau perubahan iklim.

Salah satu kontribusi utama agroforestri terhadap ketahanan pangan adalah peningkatan kualitas dan kesuburan tanah. Pohon-pohon yang ditanam dalam sistem agroforestri memiliki akar yang dalam yang dapat menyerap air dan unsur hara dari lapisan tanah yang lebih dalam, sehingga menjaga kelembaban tanah selama musim kemarau. Selain itu, daun pohon yang gugur menjadi bahan organik yang memperbaiki struktur tanah dan menambah kandungan unsur hara. Proses ini membantu menjaga kesuburan tanah dalam jangka panjang, mengurangi erosi tanah, dan memungkinkan lahan tetap produktif meskipun intensitas pertanian terus meningkat.

Agroforestri juga berperan dalam pengelolaan air yang lebih efisien, yang merupakan faktor penting dalam mendukung ketahanan pangan, terutama di daerah yang rawan kekeringan. Pohon-pohon yang ada dalam sistem agroforestri berfungsi untuk menahan aliran air hujan yang deras, mencegah terjadinya erosi, dan mengatur distribusi air ke tanaman pangan di sekitarnya. Dengan menjaga keseimbangan kelembaban tanah, sistem agroforestri membantu mengurangi ketergantungan pada irigasi buatan, yang bisa sangat mahal dan

tidak selalu tersedia di daerah-daerah tertentu. Oleh karena itu, agroforestri mendukung ketahanan pangan dengan cara mengoptimalkan penggunaan air secara alami.

Agroforestri berkontribusi terhadap keberagaman hayati, yang penting untuk stabilitas ekosistem pertanian. Kehadiran berbagai jenis pohon dan tanaman lainnya menciptakan habitat yang mendukung kehidupan spesies flora dan fauna, termasuk predator alami yang mengendalikan hama tanaman. Dengan menurunkan ketergantungan pada pestisida kimia, agroforestri mendukung keberlanjutan pertanian dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Keberagaman hayati ini juga berfungsi sebagai penyangga terhadap perubahan iklim, karena pohon-pohon dalam sistem agroforestri menyerap karbon dan dapat membantu mengurangi dampak pemanasan global, sehingga menciptakan sistem pertanian yang lebih tahan banting dan ramah lingkungan.

3.7 Sistem Tumpang Sari

Sistem tumpang sari adalah teknik pertanian yang melibatkan dua atau lebih jenis tanaman secara bersamaan di lahan yang sama dalam satu periode tanam. Pendekatan ini membantu meningkatkan produktivitas lahan dengan memanfaatkan ruang yang ada secara lebih efisien. Misalnya, tanaman tinggi seperti jagung dapat ditanam bersama dengan tanaman rendah seperti kacang atau sayuran, yang tidak hanya mengurangi kompetisi tetapi juga saling menguntungkan. Tumpang sari memungkinkan petani untuk memproduksi lebih banyak pangan dari luas lahan yang terbatas, yang sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan, terutama di daerah dengan lahan pertanian yang terbatas.

Selain meningkatkan hasil pertanian, sistem tumpang sari juga berkontribusi pada kualitas tanah. Dengan menanam berbagai jenis tanaman, sistem ini mengurangi risiko penurunan kualitas tanah yang disebabkan oleh penanaman satu jenis tanaman yang terus-menerus. Tanaman yang berbeda memiliki kebutuhan unsur hara yang berbeda, sehingga dapat membantu menjaga keseimbangan nutrisi dalam tanah. Misalnya, tanaman

legum yang ditanam bersama tanaman lain dapat memperbaiki kandungan nitrogen di dalam tanah, yang mendukung kesuburan dan mengurangi kebutuhan pupuk kimia. Oleh karena itu, sistem tumpang sari berfungsi untuk mempertahankan kesuburan tanah dalam jangka panjang.

Sistem tumpang sari juga berperan dalam mengurangi risiko gagal panen akibat serangan hama atau penyakit. Karena keanekaragaman tanaman yang ditanam secara bersamaan, serangan hama atau penyakit pada satu jenis tanaman cenderung tidak mempengaruhi tanaman lainnya secara signifikan. Dengan demikian, tumpang sari membantu menciptakan ketahanan terhadap gangguan eksternal seperti serangan hama atau cuaca ekstrem, yang dapat mempengaruhi hasil panen jika hanya satu jenis tanaman yang ditanam. Keberagaman tanaman ini memberikan perlindungan alami yang penting dalam meningkatkan ketahanan pangan keluarga atau komunitas.

Sistem tumpang sari mendukung ketahanan pangan dengan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya seperti air dan sinar matahari. Tanaman yang ditanam bersama-sama dapat saling melengkapi dalam hal pemanfaatan cahaya matahari, air, dan ruang. Misalnya, tanaman yang lebih tinggi dapat memberikan naungan bagi tanaman yang lebih rendah, sehingga mengurangi evaporasi air dan menjaga kelembaban tanah. Dengan cara ini, sistem tumpang sari meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam yang terbatas dan meningkatkan produktivitas lahan secara keseluruhan. Pendekatan ini sangat relevan dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan tekanan terhadap lahan pertanian, serta berperan dalam mewujudkan ketahanan pangan yang berkelanjutan.

3.8 Rotasi Tanaman

Rotasi tanaman adalah salah satu teknik pertanian yang melibatkan pergantian jenis tanaman yang ditanam di suatu lahan secara berkala. Teknik ini sangat efektif dalam mengelola kesuburan tanah dan meningkatkan ketahanan pangan dengan

mengurangi risiko penyakit dan hama yang spesifik pada tanaman tertentu. Misalnya, setelah menanam padi atau jagung, petani dapat mengganti dengan tanaman legum seperti kacang-kacangan yang dapat memperbaiki kandungan nitrogen dalam tanah. Dengan rotasi tanaman, tanah tetap subur karena setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan hara yang berbeda, sehingga tidak menguras unsur hara tertentu secara berlebihan. Hal ini membantu menjaga kesuburan tanah untuk jangka panjang, mendukung ketahanan pangan melalui produksi yang berkelanjutan.

Rotasi tanaman juga mengurangi ketergantungan pada bahan kimia untuk pengendalian hama dan penyakit. Tanaman yang berbeda seringkali memiliki kerentanannya terhadap hama dan penyakit yang berbeda pula. Dengan mengganti tanaman yang ditanam setiap musim, siklus hidup hama dan penyakit yang menyukai satu jenis tanaman dapat diputus. Sebagai contoh, tanaman yang rentan terhadap penyakit tertentu dapat digantikan dengan tanaman yang lebih tahan terhadap serangan hama, sehingga mengurangi penggunaan pestisida dan menciptakan ekosistem pertanian yang lebih sehat. Dengan demikian, rotasi tanaman tidak hanya meningkatkan ketahanan pangan, tetapi juga mendukung pertanian yang lebih ramah lingkungan.

Rotasi tanaman juga membantu dalam mengelola kelembaban tanah dan mengurangi erosi. Beberapa tanaman, seperti tanaman penutup tanah atau tanaman dengan akar yang dalam, dapat mengikat tanah dan mencegah erosi yang sering terjadi setelah tanaman dengan akar yang lebih dangkal ditanam secara berulang. Tanaman yang memiliki akar dalam seperti wortel atau tanaman sereal dapat membantu menjaga kestabilan tanah dan memperbaiki struktur tanah. Selain itu, pergantian tanaman juga membantu mengelola penggunaan air, karena jenis tanaman yang berbeda memiliki kebutuhan air yang berbeda pula. Dengan rotasi yang tepat, penggunaan air dapat lebih efisien, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim.

Selain manfaat ekologi, rotasi tanaman juga mendiversifikasi hasil pertanian dan mengurangi risiko gagal

panen. Dengan menanam berbagai jenis tanaman dalam satu tahun, petani dapat meminimalkan dampak dari kondisi cuaca buruk atau perubahan harga pasar yang dapat mempengaruhi satu komoditas tertentu. Misalnya, jika harga komoditas utama menurun atau cuaca tidak mendukung satu jenis tanaman, hasil dari tanaman lainnya dapat membantu mengimbangi kerugian. Pendekatan ini mendukung ketahanan pangan dengan meningkatkan keberagaman hasil pertanian, sehingga petani memiliki sumber pangan yang lebih stabil dan beragam sepanjang tahun. Dengan mengimplementasikan rotasi tanaman secara efektif, ketahanan pangan dapat terjaga dalam jangka panjang dengan memaksimalkan potensi lahan secara berkelanjutan.

3.9 Budidaya Tanaman Tanpa Olah Tanah

Budidaya tanaman tanpa olah tanah, atau yang dikenal dengan teknik *no-till farming*, adalah metode pertanian yang semakin populer karena kemampuannya dalam mencapai ketahanan pangan. Penanaman tanaman langsung di tanah tanpa melakukan pengolahan tanah yang biasa dilakukan dalam pertanian konvensional, seperti pembajakan atau penggemburan tanah. Dengan tidak mengolah tanah, struktur tanah tetap terjaga, dan proses alami seperti aktivitas mikroorganisme yang mendukung kesuburan tanah tidak terganggu. Selain itu, penggunaan mesin yang minim mengurangi kerusakan fisik pada tanah dan mengurangi biaya produksi, menjadikannya solusi yang efisien dan ramah lingkungan dalam mendukung ketahanan pangan.

Salah satu manfaat utama dari budidaya tanpa olah tanah adalah peningkatan konservasi air dan pengurangan erosi. Tanpa pengolahan tanah, lapisan permukaan tanah tetap tertutup oleh sisa tanaman, yang berfungsi sebagai mulsa alami. Mulsa ini tidak hanya membantu menjaga kelembaban tanah, tetapi juga mencegah terjadinya erosi akibat hujan deras atau angin. Hal ini sangat penting, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi atau di lahan miring, di mana erosi dapat merusak tanah dan menurunkan produktivitas pertanian. Dengan

mempertahankan lapisan mulsa organik, tanah menjadi lebih resisten terhadap degradasi dan mampu menyimpan lebih banyak air, yang mendukung ketahanan tanaman dalam menghadapi kekeringan.

Teknik ini juga berkontribusi pada peningkatan kualitas tanah dalam jangka panjang. Tanpa pengolahan tanah yang intensif, mikroorganisme dan cacing tanah tetap dapat berkembang dengan baik. Selain itu, akar tanaman yang tumbuh lebih dalam dan lebih tersebar dapat membantu memperbaiki struktur tanah secara alami, meningkatkan daya serap air, serta meningkatkan kandungan unsur hara. Dengan cara ini, tanah tetap subur dan produktif tanpa harus bergantung pada pupuk kimia yang dapat merusak keseimbangan ekosistem dalam tanah. Oleh karena itu, budidaya tanpa olah tanah berpotensi menjadi solusi yang berkelanjutan dalam menjaga kualitas tanah dan mendukung ketahanan pangan.

Budidaya tanaman tanpa olah tanah juga berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan pertanian konvensional. Proses pengolahan tanah yang intensif, seperti pembajakan, dapat melepaskan karbon yang tersimpan di dalam tanah ke atmosfer, berkontribusi pada pemanasan global. Dengan mengurangi atau bahkan menghindari pengolahan tanah, teknik ini membantu menjaga karbon di dalam tanah dan mengurangi jejak karbon dari sektor pertanian. Dengan mengadopsi teknik ini secara luas, kita tidak hanya dapat meningkatkan produksi pangan, tetapi juga menjaga bumi untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiansyah, I., Arini, R. E., & Muhtadi, M. A. 2024. Inovasi dalam Teknik Irigasi dan Dampaknya terhadap Hasil Pertanian: Kajian Bibliometrik. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 3(07), 1044-1055.
- Dadi, D. 2021. Pembangunan Pertanian dan Sistem Pertanian Organik: Bagaimana Proses Serta Strategi Demi Ketahanan Pangan Berkelanjutan Di Indonesia. *Jurnal Education and Development*, 9(3), 566-572.
- Erfandi, D. 2016. Aspek konservasi tanah dalam mencegah degradasi lahan pada lahan pertanian berlereng. In *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Mayrowani, H. 2012. Pengembangan pertanian organik di Indonesia. In *Forum penelitian agro ekonomi* (Vol. 30, No. 2, pp. 91-108).
- Siregar, M. A. R. 2023. Peran Pertanian Organik Dalam Mewujudkan Keberlanjutan Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat.
- Suarja, Z. E., Triwandoyo, D., Zebua, V., & Tafonao, S. A. L. 2024. Analisis Kritis Studi Literatur Tentang Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketahanan Pangan. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(1), 28-32.
- Supriatna, A. 2012. Meningkatkan indeks pertanaman padi sawah menuju IP padi 400. *Agrin*, 16(1).
- Suwarno, R. N. 2024. Strategi Ketahanan Pangan dari Basis Lokal: Integrasi Prinsip Permakultur dalam Teknologi Pangan yang Berkelanjutan. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 5(2), 52-66.

BAB 4

DIVERSIFIKASI PANGAN LOKAL DALAM MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN

Oleh Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro

4.1 Pendahuluan

Indonesia, dengan kekayaan sumber daya alamnya yang melimpah, memiliki potensi besar untuk mengembangkan diversifikasi pangan lokal sebagai strategi utama dalam membangun ketahanan pangan nasional. Berbagai jenis tanaman pangan lokal tersebar di seluruh wilayah nusantara, dari Sumatra hingga Papua, masing-masing dengan karakteristik unik yang berkontribusi terhadap keberagaman pangan Indonesia. Pemanfaatan pangan lokal yang beragam ini sangat penting, mengingat ketergantungan pada impor pangan pokok seperti beras, gandum dan meslin, serta kedelai yang masih tinggi. Impor beras pada tahun 2023 mencapai 3.062.857,6 ton, gandum dan meslin mencapai 10.586,6 ton, dan kedelai mencapai 2.274.428,2 ton (BPS, 2024). Ketergantungan ini tidak hanya menimbulkan risiko ketidakstabilan pangan, tetapi juga mengancam kemandirian pangan nasional, terutama ketika terjadi gangguan pada pasokan global akibat pandemi, perubahan iklim, atau konflik geopolitik.

Urgensi diversifikasi pangan lokal semakin meningkat seiring dengan adanya tantangan-tantangan global dan domestik yang dapat mengancam ketahanan pangan. Misalnya, pandemi COVID-19 telah menunjukkan betapa rentannya sistem pangan internasional, ketika berbagai negara mengalami kesulitan untuk mengimpor bahan pangan utama karena gangguan rantai pasokan. Dalam situasi seperti ini, ketergantungan pada impor sangat berisiko, karena fluktuasi harga dan ketersediaan pangan di pasar internasional bisa

sangat memengaruhi akses pangan dalam negeri. Dengan mengembangkan potensi pangan lokal, Indonesia dapat merancang sistem pangan yang lebih independen, resilien, dan berkelanjutan.

Pulau-pulau besar di Indonesia seperti Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua memiliki keanekaragaman hayati dan potensi pangan lokal yang luar biasa. Masing-masing pulau memiliki jenis tanaman pangan yang khas dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai alternatif sumber pangan pokok. Di Sumatera, misalnya, terdapat tanaman sorgum dan ubi jalar yang sudah lama menjadi bagian dari pola konsumsi masyarakat setempat. Di Jawa, selain padi, terdapat singkong, jagung, dan talas yang juga bisa menjadi sumber pangan utama. Pengembangan produk olahan dari bahan-bahan ini, seperti tepung singkong (mocaf) dan beras jagung, bisa menjadi pilihan guna menurunkan konsumsi beras dan ketergantungan pada impor gandum.

Di Kalimantan, selain terkenal dengan hasil perkebunannya, terdapat berbagai jenis umbi-umbian dan buah-buahan hutan yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Ubi kayu dan talas merupakan komoditas pangan yang sudah lama digunakan oleh masyarakat setempat dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan pangan pokok. Selain itu, sagu yang juga ditemukan di beberapa wilayah Kalimantan dapat menjadi alternatif pengganti beras, terutama di daerah-daerah yang sering mengalami kesulitan pasokan beras. Pemanfaatan sagu sebagai bahan pangan pokok tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga dapat mendukung pelestarian lahan gambut yang rentan terhadap kerusakan akibat konversi lahan menjadi perkebunan.

Sulawesi memiliki potensi yang besar dalam pengembangan varietas tanaman pangan lokal seperti jagung, kacang-kacangan, dan sorgum. Daerah ini juga dikenal sebagai penghasil tanaman rempah-rempah seperti cengkeh dan pala yang telah menjadi komoditas ekspor unggulan sejak masa kolonial. Diversifikasi pangan lokal di Sulawesi dapat membantu mengurangi ketergantungan pada impor dan memperkuat

ketahanan pangan, khususnya di wilayah timur Indonesia yang sering mengalami masalah distribusi pangan.

Di Papua, sagu telah menjadi makanan pokok masyarakat selama berabad-abad. Sagu memiliki ketahanan yang baik terhadap perubahan iklim dan dapat tumbuh di lahan yang kurang subur. Oleh karena itu, pengembangan sagu sebagai sumber pangan utama di Papua dan Maluku dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan ketahanan pangan di wilayah-wilayah tersebut. Selain sagu, Papua juga memiliki berbagai jenis umbi-umbian seperti ubi jalar dan talas yang kaya nutrisi dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

Keberagaman pangan lokal di Indonesia tidak hanya penting untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, tetapi juga berperan dalam pelestarian budaya dan tradisi kuliner. Setiap daerah memiliki makanan khas yang berbahan dasar pangan lokal, yang mencerminkan kekayaan budaya dan kearifan lokal. Dengan mengembangkan dan mempromosikan pangan lokal, kita dapat menjaga warisan budaya yang berharga, sekaligus menciptakan produk pangan yang memiliki daya saing di pasar global.

Variasi pangan lokal turut berperan dalam menjaga stabilitas ekosistem dan keberlanjutan lingkungan. Ketergantungan pada satu jenis tanaman pangan, seperti padi, dapat menyebabkan degradasi tanah dan peningkatan risiko hama serta penyakit tanaman. Sebaliknya, pengembangan model pertanian yang beragam dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi penggunaan pestisida, dan meminimalkan risiko gagal panen. Selain itu, diversifikasi tanaman dapat membantu dalam adaptasi terhadap perubahan iklim, karena tanaman lokal sering kali lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem dibandingkan tanaman impor.

Pemerintah, akademisi, masyarakat, dan sektor swasta harus saling mendukung dan bekerjasama dalam mewujudkan diversifikasi pangan lokal yang optimal. Kebijakan yang mendukung pengembangan dan pemasaran pangan lokal, peningkatan kapasitas petani, serta akses terhadap teknologi dan pasar yang lebih baik merupakan kunci keberhasilan dari strategi ini. Selain itu, kampanye edukasi kepada masyarakat

tentang pentingnya mengonsumsi pangan lokal dan meningkatkan kesadaran akan manfaatnya bagi kesehatan dan lingkungan juga perlu dilakukan secara luas.

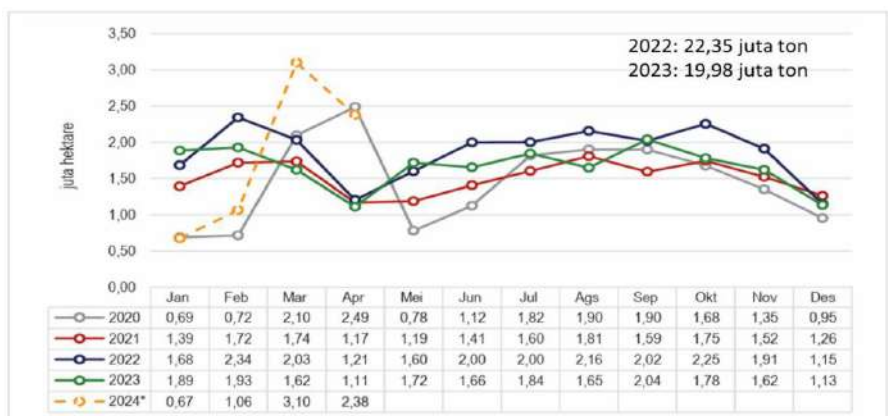
Secara keseluruhan, diversifikasi pangan lokal di Indonesia adalah langkah strategis dalam mewujudkan ketahanan pangan yang tangguh, mandiri, dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya alam dan keanekaragaman hayati yang dimiliki, Indonesia dapat membangun sistem pangan yang lebih tangguh, memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, serta melestarikan warisan budaya dan lingkungan. Diversifikasi pangan lokal bukan hanya tentang menyediakan alternatif pangan pokok, tetapi juga tentang membangun masa depan pangan yang lebih inklusif, adil, dan berkelanjutan bagi seluruh rakyat Indonesia.

4.2 Konsep Diversifikasi Pangan Lokal

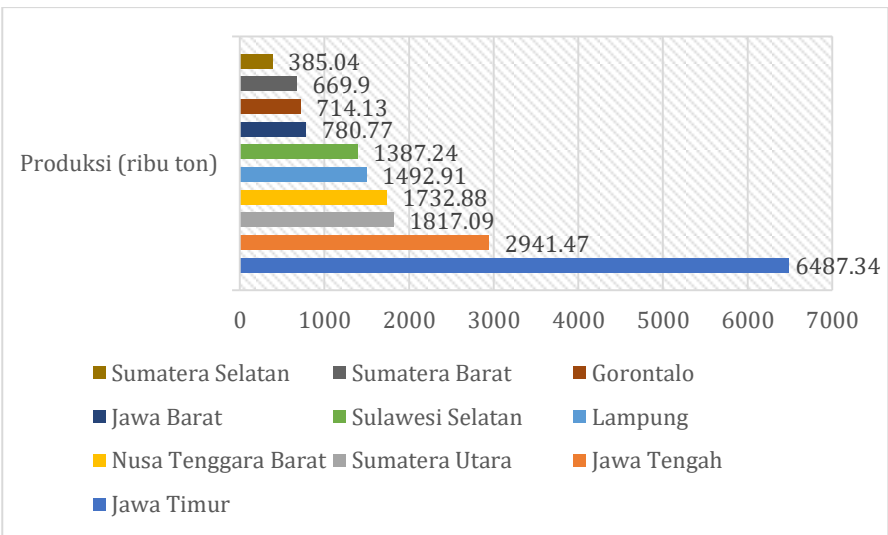
Diversifikasi pangan lokal adalah upaya untuk memanfaatkan berbagai jenis pangan yang tersedia di suatu daerah sesuai dengan potensi alam dan budaya setempat. Ini mencakup penggunaan bahan pangan seperti sereal lokal, kacang-kacangan, buah-buahan, sayuran, serta umbi-umbian yang umumnya kurang dimanfaatkan. Diversifikasi ini tidak hanya memperkaya variasi makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat, tetapi juga dapat meningkatkan asupan nutrisi dan kesehatan masyarakat.

Dalam konteks Indonesia, yang memiliki lebih dari 400 jenis tanaman pangan, peningkatan diversifikasi pangan lokal sangatlah esensial. Sebagai contoh, perkembangan produksi jagung direntang tahun 2022 sampai dengan 2023 (gambar 4.1). Meskipun terjadi penurunan pada tahun 2023 jika dibandingkan dengan tahun 2022, yaitu sebesar 2,37 juta ton. Produksi jagung di Indonesia masih cukup besar. Ini merupakan prospek untuk diversifikasi pangan. Sepuluh besar provinsi penghasil jagung dengan kadar air 28% yaitu antara lain Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatera Utara, Nusa Tenggara Barat, Lampung, Sulawesi Selatan, Jawa Barat, Gorontalo, Sumatera Barat dan

Sumatera Selatan. Jawa Timur dengan produksi tertinggi 6.487,34 ribu ton (gambar 4.2).



Gambar 4.1. Perkembangan Produksi Jagung Tahun 2022-2023 Kadar Air 28% (juta ton)
(Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Laporan Tahun 2023)



Gambar 4.2. Sepuluh Provinsi dengan Produksi Jagung Kadar Air 28% Tertinggi Tahun 2023 (ribu ton)
(Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Laporan Tahun 2023)

Produksi beberapa komoditas pangan lain di Indonesia tidak dapat dikatakan sedikit (tabel 4.1). Dimulai dari kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi kayu, dan ubi jalar dihasilkan dari semua wilayah Indonesia yang tergabung dalam pulau-pulau besar. Berdasarkan data memang Pulau Jawa mencatat produksi terbesar hampir pada seluruh komoditas, dengan produksi kedelai sebesar 238,04 ribu ton, kacang tanah 271,83 ribu ton, dan ubi kayu mencapai 6.430 ribu ton. Sumatera memiliki produksi ubi kayu yang signifikan, yaitu 8.900 ribu ton, sementara Bali dan Nusa Tenggara menghasilkan 38,15 ribu ton kedelai dan 21,28 ribu ton kacang hijau. Kalimantan dan Sulawesi, meskipun dengan volume yang lebih kecil, tetap memberikan kontribusi penting, khususnya dalam produksi ubi kayu dan ubi jalar.

Tabel 4.1. Produksi Kedelai, Kacang Tanah, Kacang Hijau, Ubi Kayu, dan Ubi Jalar per Pulau Tahun 2023

Pulau	Produksi (biji kering dalam ribu ton)				
	Kedelai	Kacang Tanah	Kacang Hijau	Ubi Kayu	Ubi Jalar
Sumatera	41.12	19.03	3.83	8900	346.46
Kalimantan	4.45	3.21	0.131	308.82	44.52
Jawa	238.04	271.83	134.6	6430	845.6
Sulawesi	27.1	16.04	6.15	517.08	106.45
Maluku dan Papua	0.231	0.00126	0.132	70.13	23.37
Bali dan Nusa Tenggara	38.15	38.65	21.28	532.07	61.94

Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Laporan Tahun 2023

Dalam proyeksi ke depan, diversifikasi pangan berbasis pada komoditas-komoditas ini memiliki potensi yang besar. Kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau dapat mendukung pengembangan pangan berbasis protein nabati, mengurangi ketergantungan pada sumber protein hewani. Ubi kayu dan ubi jalar, dengan produksi yang melimpah, terutama di Sumatera dan Jawa, memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi

produk pangan alternatif, seperti tepung gluten-free atau makanan olahan lainnya. Dengan tren konsumsi pangan sehat dan berkelanjutan yang terus meningkat, peluang pengembangan produk turunan dari komoditas ini dapat membantu meningkatkan ketahanan pangan dan mendukung diversifikasi pangan nasional. Selain itu

Selain jenis keragaman kacang-kacangan dan umbi-umbian yang bisa dijadikan alternatif diversifikasi pangan untuk menopang ketahanan pangan di wilayah Indonesia. Tanaman sagu yang telah berabad-abad digunakan menjadi makanan pokok terutama di wilayah Indonesia Timur, juga dapat menjadi alternatif. Perkembangan produksi sagu ini sekrang telah sampai di pulau Sumatera tepatnya di Provinsi Riau. Pada tahun 2022, tiga besar provinsi penghasil sagu di Indonesia berturut-turut adalah Riau (3,73 ton/ha), Papua (1,21 ton/ha), dan Maluku (0,27 ton/ha). Karbohidrat dalam sagu tidak mengandung gluten, sehingga dapat menjadi alternatif bagi penderita penyakit celiac atau mereka yang mengikuti diet bebas gluten.. Serat yang terkandung di dalam sagu juga sangat baik untuk pencernaan (Portal Informasi Indonesia, 2024).

Indonesia memiliki prospek besar dalam mengembangkan sektor buah-buahan untuk menopang ketahanan pangan nasional. Produksi buah-buahan seperti pisang, jeruk siam, mangga, nanas, dan durian menunjukkan tren peningkatan yang signifikan (tabel 4.2). Pisang, sebagai buah dengan produksi tertinggi, mencapai lebih dari 93 juta kw pada tahun 2023, menempatkannya sebagai salah satu komoditas kunci yang dapat dikembangkan menjadi sumber pangan pokok maupun bahan baku produk olahan. Jeruk siam, yang juga mengalami peningkatan produksi hingga 28 juta kw, berpotensi untuk dimanfaatkan dalam bidang kesehatan melalui kandungan vitamin C-nya, serta bisa dikembangkan dalam bentuk produk olahan seperti jus dan manisan.

Mangga dan nanas, dengan produksi masing-masing 33 juta kw dan 31 juta kw pada tahun 2023, menawarkan peluang diversifikasi pangan melalui produk olahan seperti jus, selai, dan makanan fermentasi. Selain itu, durian dengan lonjakan produksi mencapai lebih dari 18 juta kw pada tahun yang sama,

menghadirkan peluang besar dalam industri makanan olahan lokal dan ekspor, seperti es krim, kue, dan pasta durian. Dengan memanfaatkan potensi buah-buahan ini secara optimal, Indonesia dapat memperkuat ketahanan pangan melalui diversifikasi sumber pangan yang lebih beragam dan bernilai tambah tinggi, sekaligus mendukung pertumbuhan ekonomi lokal.

Komoditas-komoditas dengan produksi besar ini memiliki potensi besar untuk digunakan dalam diversifikasi pangan. Pisang, jeruk, mangga, nanas, dan durian bisa dimanfaatkan dan dikonversi menjadi pangan olahan, dari makanan ringan hingga minuman. Selain itu, dengan meningkatnya permintaan terhadap produk olahan sehat dan alami, komoditas ini juga memiliki peluang besar untuk dikembangkan dalam industri pangan berkesinambungan dan berwawasan lingkungan.

Tabel 4.2. Produksi Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman (tiga tahun terakhir)

Jenis Tanaman	Produksi Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan		
	2021	2022	2023
Alpukat/Avocado (kw/qui)	6.691.090	8.657.802	8.740.465
Anggur/Grape(kw/qui)	121.636	135.159	134.055
Apel/Apple(kw/qui)	5.095.439	5.235.955	3.925.628
Belimbing/Star Fruit(kw/qui)	1.374.346	1.286.323	1.197.575
Duku/Langsat/Kokosan/Duku(kw/qui)	2.503.504	2.052.600	2.090.709
Durian/Durian(kw/qui)	13.529.570	15.821.718	18.520.453
Jambu Air/Water Apple(kw/qui)	2.064.230	2.375.647	2.335.751
Jambu Biji/Guava(kw/qui)	4.223.707	4.726.864	4.046.544
Jengkol/Jengkol(kw/qui)	1.525.092	1.559.089	1.571.573
Jeruk Besar/Pomelo(kw/qui)	1.127.958	1.329.793	922.497
Jeruk Siam/Keprok/Orange/Tangerine(kw/qui)	24.010.632	25.519.988	28.310.994

Jenis Tanaman	Produksi Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan		
	2021	2022	2023
Mangga/Mango(kw/qui)	28.353.909	33.088.947	33026..197
Manggis/Mangosteen (kw/qui)	3.039344	3.436.627	3.971.746
Melinjo/Gnetum/Melinjo (kw/qui)	2.920.916	2.624.049	2.241.677
Nangka/Cempedak/Jackfruit (kw/qui)	9.063.403	8.137.560	7.891.997
Nanas/Pineapple(kw/qui)	28.860.573	32.037.752	31.565.764
Pepaya/Papaya(kw/qui)	11.682.359	10.895.781	12.386.921
Petai/Twisted Cluster Bean(kw/qui)	3.876.712	4.442.771	4.211.413
Pisang/Banana(kw/qui)	87.409.534	92.454.270	93.352.323
Rambutan/Rambutan (kw/qui)	8.846.651	8.551.622	8.451.075
Salak/Snakefruit(kw/qui)	11.202.424	11.474.735	11.207.388
Sawo/Sapodilla/Sawo (kw/qui)	1.697.111	1.674.404	1.797.060
Sirsak/Soursop(kw/qui)	1.589.211	1.423.901	1.404.054
Sukun/Breadfruit(kw/qui)	1.723.722	1.650.324	1.566.259
Buah Naga/Hylocereus polyrhizus(kw/qui)	4.840.830	3.673.002	3.174.068
Jeruk Lemon/Lemon(kw/qui)	342.464	542.330	490.033
Lengkeng/Dimocarpus longan(kw/qui)	903776	418.172	630.638

Sumber: BPS, 2023. Produksi Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman, 2021, 2022, dan 2023.

4.3 Manfaat Diversifikasi Pangan Lokal

Manfaat diversifikasi pangan lokal dalam membangun ketahanan pangan meliputi beberapa aspek yaitu:

- 1. Mengurangi Ketergantungan pada Pangan Impor:** Dengan memanfaatkan pangan lokal, ketergantungan ini dapat dikurangi, terutama di daerah yang kaya akan plasma nutfah untuk produksi pangan alternatif.
- 2. Meningkatkan Kemandirian Pangan Daerah:** Setiap daerah di Indonesia memiliki potensi pangan lokal yang

berbeda. Misalnya, di Sumatera, terdapat keanekaragaman umbi-umbian seperti ganyong dan uwi yang dapat dikembangkan. Uwi merupakan umbi lokal yang kaya akan karbohidrat dan protein serta rendah gula. Umbi ini dapat diolah menjadi berbagai produk seperti brownies dan kue kering, sehingga daya tarik dan daya jualnya semakin meningkat (Millati et al., 2022). Pati umbi ganyong juga memiliki kandungan karbohidrat tinggi dan dapat dimodifikasi untuk alternatif tepung terigu (Hidayat et al., 2024). Tanaman ubi kayu/singkong dan jagung di Jawa, menjadi alternatif penting selain beras. Singkong dan jagung merupakan sumber karbohidrat yang penting, dan singkong dikenal karena perannya dalam ketahanan pangan, terutama di masa perubahan iklim (Suhartini et al., 2024). Di wilayah Jawa Tengah, jagung merupakan tanaman pangan kedua, dengan kesesuaian agroklimat yang signifikan, menunjukkan potensinya untuk peningkatan produksi (Fadianika et al., 2023). Sulawesi memiliki tanaman sagu dan ubi jalar. Wilayah Tana Luwu memiliki keragaman aksesori sagu, beberapa di antaranya menghasilkan lebih dari 476 kg pati per pohon, yang menunjukkan potensi kuat untuk pengembangan varietas unggul (Masluki et al., 2024). Sagu dapat menghasilkan 15-24 ton karbohidrat per hektar per tahun (Yusuf et al., 2023).

3. **Menjaga Keanekaragaman Hayati:** Pangan lokal sering kali berasal dari spesies tumbuhan dan hewan yang hanya tumbuh atau hidup di daerah tertentu. Misalnya, di Papua terdapat sekitar 20 jenis sagu yang berbeda yang terbagi menjadi 13 varietas lokal di DAS Sentani (Dimara et al., 2023) dan 7 varietas di Kabupaten Mimika (Ahmad et al., 2016), dan di Maluku terdapat berbagai jenis kacang lokal seperti kacang tunggak (6 aksesori), kacang koro karatok (6 aksesori), kacang komak (3 aksesori), kacang gude (5 aksesori), kacang uci 3 aksesori, dan kacang kecipir (2 aksesori) (Raharjo, 2020). Upaya diversifikasi ini dapat menjaga keberlanjutan ekosistem lokal dan melestarikan plasma nutfah yang penting.

4. **Mendorong Peningkatan Gizi dan Kesehatan Masyarakat:** Pangan lokal umumnya memiliki kandungan gizi yang tinggi dan dapat menjadi sumber nutrisi yang baik bagi masyarakat. Misalnya, kandungan serat dan mineral dalam sagu atau umbi-umbian sangat baik untuk kesehatan pencernaan. Di Sulawesi Utara terdapat plasma nutfah yaitu Jagung Manado Kuning (Runtunuwu et al., 2014). Konsumsi jagung kuning yang kaya akan karotenoid membantu mengurangi risiko kekurangan vitamin A. Diversifikasi pangan dapat membantu mengurangi masalah malnutrisi dengan menyediakan berbagai sumber vitamin, mineral, protein, dan serat yang diperlukan tubuh.

4.4 Hambatan dan Tantangan dalam Pengembangan Pangan Lokal

Dalam mengoptimalkan pemanfaatan pangan lokal, beberapa strategi yang dapat diterapkan antara lain:

1. **Penguatan Riset dan Inovasi:** Penelitian mengenai potensi pangan lokal dan pengembangan produk pangan baru berbasis bahan lokal perlu ditingkatkan. Pengembangan produk berbasis olahan pangan lokal juga perlu diperhatikan agar dapat bersaing di pasar domestik maupun global.
2. **Pemberdayaan Petani dan Pelaku Usaha Lokal:** Pelatihan dan pendampingan bagi petani dan pelaku usaha kecil menengah perlu dilakukan agar mereka dapat memproduksi dan memasarkan pangan lokal dengan lebih baik. Penguatan kelompok tani dan koperasi juga dapat membantu meningkatkan efisiensi produksi dan pemasaran.
3. **Peningkatan Akses Pasar:** Pemerintah dan sektor swasta dapat bekerja sama untuk membuka akses pasar bagi produk pangan lokal, baik di tingkat nasional maupun internasional. Kampanye promosi sumber pangan lokal di lingkungan pasar konvensional maupun moderen juga perlu digencarkan untuk meningkatkan minat masyarakat.
4. **Penguatan Kebijakan dan Regulasi:** Pemerintah perlu mengeluarkan kebijakan yang mendukung diversifikasi

pangan, seperti insentif bagi pengembangan pangan lokal, regulasi yang mendukung distribusi pangan lokal, serta perlindungan terhadap petani lokal dari persaingan yang tidak sehat dengan produk impor.

4.5 Kesimpulan

Diversifikasi pangan lokal adalah kunci dan ujung tombak dalam membangun ketahanan pangan. Pemanfaatan pangan lokal yang beragam tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada pangan impor, tetapi juga meningkatkan kemandirian pangan daerah, melestarikan keanekaragaman hayati, serta mendorong peningkatan gizi dan kesehatan masyarakat. Demi mencapai tujuan ini, diperlukan sinergi antara pemerintah, masyarakat, dan pelaku usaha dalam mengatasi berbagai tantangan yang ada. Dengan demikian, diversifikasi pangan lokal memiliki peranan penting dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional yang kuat dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., Bintoro, M. H., & Supijatno, S. (2016). *Morfologi dan Produksi Beberapa Aksesori Sagu (Metroxylon spp.) di Distrik Iwaka, Kabupaten Mimika, Papua* *Morphology and Production of Some Sago Palm Accessions in Iwaka, Mimika District, Papua Province. Buletin Palma*, 17(2), 115–125.
https://www.researchgate.net/publication/323453001_Morfologi_dan_Produksi_Beberapa_Aksesori_Sagu_Metroxylon_spp_di_Distrik_Iwaka_Kabupaten_Mimika_Papua_Morphology_and_Production_of_Some_Sago_Palm_Accessions_in_Iwaka_Mimika_District_Papua_Province
- BPS, 2023. *Produksi Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman, 2021*.
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/WXpSVU5uUTBOSEI5WVhGQmVESTVSVnBSVlhWeVVUMDkjMw==/produksi-buahbuahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-jenis-tanaman--2020.html?year=2021>.
Diakses pada 14 Oktober 2024.
- BPS, 2023. *Produksi Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman, 2022*.
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/WXpSVU5uUTBOSEI5WVhGQmVESTVSVnBSVlhWeVVUMDkjMw==/produksi-buahbuahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-jenis-tanaman--2020.html?year=2022>.
Diakses pada 14 Oktober 2024.
- BPS, 2023. *Produksi Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman, 2023*.
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/WXpSVU5uUTBOSEI5WVhGQmVESTVSVnBSVlhWeVVUMDkjMw==/produksi-buahbuahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-jenis-tanaman--2020.html?year=2023>.
Diakses pada 14 Oktober 2024.
- BPS, 2024. *Impor Beras Menurut Negara Asal Utama, 2017-2023*.
<https://www.bps.go.id/id/statistics->

- table/1/MTA0MyMx/impor-beras-menurut-negara-asal-utama-2017-2023.html . Diakses pada 3 Oktober 2024.
- BPS, 2024. *Impor Biji Gandum dan Meslin menurut Negara Asal Utama, 2017-2023*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNiMx/impor-biji-gandum-dan-meslin-menurut-negara-asal-utama--2017-2023.html>. Diakses pada 3 Oktober 2024.
- BPS, 2024. *Impor Kedelai menurut Negara Asal Utama, 2017-2023*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama--2017-2023.html>. Diakses pada 3 Oktober 2024.
- Dimara, P. A., Purwanto, R. H., Auri, A., Angrianto, R., & Mofu, W. Y. (2023). *Production potential of sago forests in different habitat types in Sentani watershed, Papua, Indonesia. Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(7). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240731>
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2023. *Laporan Tahun 2023*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Fadianika, A., Nuarsa, I. W., & Sardiana, I. K. (2023). *Pemanfaatan Citra Satelit dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Kesesuaian Agroklimat Tanaman Jagung di Provinsi Jawa Tengah. ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 17(1), 14. <https://doi.org/10.24843/EJES.2023.v17.i01.p02>
- Hidayat, J. P., Munfarida, S., & Hariyadi, A. (2024). *Modified ganyong (Canna edulis Kerr.) starch prospective as wheat flour alternative. Food Research*, 8, 11–17. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(S1\).2](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(S1).2)
- Masluhi, M., Bintoro, M. H., Agusta, H., & Sudarsono, S. (2024). *Morphological Diversity and Production of Six Sago (Metroxylon spp.) Accessions from Tana Luwu, South Sulawesi, Indonesia. AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 46(1), 156. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v46i1.3861>
- Millati, T., Susi, S., Herliani, H., & Sriana, H. (2022). *Diversifikasi Produk Olahan Ubi Alabio untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat. JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(1), 741. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i1.6615>

- Portal Informasi Indonesia, 2024. *Lahan Sagu Terluas di Dunia, Peluang Ekonomi dan Ketahanan Pangan Indonesia*. <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8481/lahan-sagu-terluas-di-dunia-peluang-ekonomi-dan-ketahanan-pangan-indonesia?lang=1>. Diakses pada 15 Oktober 2024.
- Raharjo, S. (2020). *Potensi dan Pengembangan Umbi-Umbian dan Kacang-Kacangan di Maluku*. https://www.researchgate.net/publication/334301972_Eksplorasi_Plasma_Nutfah_Jagung_Manado_Kuning_di_Sulawesi_Utara_The_Exploration_of_Manadonese_Yellow_Maize_Germplasm_inNorth_Sulawesi
- Runtunuwu, S. D., Pamandungan, Y., & Mamarimbing, R. (2014). *Eksplorasi Plasma Nutfah Jagung Manado Kuning di Sulawesi Utara*. *Jurnal Bioslogos*, 4(2), 56–63.
- Suhartini, Waluyo, B., Irawanto, D. W., Nofal, B., Lasitya, D. S., & Jihad, B. N. (2024). *The Role of Root and Tuber Crops on Food Diversification Facing the Climate Change in East Java Indonesia*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1323(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1323/1/012013>
- Yusuf, D. N., Leomo, S., Rakian, T. C., Sutariati, G. A. K., Rahni, N. M., & Samai, S. (2023). *Identification of the distribution and characteristics of local sago from Kendari, Southeast Sulawesi*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1241(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1241/1/012026>

BAB 5

PERAN PETERNAKAN DALAM MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN

Oleh Ardiansyah

5.1 Pendahuluan

Tantangan di seluruh dunia terus tumbuh dalam kompleksitas, masalah ketahanan pangan telah muncul sebagai perhatian penting yang memerlukan fokus dan intervensi substantif dari banyak pemangku kepentingan. Ketahanan pangan didefinisikan oleh Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) dan UU No 18 tahun 2012, adalah kondisi semua orang, setiap saat, memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi untuk memenuhi kebutuhan dan preferensi makanan demi kehidupan yang aktif dan sehat.

Sektor peternakan juga memainkan peran yang sangat penting. Peternakan tidak hanya penyedia protein asal hewani, tetapi merupakan komponen integral dari sistem pangan global yang kompleks. Peran ternak dalam ketahanan pangan beragam, meliputi adaptasi terhadap perubahan iklim, pemanfaatan sumber daya lokal, dan potensi praktik berkelanjutan. Sektor peternakan dapat menguatkan ketahanan pangan dengan menyuplai pasokan protein asal hewani yang konsisten dan mengintegrasikan dengan sistem pertanian lokal untuk mengurangi ketergantungan pada pakan impor. Integrasi ini sangat penting untuk membangun ketahanan terhadap gangguan perdagangan global dan perubahan iklim. Kontribusi peternakan terhadap ketahanan pangan mencakup beberapa aspek penting:

1. Sumber pangan dan gizi esensial, komoditas hasil peternakan seperti telur, daging ayam, sapi dan kambing, susu dan olahannya dapat menyediakan protein hewani berkualitas tinggi, sumber vitamin A, B, D, E, K, dan mineral makro dan mikro seperti kalsium dan fosfor yang penting bagi daya tumbuh dan kembang manusia. Peternakan dengan pengembangan sumber daya genetik ternak mendukung peningkatan produktivitas dan menyediakan gizi penting, terutama di daerah berkembang di mana sering terjadi kerawanan pangan (Assan, 2022).



Gambar 5.1. Sektor peternakan menghasilkan beragam produk pangan hewani seperti telur unggas, susu sapi dan kambing, daging ternak potong dan semua produk olahannya.
(Sumber: <https://matasas.com>)

2. Diversifikasi pendapatan, bagi banyak masyarakat pedesaan, peternakan berfungsi sebagai tabungan hidup dan sumber pendapatan yang dapat diandalkan, meningkatkan daya beli dan akses terhadap pangan. Ternak berfungsi sebagai sumber pendapatan penting, terutama di daerah kering ternak dapat diubah menjadi uang tunai selama krisis keuangan (Frija, 2018)

3. Pemanfaatan lahan marginal seperti pasca tambang batu bara untuk pengembangan peternakan bila pemanfaatan lahan tidak cocok untuk pengembangan tanaman pertanian seperti hortikultura dan lain-lain, mengoptimalkan produksi pangan dari sumber daya yang tersedia. Sistem peternakan yang menyelaraskan iklim dapat mengurangi efek negatif dari perubahan iklim pada produktivitas ternak dan dapat memastikan pasokan dan persediaan pangan yang konsisten dan kontinyu (Pankaj et al., 2024; Singh & Singh, 2023). Ternak, terutama kambing, menunjukkan ketahanan yang tinggi terhadap stres iklim seperti panas dan kekeringan, membuatnya cocok untuk lingkungan di lahan marginal (Nair et al., 2021).
4. Integrasi sistem pertanian dalam sistem pertanian terpadu, ternak berperan dalam siklus nutrisi, meningkatkan kesuburan tanah, dan mendukung produksi tanaman pangan. Peluang signifikan untuk meningkatkan ketahanan pangan dengan pola integrasi dengan lahan pertanian dengan memanfaatkan produk samping sebagai pakan untuk mengurangi ketergantungan pakan impor (Sandström et al., 2024).

Seiring dengan peningkatan permintaan produk hasil peternakan, sektor ini juga menghadapi berbagai tantangan yang signifikan:

1. Dampak lingkungan: implementasi peternakan konvensional seringkali dikaitkan dengan emisi gas metana, pembukaan lahan kehutanan, dan perusakan lahan.
2. Efisiensi sumber daya: Penggunaan lahan dan air yang intensif untuk produksi pakan ternak menimbulkan pertanyaan tentang efisiensi konversi pangan.
3. Kesejahteraan hewan: Tuntutan untuk implementasi peternakan yang lebih etis dan memperhatikan kesejahteraan hewan semakin meningkat.
4. Resistensi antimikroba: Penggunaan antibiotik yang berlebihan dalam peternakan berkontribusi pada munculnya bakteri resisten yang mengancam kesehatan manusia.

Transformasi menuju sistem peternakan berkelanjutan menjadi sebuah keharusan. Beberapa inovasi dalam sistem peternakan berkelanjutan, manajemen pakan yang efisien, dan pemanfaatan teknologi dapat membantu mengatasi tantangan-tantangan yang ada. Peternakan berkelanjutan juga tidak hanya berkontribusi pada ketahanan pangan, tetapi juga berperan dalam memperkaya ekosistem pertanian dan mendukung pembangunan pedesaan yang berkelanjutan. Peternakan jika dikelola dengan bijak dan inovatif, memiliki potensi besar untuk menjadi solusi, bukan masalah, dalam upaya kita membangun sistem pangan yang tangguh dan berkelanjutan untuk generasi mendatang.

5.2 Perkembangan Peternakan

5.2.1 Perubahan dalam Skala dan Metode Produksi

Seiring dengan pertumbuhan populasi dan kemajuan teknologi, implementasi peternakan mengalami transformasi signifikan. Dari peternakan keluarga ke komersial, pada abad ke-18 dan 19 terjadi Revolusi Pertanian di Eropa mendorong efisiensi dan produktivitas pada sektor peternakan. Awal abad ke-20 telah muncul peternakan skala besar di Amerika Serikat, implementasi genetika dalam program pemuliaan hewan ternak. Terjadi inovasi dalam manajemen pemberian pakan dengan pengembangan pakan konsentrat untuk meningkatkan produktivitas. Telah digunakan pakan aditif dan suplemen untuk menambah kualitas nutrisi. Terdapat kemajuan dalam kesehatan hewan seperti ditemukannya vaksin hewan dan penggunaan antibiotik dalam manajemen kesehatan ternak.

5.2.2 Dampak Industrialisasi pada Peternakan

Revolusi Industri dan kemajuan teknologi selanjutnya membawa perubahan pesat dalam manajemen peternakan. Mekanisasi biosistem di peternakan dengan pengenalan mesin perah otomatis. Pengembangan sistem pemberian pakan dan penanganan limbah otomatis. Munculnya Peternakan Industri pada tahun 1920-an, awal pengembangan peternakan ayam

secara intensif. Teknologi Reproduksi berkembang pesat dengan komersialisasi inseminasi buatan pada sapi perah, selain itu pengembangan transfer embrio dan teknologi cloning juga telah dilakukan. Pada sektor logistik, terjadi globalisasi perdagangan ternak dengan peningkatan transportasi ternak lintas benua. Terbentuk sistem dan standarisasi produk peternakan untuk pasar global. Namun dengan pesatnya perkembangan industri peternakan terdapat tantangan baru yaitu munculnya penyakit zoonosis akibat intensifikasi produksi dan perdebatan etis seputar kesejahteraan hewan dalam sistem produksi intensif.

5.3 Konsep Peternakan Berkelanjutan

5.3.1 Konsep Peternakan Berkelanjutan

Konsep peternakan berkelanjutan mencakup implementasi dan subsistem yang bertujuan untuk menyelaraskan aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial dalam produksi ternak serta menjamin ketersediaan sumber daya untuk generasi mendatang. Pendekatan menyeluruh ini sangat penting untuk mengatasi tantangan kompleks yang dihadapi oleh sektor peternakan, termasuk pengelolaan sumber daya dan pengendalian polusi. Penerapan peternakan organik dengan mengevaluasi dan menyeimbangkan unit produksi ternak dengan model organik, penerapan rotasi tanaman dan daur ulang pupuk kandang. Sistem organik mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, meningkatkan kesehatan tanah dan meminimalkan penggunaan energi (Nahed-Toral et al., 2024). Implementasi peternakan regeneratif vs berkelanjutan bertujuan untuk memulihkan fungsi ekosistem, membutuhkan pendekatan manajemen holistik yang menggabungkan teknik agroekologi (Urdaneta, 2023). Pengembangan strategis di tingkat regional, pembangunan peternakan yang berkelanjutan sangat penting untuk ketahanan pangan, dengan peta strategis berfungsi sebagai alat untuk merencanakan dan menerapkan pendekatan yang seimbang. Indikator ekonomi, sosial, dan lingkungan sangat penting untuk menilai keberlanjutan sistem peternakan (Нечаева et al., 2024). Konsep ini menggabungkan tiga pilar utama keberlanjutan:

1. Keberlanjutan lingkungan dengan meminimalisir dampak negatif terhadap ekosistem, termasuk emisi gas rumah kaca, penggunaan air, dan degradasi lahan.
2. Keberlanjutan ekonomi dengan memastikan bahwa implementasi manajemen peternakan tetap menguntungkan dan dapat mendukung mata pencarian peternak dalam jangka panjang.
3. Keberlanjutan sosial dengan memperhatikan kesejahteraan hewan, keamanan pangan, dan dampak positif terhadap komunitas lokal. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan kemajuan teknologi, implementasi peternakan mengalami transformasi.

5.3.2 Prinsip-prinsip Utama Peternakan Berkelanjutan

1. Efisiensi Sumber Daya: Optimalisasi penggunaan pakan, air, dan energi. Penggunaan sumber daya asli dan produk samping pertanian sebagai input penting sumber pakan ternak.
2. Sistem Integrasi: Menggabungkan peternakan dengan lahan pertanian, perkebunan, dan kehutanan dalam sistem terpadu serta memanfaatkan sinergi antara berbagai komponen sistem pertanian.
3. Konservasi Keanekaragaman Hayati: Melestarikan dan memanfaatkan berbagai jenis ternak lokal yang adaptif pada lingkungan dan mendukung ekosistem yang sehat di sekitar area peternakan.
4. Kesejahteraan Hewan: Menyediakan kondisi hidup yang sesuai dengan perilaku alami hewan ternak dan menerapkan manajemen yang meminimalkan stres pada ternak.
5. Pengurangan Penggunaan Bahan Kimia: Mengurangi ketergantungan pada antibiotik dan hormon pertumbuhan dan mengutamakan pendekatan alami dalam manajemen kesehatan hewan.
6. Pengelolaan Limbah yang Efektif: Mengolah limbah ternak menjadi sumber energi atau pupuk dan menerapkan sistem pengelolaan limbah yang mengurangi dampak pencemaran pada lingkungan.

7. Adaptasi terhadap Perubahan Iklim: Mengembangkan breed ternak adaptif yang tahan terhadap kondisi iklim ekstrem dan menerapkan praktik manajemen yang meningkatkan resiliensi terhadap perubahan iklim.
8. Keterlibatan Masyarakat: Mendukung ekonomi lokal dan menciptakan lapangan kerja di daerah pedesaan dan melibatkan masyarakat dalam pengambilan keputusan terkait penerapan peternakan berkelanjutan.

5.3.3 Manfaat Peternakan Berkelanjutan bagi Lingkungan dan Masyarakat

Penerapan konsep peternakan berkelanjutan memerlukan perubahan paradigma dari fokus pada produksi jangka pendek menjadi pendekatan holistik yang mempertimbangkan dampak jangka panjang. Meskipun tantangan dalam implementasinya cukup besar, manfaat yang dihasilkan bagi lingkungan, ekonomi, dan masyarakat menjadikan peternakan berkelanjutan sebagai solusi kunci dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan global.

1. Perlindungan Ekosistem: Mengurangi deforestasi dan degradasi lahan serta meningkatkan kualitas tanah dan air.
2. Mengurangi dan Mencegah Perubahan Iklim: dengan memitigasi produksi gas metana dan CO₂ yang menjadi sumber terbesar emisi gas rumah kaca dengan implementasi manajemen peternakan yang lebih baik dan meningkatkan penyerapan karbon melalui integrasi peternakan dengan pertanian, perkebunan, dan kehutanan.
3. Ketahanan Pangan: Meningkatkan ketersediaan pangan berupa protein hewani berkualitas secara berkelanjutan dan mendukung diversifikasi sumber pangan.
4. Pemberdayaan Ekonomi Lokal: Menciptakan peluang ekonomi di daerah pedesaan dan meningkatkan pendapatan, serta ketahanan ekonomi peternak kecil.
5. Peningkatan Kesehatan Masyarakat: Mengurangi risiko penyakit zoonosis melalui penerapan manajemen kesehatan hewan yang lebih baik dan menghasilkan produk hewani yang lebih aman dan berkualitas.

6. Pelestarian Warisan Budaya: Mempertahankan manajemen peternakan tradisional yang berkelanjutan dan mendukung kearifan lokal dalam pengelolaan ternak.
7. Inovasi dan Pengetahuan: Mendorong pengembangan teknologi dan manajemen peternakan yang lebih efisien dan efektif serta meningkatkan pemahaman tentang interaksi kompleks dalam sistem integrasi peternakan dengan pertanian, perkebunan, dan kehutanan.

5.4 Sistem Peternakan Berkelanjutan

Dalam upaya mencapai keberlanjutan, berbagai sistem peternakan telah dikembangkan. Berikut adalah tiga model utama yang menggambarkan pendekatan holistik terhadap peternakan berkelanjutan.

5.4.1 Model Peternakan Terpadu

Peternakan terpadu adalah sistem integrasi peternakan dengan sektor pertanian secara umum dengan pendekatan yang mengintegrasikan produksi ternak dengan kegiatan pertanian mencakup budidaya tanaman, pemeliharaan ternak, akuakultur, dan agroforestry (Barekar et al., 2024; Bhati et al., 2024) dalam satu sistem yang saling menguntungkan. Karakteristik utama dalam peternakan terpadu yaitu: siklus energi tertutup atau rotasi seperti penggunaan limbah ternak sebagai pupuk untuk hijauan pakan ternak dan tanaman pertanian, dan sisa tanaman pertanian dapat digunakan sebagai pakan ternak seperti tebon jagung. Dengan mendaur ulang bahan limbah dan memanfaatkan produk sampingan, model ini mengurangi ketergantungan pada input eksternal, meningkatkan kesehatan tanah dan keanekaragaman hayati (Shanmugam et al., 2024; Bhagat et al., 2024). Diversifikasi produksi dengan menghasilkan berbagai produk seperti daging, susu, telur, tanaman pertanian, pupuk kandang untuk mengurangi risiko ekonomi. Efisiensi penggunaan lahan dengan memanfaatkan lahan secara optimal dengan menggabungkan berbagai aktivitas pertanian.

Implementasi dan manfaat peternakan terpadu seperti sistem mina padi dengan peternakan itik, sistem integrasi sapi sawit, sistem agrosilvopastoral yaitu integrasi tanaman pertanian, kehutanan, dan hijauan pakan ternak. Beberapa manfaat yang dapat terjadi seperti peningkatan produktivitas pada lahan, pengurangan ketergantungan pada input eksternal, dan peningkatan ekonomi yang signifikan. Model pertanian terpadu berkontribusi terhadap kelestarian lingkungan dengan meningkatkan kualitas tanah, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan meningkatkan keanekaragaman hayati (Bhati et al., 2024). Sistem ini dirancang agar tahan terhadap perubahan iklim dan degradasi lahan (Bhagat et al., 2024).

5.4.2 Sistem Silvopastoral

Silvopastoral adalah sistem yang mengintegrasikan pepohonan, hijauan pakan, dan pemeliharaan ternak dalam satu lahan yang sama sehingga menerapkan sistem peternakan berkelanjutan. Sistem ini meningkatkan keanekaragaman hayati dan penangkapan karbon, sekaligus mengurangi emisi gas rumah kaca (Pachajoa et al., 2022), meningkatkan kualitas tanah dengan integrasi pohon meningkatkan kesuburan dan karakteristik fisik-kimia tanah, menguntungkan produktivitas pertanian secara keseluruhan (Leite et al., 2023), dan memberikan naungan bagi ternak yang dapat mengarah pada kesejahteraan dan produktivitas hewan ternak yang lebih baik (Mantino et al., 2023). Karakteristik utama sistem silvopastoral dengan penanaman pohon multifungsi seperti pohon yang memberikan naungan, pakan, dan produk tambahan (buah atau kayu), penggembalaan rotasi dengan memindahkan ternak secara teratur pada lahan pastura untuk mencegah penggembalaan berlebihan, perlindungan biodiversitas dengan menciptakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna. Implementasi sistem silvopastoral yaitu integrasi ternak dalam perkebunan kelapa, karet, kakao, dan tanaman berkayu lainnya. Tipe hijauan pakan berupa leguminosa tipe pohon juga dapat dijadikan silvopastoral dengan pembangunan pastura polikultur sistem alley cropping, pagar, dan bank protein.



Gambar 5.2. Sistem silvopastoral intensif ternak sapi dengan pohon lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan rumput *Megathyrsus maximus*.

(Sumber: Pachas et al., 2019)

5.4.3 Peternakan Organik dan Regeneratif

Peternakan organik dan regeneratif fokus pada praktik yang meningkatkan kesehatan ekosistem sambil menghasilkan produk hewani berkualitas tinggi, bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada input sintetis, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan meningkatkan ketahanan pangan. Metode organik memastikan produksi pangan selaras dengan pelestarian ekologis, menjaga kebutuhan generasi masa depan (Raj et al., 2024). Karakteristik utama sistem ini adalah bebas bahan kimia sintetis, tidak menggunakan pestisida, herbisida, atau pupuk kimia sintetis, penekanan pada kesejahteraan hewan dengan memberikan akses ke luar bergerak dan mendukung perilaku alami hewan ternak, implementasi metode regenerative dengan teknik seperti penggembalaan rotasi atau berpindah untuk meningkatkan kesuburan tanah. Contoh Implementasi yaitu peternakan sapi organik berbasis padang rumput dan sistem ayam petelur organik dengan akses bebas ke luar masuk kandang. Peternakan organik dan regenerative mampu menghasilkan produk premium dan memberikan

manfaat lingkungan yang signifikan, tetapi mungkin menghadapi tantangan dalam produktivitas dan biaya produksi yang lebih tinggi.

5.5 Manajemen Pakan Berkelanjutan

Manajemen pakan yang efektif dan berkelanjutan sangat penting dalam upaya meningkatkan produktivitas di berbagai sektor produksi ternak sambil mengurangi dampak lingkungan. Metode ini melibatkan pengoptimalan formulasi pakan, penggunaan produk sampingan, dan inovasi dalam pembuatan pakan yang berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya fokus pada memenuhi kebutuhan nutrisi ternak, tetapi juga mempertimbangkan aspek ekonomi dan ekologi dari produksi pakan. Nutrisi presisi menggunakan teknik pemberian pakan presisi memastikan bahwa hewan menerima nutrisi yang tepat pada waktu yang tepat, mengoptimalkan efisiensi pakan dan mengurangi limbah. Pendekatan ini secara signifikan dapat menurunkan jejak karbon produksi hewani (Dierenfeld, 2023). Menggunakan limbah industri pertanian pangan dan produk sampingan ke dalam formulasi pakan ternak dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan memberikan asupan nutrisi yang hemat biaya. Bahan-bahan ini juga mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan hewan (Malenica et al., 2022).

5.5.1 Penggunaan Pakan Lokal dan Alternatif

Memanfaatkan sumber daya pakan lokal dan alternatif dapat mengurangi ketergantungan pada pakan impor dan meminimalkan jejak karbon. Strategi implementasi, pemanfaatan hijauan pakan lokal dengan mengembangkan varietas rumput dan legum yang adaptif terhadap kondisi lahan. Integrasi tanaman pangan-ternak dengan memanfaatkan sisa tanaman pangan sebagai pakan ternak. Eksplorasi sumber protein alternatif dengan penggunaan serangga, mikroalga, atau protein sel tunggal sebagai sumber protein pakan. Contoh Inovatif yaitu:

1. Budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF) (*Hermetia illucens*) sebagai pakan tinggi protein kasar untuk ternak unggas dan ikan. Maggot, terutama dari BSF, semakin populer sebagai sumber pakan protein tinggi untuk ternak dan kemampuan maggot untuk mencerna limbah organik dari sampah rumah tangga ataupun limbah sayur dari pasar. Larva BSF kaya akan nutrisi seperti lemak, protein, serta asam amino dan mineral berkualitas tinggi, menjadikannya sumber protein yang baik untuk ternak (Lu, et al., 2022) Penggunaan maggot sebagai pakan ternak dapat meningkatkan efisiensi pakan, mengurangi biaya pakan, dan memberikan alternatif yang berkelanjutan untuk sumber protein konvensional.



Gambar 5.3. Metode Biokonversi pada pemeliharaan maggot *Black Soldier Fly* (BSF) dapat menyelesaikan permasalahan limbah organik dan menguntungkan dari aspek ekonomi.

(Sumber: Piat, 2023)

2. Alternatif *Antibiotic Growth Promoter* (AGP). AGP di banyak negara telah dilarang atau dibatasi penggunaannya dalam peternakan termasuk Indonesia (UU PKH No.18 Pasal 22 ayat 4c 2009), karena memiliki dampak negatif seperti resistensi antibiotik sehingga bakteri jahat resisten

terhadap antibiotik dan dapat menyebar kemanusia, menjaga keamanan pangan karena residu antibiotik pada produk ternak menyebabkan efek samping pada kesehatan manusia, berdampak pada lingkungan karena antibiotik sulit terurai secara alami, dan menurunkan efektivitas antibiotik dalam mengobati infeksi pada ternak dan manusia. Hal tersebut mendorong penggunaan alternatif AGP yang lebih aman dan berkelanjutan, seperti probiotik, prebiotik, sinbiotik, Asam organik, fitobiotik herbal, Enzim, dan essential oils, serta menerapkan manajemen kesehatan ternak yang baik.

Tabel 5.1. Alternatif pengganti AGP pada ternak unggas

Jenis	Kandungan	Level	Manfaat
Probiotik	Probiotik <i>L. casei</i> dan <i>L. rhamnosus</i>	0.05 g/kg pakan	Pemberian probiotik di air minum dan ransum broiler bisa mengurangi kolesterol dan LDL, serta menambah kandungan HDL.
Prebiotik	MOS (Mannan oligosakarida)	0.3-0.5%	Meningkatkan berat badan, respons imun, profil hematologi dan biokimia darah broiler, serta menurunkan kadar kortikosteron serum selama musim panas:
Sinbiotik	Campuran sari bawang putih dan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	4 ml/kg	Mengimprove kinerja Broiler
Enzim	Enzym kompleks (alfa-amilase,	0.1-0.3%	Meningkatkan pertumbuhan, pencernaan fosfor dan

Jenis	Kandungan	Level	Manfaat
	xilanase, betaglukonase, protease, lipase)		efisiensi penggunaan ransum
Asam Organik	Asam organik dan anorganik	6 g/kg pakan	Secara signifikan meningkatkan BB Broiler, mengurangi jumlah asupan pakan dan rasio konversi pakan pada Broiler.
Fitobiotik	Jamu Herbal	2%	Pemanfaatan alternatif antibiotik sebagai penambah pertumbuhan dapat menghasilkan kemajuan yang signifikan dalam BB akhir, penambahan BB, dan rasio konversi pakan yang optimal pada itik Alabio jantan.

Sumber: (Fajrih, 2022)

3. Green Konsentrat (Konsentrat Hijau) dari campuran beberapa hijauan legume sebagai substitusi konsentrat yang mahal di daerah marginal dalam pengembangan peternakan ruminansia. Legum seperti *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, dan *Indigofera zollingeriana* telah terbukti meningkatkan kandungan protein makanan ruminansia, meningkatkan asupan pakan dan pencernaan pada kambing (Anis et al., 2020). Anis et al. (2020) menyebutkan bahwa dengan memanfaatkan legum yang tersedia secara lokal dapat mengurangi biaya pakan dan ketergantungan pada konsentrat impor, menawarkan solusi hemat biaya bagi peternak. Pembuatan konsentrat hijau dengan memanen

bagian edible dari beberapa legum seperti batang muda, daun, dan pucuk. Kemudian legum dijemur hingga kering. Proses pengeringan dapat menggunakan cahaya matahari di lahan terbuka dan pengeringan di rumah kaca dengan proses penganginan. Legum yang kering kemudian digiling menggunakan mesin giling hingga dihasilkan tepung legum sebagai Konsentrat Hijau (Ardiansyah, 2022). Berdasarkan hasil penelitian Ardiansyah et al. (2016) campuran legume dapat mensubstitusi pakan konsentrat dengan sumber hijauan silase sorgum pada sapi potong namun memiliki pencernaan yang lebih rendah.

5.5.2 Teknik Pengolahan Pakan Efisien

Pengolahan pakan yang tepat dapat meningkatkan nilai nutrisi dan efisiensi penggunaan pakan oleh ternak. Pengolahan pakan dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti pengolahan secara fisik, biologi, dan kimia. Metode utama yang paling sering digunakan adalah:

1. Fermentasi pakan dapat meningkatkan pencernaan dan nilai nutrisi pakan berserat tinggi. meningkatkan pemanfaatan nutrisi, memperpanjang umur simpan, dan mengurangi faktor anti-nutrisi. Proses fermentasi secara signifikan mempengaruhi komposisi kimia dan kualitas fermentasi pakan, yang penting untuk kesehatan dan produktivitas ruminansia. Nilai pH yang kecil dan asam menunjukkan kualitas fermentasi berjalan dengan baik dan pakan fermentasi dapat meningkatkan asupan bahan kering, tingkat pertumbuhan, dan produksi susu pada ruminansia (Supamong & Cherdthong, 2023). Kehadiran bakteri asam laktat (BAL) sangat penting pada proses fermentasi, karena mereka mendominasi pada proses fermentasi, meningkatkan produksi asam laktat dan mengurangi kadar ammonia (Fang et al., 2023). Proses fermentasi dapat mendetoksifikasi faktor antinutrisi, seperti gossypol dan glukosinolat, meningkatkan profil nutrisi pakan (Rehemujiang et al., 2023).
2. Pelet dapat mengurangi kehilangan pakan dan meningkatkan efisiensi konsumsi ternak. Meta-analisis

menunjukkan bahwa pakan pelet secara signifikan meningkatkan asupan bahan kering dan kenaikan bobot badan harian rata-rata pada ruminansia kecil dibandingkan dengan bentuk yang tidak dipelet (Retnani et al., 2022).

3. Penggunaan enzim untuk meningkatkan pencernaan pakan berbasis serat dan pakan yang terikat antinutrisi. Enzim memfasilitasi pemecahan komponen pakan kompleks, meningkatkan laju pemanfaatan nutrisi. Enzim eksogen dalam pakan ternak dapat meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrient pakan (Kostomakhin et al., 2021), performa ternak, dan kualitas produk ternak berupa daging dengan asam lemak yang bermanfaat (Simon et al., 2023).
4. Silase metode untuk mengawetkan pakan hijauan untuk penggunaan jangka panjang dengan proses fermentasi memainkan peran penting dalam nutrisi ternak, terutama di daerah dengan kekurangan pakan musiman. Silase dapat dibuat dari berbagai bahan seperti dengan jerami jagung atau hijauan pakan ternak pada saat panen berlimpah. Ini memungkinkan pemanfaatan hijauan yang melimpah secara efektif selama musim hujan, memastikan pasokan yang stabil selama periode kering (Satiyarti et al., 2023). Penggunaan limbah pertanian untuk produksi silase mendorong kelestarian lingkungan dan mendukung komunitas pertanian lokal (Fitriawaty et al., 2023). Silase meningkatkan pencernaan dan profil nutrisi pakan, yang mengarah ke kinerja dan performa ternak yang lebih baik (Say et al., 2024).



Gambar 5.4. Silase dari jerami jagung
(Sumber: Volac, 2023)

5. Amoniasi merupakan metode untuk penguraian limbah, dengan tujuan meningkatkan kualitas produk sampingan pertanian, termasuk jerami padi dan berbagai sisa-sisa tanaman lainnya. Proses ini melibatkan perlakuan kimia dengan menambahkan urea atau bahan alkali lainnya, yang dapat meningkatkan kandungan protein hingga 20-30% dan pencernaan lemak, serta mengurangi lignin dan serat kasar (Solehudin et al., 2024; Sari et al., 2023; Patria et al., 2023).

5.5.3 Penggunaan Produk Sampingan Pertanian sebagai Pakan Ternak

Mengintegrasikan produk sampingan pertanian ke dalam sistem pakan ternak dapat mengurangi pembuangan limbah. Bahan yang sering digunakan untuk pakan ternak adalah:

1. Limbah pengolahan padi seperti dedak, bekatul, dan jerami padi sebagai sumber energi dan serat, sekam padi bisa digunakan sebagai alas kandang.
2. Limbah pengolahan jagung seperti dedak jagung, corn gluten meal, dan jerami jagung sebagai sumber energi dan serat
3. Ampas tahu dan tempe sebagai sumber protein

4. Limbah pengolahan sawit berupa bungkil inti sawit, solid, dan *crude palm oil* (CPO) sebagai sumber energi bagi ternak, termasuk dari daun dan pelepah sawit.
5. Kulit buah-buahan (kulit kopi, kakao, nanas) dan limbah sayur sebagai sumber energi dan serat
6. Limbah pengolahan singkong seperti onggok, kulit, daun singkong sebagai sumber energi dan serat.

5.6 Teknologi dalam Peternakan Modern

Teknologi dalam peternakan modern menawarkan peluang besar untuk meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan kesejahteraan hewan. Namun, penting untuk mengadopsi teknologi ini secara bijaksana, dengan mempertimbangkan konteks lokal, dampak lingkungan, dan aspek sosial-ekonomi. Integrasi teknologi yang tepat dapat membantu menciptakan sistem peternakan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan responsif terhadap tantangan global seperti perubahan iklim dan ketahanan pangan.

Penggunaan *Internet of Things* (IoT) dan Big Data dalam manajemen peternakan sudah banyak di terapkan pada peternakan modern. IoT dan Big Data memungkinkan pengumpulan dan observasi data skala besar untuk membuat ketentuan kebijakan yang lebih solutif. Kerja teknologi IoT melalui sistem sensor dan perangkat yang dapat memperoleh informasi terkini mengenai beragam parameter peternakan, sehingga memfasilitasi pengambilan keputusan berbasis data dan menciptakan sistem peternakan presisi. Perangkat IoT memfasilitasi pemantauan kesehatan dan perilaku ternak secara real-time, membantu deteksi dini penyakit dan meningkatkan kesejahteraan hewan (Sodhi & Jamwal, 2024; Rath et al., 2024). Sistem IoT seperti Smart Cattle System dan Smart Cattle Care menyediakan solusi pemantauan komprehensif yaitu pemantauan pemberian pakan dan mikroklimat pada area kandang, termasuk pelacakan GPS untuk manajemen lokasi dan pencegahan pencurian (M et al., 2024; Arora et al., 2024). Perangkat IoT memantau indikator kesehatan penting seperti suhu tubuh, denyut nadi, dan kadar oksigen, yang sangat

penting untuk deteksi dini penyakit, termasuk kondisi seperti milk fever (Chowdary et al., 2023). Kondisi lingkungan, seperti kelembaban dan suhu, terus dipantau untuk memastikan kondisi kehidupan ternak yang optimal (Rahayu & Wibowo, 2024).

5.6 Penutup

Dalam menuju ketahanan pangan berkelanjutan, diperlukan kolaborasi antara peternak, peneliti, pemerintah, dan industri dalam mengembangkan dan mengimplementasikan praktik peternakan yang inovatif dan ramah lingkungan. Dengan pendekatan menyeluruh ini, sektor peternakan dapat berkontribusi signifikan dalam mewujudkan sistem pangan yang tangguh dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, SD., M., M., Telleng., D., A., Kaligis., M., Najoan., P, O.V, Waleleng., S., Dalie. 2020. Complete Dried Ration for Ruminant Based on Pennisetum purpureum cv. Mott Enriched Phyto-Protein of Tree Legumes Leaf. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/465/1/012025>
- Ardiansyah. 2022. Pembangunan Pertanian dan Peternakan Berkelanjutan. Book Chapter: Silase Sorgum Dan Konsentrat Hijau Untuk Pengembangan Peternakan Ruminansia Di Lahan Pasca Tambang. Deepublish Publisher. Hal. 332-339.
- Ardiansyah., Komang, G., Wiryawan., P.D.M.H., Karti. 2016. Silage Quality of Sorghum Harvested at Different Times and Its Combination with Mixed Legumes or Concentrate Evaluated in Vitro. Media Peternakan, <https://doi.org/10.5398/MEDPET.2016.39.1.53>
- Arora, Charu, Harish., Sakshi, Dilip, Autade., Anuksha, Mhalu, Avhad., Ratan, Dattaray, Deokar. 2024. Smart Cattle Care: An IOT Based Monitoring and Management System. International journal of innovative science and research technology, <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24apr1600>
- Assan, Never. 2022. Climate Change's Impact on Agriculture and Food Security: An Opportunity to Showcase African Animal Genetic Resources. Trends journal of sciences research, 1(1):40-64. <https://doi.org/10.31586/ujfs.2022.546>
- Barekar, AM., SN, Potkile., JP, Deshmukh., AN, Paslawar., BS, Morwal. 2024. Development of integrated farming systems model under rainfed condition. International journal of research in agronomy, <https://doi.org/10.33545/2618060x.2024.v7.i6sa.812>
- Bhagat, Rakshit., Sohan, Singh, Walia., Kartik, Sharma., Rajbir, Singh., Gurshaminder, Singh., Akbar, Hossain. 2024. The integrated farming system is an environmentally friendly and cost-effective approach to the sustainability of agri-

- food systems in the modern era of the changing climate: A comprehensive review. Food and Energy Security, <https://doi.org/10.1002/fes3.534>
- Bhati, Priyanka., Anadi, Ranjan, Saikia., Shivani, Chaudhary., Raj, Bahadur., T., Nengparmoi., Nilabh, Talukdar., Sanjay, Hazarika. 2024. Integrated Farming Systems for Environment Sustainability: A Comprehensive Review. Journal of Scientific Research and Reports, <https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i11834>
- Chowdary, Gowrineni, Jasmitha., Seelam, Kalpana., Bitra, Ramya., Jajam, Likhitha., Chaganti, Venkata, Vinod. 2023. Milk Fever Detection Device for Cattle Using Internet of Things. <https://doi.org/10.1109/icscna58489.2023.10370625>
- Dierenfeld, ES., 2023. 94 Sustainable Feeding Solutions Across the Animal Kingdom: Identifying and Implementing. Journal of Animal Science, <https://doi.org/10.1093/jas/skad281.142>
- Fajrih, Nurul. 2022. Pembangunan Pertanian dan Peternakan Berkelanjutan. BC: Pengendalian Penggunaan Antibiotic Growth Promoters (Agp) Dan Alternatif Penggantinya Untuk Mendukung Keamanan Pangan Asal Ternak Unggas. Deepublish Publisher. Hal. 364-376.
- Fang, Jiachen., Zhumei, Du., Yimin, Cai. 2023. Fermentation Regulation and Ethanol Production of Total Mixed Ration Containing Apple Pomace. Fermentation, <https://doi.org/10.3390/fermentation9070692>
- Fitriawaty., Nurhafsah., Intan, Dwi, Novieta. 2023. Silase pakan lengkap jerami padi dan murbei sebagai pakan kambing. <https://doi.org/10.55981/brin.528>
- Frija, Aymen. 2018. "Livestock for resilience": Revisiting the role of livestock in the major agricultural production systems of the MENA region. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.277547>
- Нечаева, МЛ., dkk. 2024. Strategic management of sustainable development of the livestock industry at the regional level. Aktual'nye napravleniâ naučnyh issledovanij XXI veka: teoriâ i praktika, 12(2):105-116.

<https://doi.org/10.34220/2308-8877-2024-12-2-105-116>

- Kostomakhin. NM., I., E., Ivanova., O., V., Kovaleva., Yu., A., Karmatsikh. 2021. Environmentally-friendly enzyme compositions in animal feeding. 57-69. <https://doi.org/10.33920/SEL-05-2106-05>
- Leite, GDO., Janaína, Tayna, Silva., Euclides, Reuter, de, Oliveira., Anderson, Souza, de, Almeida., J., F., da, Silva., Andréa, Maria, de, Araújo, Gabriel, Eduardo, Lucas, Terra, Peixoto., Mábio, Silvan, José, da, Silva., Nathálie, Ferreira, Neves., Amanda, Maria, Silva, Alencar., Thamiris, Wolff, Gonçalves., Brasilino, Moreira, Lima., Elaine, Barbosa, Muniz. 2023. Silvopastory system in areas of small rural farmers in Mato Grosso do Sul. RealizAção. <https://doi.org/10.30612/realizacao.v10i20.17719>
- Lu, S., Taethaisong N, Meethip W, Surakhunthod J, Sinpru B, Sroichak T, Archa P, Thongpea S, Paengkoum S, Purba RAP, et al. 2022. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review. *Insects*; 13(9):831. <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
- M. Lakshmi, Kantha, T, Deeraaj, C., T, Subburaj. 2024. IoT– Based Smart Cattle System. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, <https://doi.org/10.48175/ijarsct-19005>
- Malenica, Dunja, Marko, Kass., Rajeev, Bhat. 2022. Sustainable Management and Valorization of Agri-Food Industrial Wastes and By-Products as Animal Feed: For Ruminants, Non-Ruminants and as Poultry Feed. *Sustainability*, 15(1):117-117. <https://doi.org/10.3390/su15010117>
- Mantino, Alberto, Francesco, Annecchini., Alice, Cappucci., Laura, Casarosa., Luca, Turini., Giulia, Foggi., Marcello, Mele. 2023. Outcomes of a comparison between pastoral and silvopastoral management on beef cattle productivity, animal welfare and pasture depletion in a Mediterranean extensive farm. *Agroforestry Systems*, 97:1071-1086. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00848-w>

- Nahed-Toral, J., IA, Valdivieso-Perez., Daniel, Grande-Cano. 2024. Theoretical and practical propositions for more sustainable livestock production. 2(1):001-007. <https://doi.org/10.17352/afppn.000002>
- Nair, MRR., M., R., Reshma, Nair., Veerasamy, Sejian., M., V., Silpa., M., V., Silpa., Vinícius, de, França, Carvalho, Fonsêca., Vinícius, de, França, Carvalho, Fonsêca., C, C, de, Melo, Costa., C., Devaraj., Govindan, Krishnan., Madiyajagan, Bagath., P.O., Nameer., R., Bhatta. 2021. Goat as the ideal climate-resilient animal model in tropical environment: revisiting advantages over other livestock species. *International Journal of Biometeorology*, 65(12):2229-2240. <https://doi.org/10.1007/S00484-021-02179-W>
- Pachajoa, LE., Carolina, Guatusmal, Gelpud., Diana, Cristina, Moreno, Vargas., Edwin, Castro, Rincón. 2022. Sistemas silvopastoriles: alternativa sostenible para las fincas del trópico andino. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405729>
- Pachas, Anibal & Radrizzani, Alejandro & Murgueitio, Enrique & Uribe, Fernando & Cadavid, Álvaro & Chará, Julián & Ruiz, Tomás & Escalante, Eduardo & Mauricio, Rogerio & Ramirez-Aviles, Luis & Radrizzani, A & Murgueitio, E & Uribe, F & Cadavid, A & Chará, J & Ramirez-Aviles, L. 2019. Establishment and management of leucaena in Latin America. *Tropical Grasslands*. 7. 127-132. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(7\)127-132](https://doi.org/10.17138/TGFT(7)127-132).
- Pankaj, PK., J.V.N.S., Prasad., Vinod, Singh., G., Nirmala., Konda, Srinivasa, Reddy. 2024. Climate resilient livestock farming systems. 159-178. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-98385-3.00003-7>
- Patria, CA., N., Riffiandi., Vindo, Rossy, Pertiwi., Nurhayati, Nurhayati., Nurul, Azizah, Usman., Yadi, Priabudiman. 2023. Pengolahan amoniasi jerami padi dengan penambahan urea untuk meningkatkan pencernaan ruminansia. Ganesha, <https://doi.org/10.36728/ganesha.v3i1.2374>
- Piat. 2023. Teknologi Biokonversi: budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF) menjadi solusi bagi sampah organik dan

- memiliki potensi ekonomi.
<https://piat.ugm.ac.id/2023/01/10/teknologi-biokonversi-budidaya-maggot-black-soldier-fly-bsf-menjadi-solusi-bagi-sampah-organik-dan-memiliki-potensi-ekonomi/>
- Rahayu, Riski, Sayuti., Ari, Purno, Wahyu, Wibowo. 2024. Monitoring cattle farms using Cloud Computing-based Internet of Things (IOT) tools using Artificial Intelligence Methods. Brilliance, <https://doi.org/10.47709/brilliance.v4i1.3736>
- Raj, Janak., Sarita, Jat., Reema., Anuradha, Yadav. 2024. The Role of Organic Farming in Sustainable Agriculture. Advances in research, <https://doi.org/10.9734/air/2024/v25i31058>
- Rath, Sweta., Ashok, K., Mohapatra., Gayatree, Mishra. 2024. Internet of things (iot) in agriculture. <https://doi.org/10.58532/v3bcag24ch10>
- Rehemujiang, Halidai., H., A., Yusuf., Tao, Ma., Qiyu, Diao., Luxin, Kong., Lingyun, Kang., Yan, Tu. 2023. Evaluating Fermentation Quality, Aerobic Stability, and Rumen-Degradation (In Situ) Characteristics of Various Protein-Based Total Mixed Rations. Animals, 13(17) <https://doi.org/10.3390/ani13172730>
- Retnani, Yuli., Sazli, Tutar, Risyahadi., Novia, Qomariyah., N., Barkah., Taryati, Taryati., A., Jayanegara. 2022. Comparison between pelleted and unpelleted feed forms on the performance and digestion of small ruminants: a meta-analysis. Journal of Animal and Feed Sciences, 31(2):97-108. <https://doi.org/10.22358/jafs/149192/2022>
- Sandström, Vilma., Thomas, Kastner., Florian, Schwarzmüller., Matti, Kummu. 2024. The potential to increase food system resilience by replacing feed imports with domestic food system byproducts. Environmental Research Letters, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad5ab3>
- Satiyarti, RB., Sugma, Rizki, Tri, Utami, Yustisiana., Iip, Sugiharta. 2023. Analisis Kualitas Silase Tanaman Jagung sebagai

- Pakan Ternak dengan Durasi Fermentasi yang Berbeda. *Organisms*,
<https://doi.org/10.24042/organisms.v3i2.18043>
- Say, Yakup., Tara, Tiba, Nikolaus., Gusti, Ayu, Yudiwati, Lestari. 2024. Pengaruh Silase Rumput Kume dan *Alysicarpus Vaginalis* dengan Imbangan yang Berbeda terhadap Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik dan Metabolisme Energi Secara In Vitro. *Animal Agricultura*,
<https://doi.org/10.59891/animacultura.v2i1.60>
- Shanmugam, PM., S., P., Sangeetha., P., C., Prabhu., S., V., Varshini., A., Renukadevi., N., Ravisankar., P., Parasuraman., T., Parthipan., N., Satheeshkumar., S., K., Natarajan., M., Gopi. 2024. Crop–livestock-integrated farming system: a strategy to achieve synergy between agricultural production, nutritional security, and environmental sustainability. *Frontiers in sustainable food systems*.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1338299>
- Simon, Alexandre, L., dkk. 2023. Inclusion of exogenous enzymes in feedlot cattle diets: impacts on physiology, rumen fermentation, digestibility and fatty acid profile in rumen and meat. *Biotechnology Reports*,
<https://doi.org/10.1016/j.btre.2023.e00824>
- Singh, SV., Surender, Singh. 2023. Resilience of livestock production under varying climates. *Journal of Agrometeorology*, 25(2):183-184.
<https://doi.org/10.54386/jam.v25i2.2015>
- Sodhi, Gurpreet, Kour., Pragti, Jamwal. 2024. Smart Farming: Harnessing the Power of IoT for Agricultural Transformation.
<https://doi.org/10.1109/icrtcst61793.2024.10578369>
- Solehudin, Solehudin., Iman, Hernaman., Budi, Ayuningsih., D., Pamungkas. 2024. Efektivitas Amoniasi, Fermentasi, dan Amoniasi Fermentasi dengan *Trichoderma harzianum* pada Jerami Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus*). *Jurnal Agripet*,
<https://doi.org/10.17969/agripet.v24i1.29594>
- Supapong, Chanadol., Anusorn, Cherdthong. 2023. Can dietary fermented total mixed ration additives biological and chemical improve digestibility, performance, and rumen

- fermentation in ruminants?. *Animal Biotechnology*, 1-11.
<https://doi.org/10.1080/10495398.2023.2206864>
- Urdaneta, Fatima. (2023). Regenerative livestock or sustainable livestock?.
[https://doi.org/10.47280/revfacagron\(luz\).v40.supl.01](https://doi.org/10.47280/revfacagron(luz).v40.supl.01)
- Volac. 2023. Five Steps for Better Maize Silage.
<https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/57bb73f5414fb501474ba1bc/8251b193-2e84-44a5-8b4c-54c6a25d554d/Maize+silage+in+hands.jpg>
- Yesi, Chwenta, Sari., Syafri, Nanda., Fatma, Poni, Mardiah., Roza, Yunita., Montesqrit, Montesqrit. 2023. Sosialisasi Teknologi Pakan Amoniasi di Kelompok Tani Ternak Ambacang Permai Kabupaten Lima Puluh Kota. *Warta Pengabdian Andalas*,
<https://doi.org/10.25077/jwa.30.1.67-75.2023>

BAB 6

PERTANIAN ORGANIK MELALUI PEMANFAATAN PGPR DAN AGROEKOLOGI: SOLUSI RAMAH LINGKUNGAN

Oleh Andi Suryadi dan Sopialena

6.1 Pendahuluan

Pertanian organik adalah sistem produksi yang mengedepankan penggunaan praktik alami dan ramah lingkungan, tanpa bergantung pada bahan kimia sintetis seperti pestisida dan pupuk kimia. Prinsip utama pertanian organik meliputi keberlanjutan, peningkatan kesuburan tanah, dan pelestarian biodiversitas. Dalam praktiknya, pertanian organik bertujuan untuk memanfaatkan proses ekologi yang sudah ada di alam untuk mengoptimalkan produksi pangan, tanpa merusak ekosistem. Tujuan dari pertanian organik bukan hanya untuk menghasilkan produk yang sehat dan bebas dari residu bahan kimia, tetapi juga menjaga keseimbangan lingkungan demi ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Dalam konteks ketahanan pangan, pertanian organik memainkan peran penting karena mampu meningkatkan daya dukung ekosistem pertanian. Keberlanjutan jangka panjang dari sistem pertanian ini memastikan bahwa sumber daya alam seperti tanah dan air tetap lestari, sehingga mampu memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang. Selain itu, pertanian organik dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan input eksternal, yang dalam jangka panjang membantu petani mengurangi biaya produksi dan meningkatkan pendapatan mereka.

Tantangan lingkungan yang dihadapi oleh sektor pertanian konvensional semakin mendesak kebutuhan akan solusi ramah lingkungan. Penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan telah menyebabkan penurunan kualitas tanah, pencemaran air, dan pengurangan biodiversitas di banyak wilayah. Penurunan kualitas tanah, misalnya, sering kali

berujung pada erosi tanah dan penurunan kemampuan tanah untuk menyerap air, yang pada akhirnya mengurangi produktivitas pertanian dalam jangka panjang.

Selain masalah lingkungan, penggunaan pestisida secara terusmenerus juga memunculkan resistensi hama dan penyakit, sehingga petani harus meningkatkan dosis pestisida untuk mendapatkan hasil yang sama. Hal ini menciptakan lingkaran ketergantungan yang semakin memperburuk dampak lingkungan dan kesehatan. Di sinilah muncul urgensi solusi alternatif seperti pertanian organik, yang tidak hanya menjaga produktivitas tetapi juga memperbaiki kualitas ekosistem.

Dengan mengadopsi pendekatan ramah lingkungan seperti pertanian organik, petani dapat mengurangi dampak negatif dari praktik konvensional. Pertanian organik, yang mengintegrasikan praktikpraktik alami dan teknologi ramah lingkungan, menjadi solusi yang efektif dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan.

6.2 Prinsip dan Implementasi Agroekologi

Agroekologi merupakan pendekatan sistemik dalam pertanian yang mengintegrasikan prinsipprinsip ekologi ke dalam praktik pertanian. Agroekologi berfokus pada hubungan antara komponen ekosistem alami seperti tanah, tanaman, air, dan makhluk hidup lain dalam lingkungan pertanian, serta mempromosikan keseimbangan alami untuk meningkatkan ketahanan sistem tersebut. Sebagai disiplin ilmiah, agroekologi tidak hanya mempelajari interaksi ekologi dalam ekosistem pertanian tetapi juga berupaya menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Konsep ini mendukung praktik yang memperkuat keberlanjutan ekosistem dengan mengurangi ketergantungan pada input eksternal seperti pestisida dan pupuk kimia (Altieri & Nicholls, 2020).

Dalam pertanian organik, agroekologi diterapkan melalui praktik yang menjaga kesehatan tanah dan lingkungan sekitar. Salah satu praktik agroekologi yang umum digunakan adalah rotasi tanaman, di mana petani mengganti jenis tanaman yang ditanam pada lahan tertentu dari satu musim ke musim

berikutnya. Rotasi tanaman membantu memutus siklus hama, memperbaiki kesuburan tanah, dan meningkatkan produksi secara keseluruhan. Selain itu, agroforestri, yaitu kombinasi antara pohon atau tanaman keras dengan tanaman semusim, menciptakan diversifikasi tanaman yang bermanfaat bagi peningkatan keanekaragaman hayati, pengurangan erosi tanah, dan perbaikan iklim mikro di sekitar tanaman (Gliessman, 2015).

Agroekologi pada pertanian organik berperan penting dalam menjaga kesehatan tanah dan lingkungan melalui berbagai praktik yang mendukung keberlanjutan ekosistem. Salah satu praktik yang sering digunakan adalah rotasi tanaman, di mana petani secara bergantian menanam berbagai jenis tanaman pada lahan yang sama dari satu musim ke musim berikutnya. Dengan melakukan rotasi tanaman, siklus hama dan penyakit yang spesifik pada satu jenis tanaman dapat diputus, sehingga mengurangi ketergantungan pada pestisida. Praktik ini juga meningkatkan struktur dan kesuburan tanah karena jenis tanaman yang berbeda memiliki kebutuhan nutrisi dan pola akar yang bervariasi, yang membantu mendistribusikan nutrisi tanah dengan lebih merata.

Selain rotasi tanaman, agroforestri merupakan praktik agroekologi lain yang banyak diterapkan dalam sistem pertanian organik. Agroforestri menggabungkan pohon atau tanaman keras dengan tanaman semusim dalam satu area pertanian. Pendekatan ini tidak hanya membantu petani dalam menghasilkan lebih banyak jenis produk, tetapi juga meningkatkan keanekaragaman hayati. Keberadaan pohon dalam sistem agroforestri dapat memberikan manfaat seperti pengurangan erosi tanah, perbaikan iklim mikro, serta pengayaan nutrisi tanah melalui serasah daun yang jatuh dan terurai. Dengan demikian, agroforestri berkontribusi pada peningkatan daya tahan lahan pertanian terhadap degradasi lingkungan.

Kombinasi dari praktik rotasi tanaman dan agroforestri membantu menciptakan ekosistem pertanian yang lebih berkelanjutan dan tangguh terhadap perubahan iklim. Keanekaragaman tanaman yang dihasilkan melalui agroekologi

juga memberikan perlindungan tambahan bagi tanaman terhadap ancaman penyakit dan hama, sekaligus mendukung produktivitas yang lebih stabil. Praktikpraktik ini, yang menjaga keseimbangan ekosistem, tidak hanya menguntungkan lingkungan tetapi juga meningkatkan kesejahteraan petani dengan mengurangi ketergantungan pada input eksternal seperti pupuk kimia dan pestisida.

Tanaman penutup tanah juga memainkan peran penting dalam agroekologi dengan membantu mencegah erosi dan meningkatkan kandungan bahan organik di tanah. Tanaman penutup tanah, seperti kacang-kacangan, sering kali digunakan di antara musim tanam utama untuk menjaga kesehatan tanah dan mencegah hilangnya nutrisi. Penggunaan tanaman ini juga berfungsi sebagai pupuk hijau yang dapat meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air dan nutrisi, serta mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia (Lal, 2021).

Manfaat agroekologi tidak hanya dirasakan pada aspek ekologis, tetapi juga pada aspek ekonomis. Dengan mengurangi ketergantungan pada input pertanian yang mahal seperti pestisida dan pupuk sintetis, agroekologi membantu petani, terutama petani kecil, menurunkan biaya produksi. Sebuah studi di Brasil menunjukkan bahwa petani yang mengadopsi sistem agroekologi mengalami penurunan pengeluaran hingga 30% untuk input pertanian, dan dalam beberapa kasus, pendapatan mereka meningkat hingga 50% karena diversifikasi tanaman yang meningkatkan hasil panen (Altieri & Toledo, 2011). Manfaat agroekologi tidak hanya terbatas pada aspek ekologis, tetapi juga mencakup aspek ekonomis yang signifikan bagi petani. Dengan mengurangi ketergantungan pada input pertanian yang mahal seperti pestisida dan pupuk sintetis, agroekologi memungkinkan petani menekan biaya produksi. Dalam sebuah studi di Brasil, petani yang menerapkan sistem agroekologi mengalami penurunan pengeluaran hingga 30% untuk input pertanian. Selain itu, diversifikasi tanaman yang dihasilkan dari praktik agroekologi membantu meningkatkan hasil panen, yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan petani hingga 50% di beberapa wilayah (Altieri & Toledo, 2011).

Hal ini menunjukkan bahwa agroekologi tidak hanya berkelanjutan secara lingkungan tetapi juga menguntungkan secara finansial bagi petani, terutama petani kecil yang seringkali tertekan oleh biaya input tinggi.

Diversifikasi tanaman juga memberikan keuntungan ekonomi tambahan. Dengan menanam berbagai jenis tanaman dalam satu sistem, petani dapat mengurangi risiko kegagalan panen akibat fluktuasi pasar atau cuaca yang ekstrem. Selain itu, hasil dari beberapa tanaman dapat dijual di pasar lokal atau digunakan untuk konsumsi sendiri, sehingga mengurangi ketergantungan pada pasar eksternal. Keuntungan ini tidak hanya memperkuat kemandirian petani, tetapi juga meningkatkan keamanan pangan lokal, terutama di daerah pedesaan yang terpencil. Oleh karena itu, agroekologi memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan kesejahteraan petani sekaligus menjaga keberlanjutan pertanian (Altieri & Toledo, 2011).

Selain manfaat ekonomi, agroekologi memiliki dampak positif yang signifikan terhadap biodiversitas. Dengan menciptakan ekosistem yang lebih kompleks dan beragam, agroekologi memperkuat hubungan antara organisme dalam ekosistem pertanian, sehingga lebih tahan terhadap gangguan seperti hama dan perubahan iklim. Penelitian di berbagai negara menunjukkan bahwa praktik agroekologi dapat meningkatkan biodiversitas tanah hingga 25% dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional (Pretty et al., 2018). Keanekaragaman organisme di dalam tanah ini penting untuk mendukung siklus nutrisi dan kesehatan tanaman secara keseluruhan.

Dari perspektif lingkungan global, agroekologi juga berkontribusi terhadap penurunan emisi karbon. Sistem pertanian agroekologi yang mengintegrasikan pohon dan tanaman keras membantu meningkatkan penyerapan karbon dari atmosfer melalui proses fotosintesis. Hal ini menjadikan agroekologi sebagai solusi penting dalam menghadapi perubahan iklim. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa agroekologi dapat mengurangi emisi gas rumah kaca hingga 30% dibandingkan dengan sistem pertanian monokultur konvensional (Lal, 2021).

Secara keseluruhan, agroekologi tidak hanya memberikan solusi terhadap masalah lingkungan yang muncul akibat praktik pertanian konvensional, tetapi juga membawa manfaat sosial dan ekonomi bagi petani. Dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip ekologis ke dalam praktik pertanian sehari-hari, agroekologi menawarkan pendekatan holistik yang dapat mendukung keberlanjutan jangka panjang pertanian organik dan ketahanan pangan global.

6.3 Integrasi PGPR dan Agroekologi: Solusi untuk Pertanian Ramah Lingkungan

Sinergi antara *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan agroekologi menawarkan pendekatan inovatif untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil menjaga kelestarian lingkungan. PGPR adalah bakteri yang secara alami mendukung pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan penyerapan nutrisi, meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, dan mempromosikan perkembangan akar. Kombinasi PGPR dengan prinsip-prinsip agroekologi, seperti rotasi tanaman dan penggunaan tanaman penutup, menciptakan ekosistem pertanian yang lebih seimbang dan produktif. Agroekologi mendukung diversifikasi dan siklus nutrisi yang lebih baik, sementara PGPR memperkuat kesehatan tanaman dan tanah, membuat sistem pertanian lebih berkelanjutan (Singh et al., 2020).

Penerapan sinergi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan agroekologi memberikan keuntungan besar bagi petani dalam meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Sebuah studi menunjukkan bahwa penggunaan PGPR dapat meningkatkan hasil panen hingga 20% tanpa memerlukan tambahan pupuk kimia, yang secara langsung mengurangi biaya produksi bagi petani (Vessey, 2003). Dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme alami untuk mendukung pertumbuhan tanaman, PGPR tidak hanya membantu meningkatkan produktivitas, tetapi juga menjaga kesehatan tanah melalui peningkatan kandungan nutrisi yang tersedia bagi tanaman.

Selain manfaat produktivitas, praktik agroekologi memperkuat kesehatan ekosistem pertanian dengan meningkatkan kualitas tanah. Peningkatan kandungan bahan organik melalui praktik seperti rotasi tanaman dan penggunaan tanaman penutup tanah memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan kelembaban, dan mengurangi erosi. Petani yang menerapkan kombinasi PGPR dan agroekologi juga mengurangi ketergantungan pada pestisida, yang tidak hanya melindungi lingkungan dari risiko pencemaran air dan tanah tetapi juga mendorong peningkatan biodiversitas di sekitar lahan pertanian (Altieri & Nicholls, 2020). Dengan demikian, sinergi PGPR dan agroekologi menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Sinergi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan agroekologi menciptakan sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan PGPR meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap nutrisi secara lebih efisien, sehingga mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia yang dapat merusak lingkungan. PGPR juga berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah yang terdegradasi, meningkatkan kandungan bahan organik, serta mempromosikan keseimbangan ekosistem mikroba tanah. Pada saat yang sama, praktik agroekologi seperti rotasi tanaman dan agroforestri berkontribusi pada peningkatan kapasitas ekosistem pertanian dalam menangkap karbon, mengurangi erosi tanah, dan memperbaiki kualitas air, yang pada akhirnya membantu memitigasi dampak negatif perubahan iklim.

Di Indonesia, penelitian menunjukkan keberhasilan penerapan sinergi PGPR dan agroekologi dalam meningkatkan kesehatan ekosistem pertanian dan mengurangi dampak perubahan iklim. Sebagai contoh, studi yang dilakukan di wilayah pedesaan Jawa menunjukkan bahwa petani yang mengadopsi sistem agroekologi, dipadukan dengan penggunaan mikroba tanah seperti PGPR, mengalami peningkatan kesehatan tanah dan produktivitas tanaman. Penggunaan mikroba tanah memperbaiki kualitas tanah yang sebelumnya terdegradasi akibat penggunaan intensif pupuk kimia, sementara praktik

agroekologi membantu mengurangi erosi dan memperkaya biodiversitas lahan pertanian (Lal, 2021). Studi ini menunjukkan potensi besar sinergi PGPR dan agroekologi dalam menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan di Indonesia.

Meskipun manfaatnya sangat jelas, penerapan skala luas di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu hambatan utama adalah kurangnya pengetahuan di kalangan petani tentang manfaat PGPR dan teknik agroekologi. Selain itu, biaya awal untuk mengadopsi teknologi ini sering kali menjadi penghalang bagi petani kecil, yang lebih bergantung pada input konvensional yang lebih cepat menghasilkan keuntungan jangka pendek. Program pendidikan dan pelatihan, yang dipromosikan oleh pemerintah dan lembaga swadaya masyarakat, diperlukan untuk memperluas adopsi PGPR dan agroekologi di kalangan petani Indonesia (Pretty et al., 2018).

Ke depan, penerapan PGPR dan agroekologi secara luas di Indonesia memerlukan kerjasama antara petani, pemerintah, dan sektor swasta. Investasi dalam penelitian untuk mengembangkan strain PGPR yang lebih efisien dan adaptasi teknik agroekologi untuk berbagai kondisi agroklimat di Indonesia sangat penting. Dengan demikian, Indonesia dapat memanfaatkan potensi besar dari pendekatan ini untuk mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan sambil menjaga kelestarian lingkungan (Gliessman, 2015).

6.4 Tantangan dan Prospek Pertanian Organik di Masa Depan di Indonesia

Pertanian organik di Indonesia menghadapi berbagai hambatan implementasi, terutama terkait biaya awal yang diperlukan untuk transisi dari pertanian konvensional. Banyak petani, terutama petani kecil, merasa kesulitan untuk menutupi biaya tambahan dalam tahap awal transisi ini, seperti pembelian pupuk organik dan pengelolaan lahan sesuai dengan standar pertanian organik. Penelitian oleh Gliessman (2015) menunjukkan bahwa biaya ini sering kali menjadi hambatan utama bagi petani, karena investasi awal yang cukup besar tidak langsung menghasilkan keuntungan finansial jangka pendek.

Selain biaya, akses ke teknologi juga menjadi kendala utama. Penggunaan teknologi ramah lingkungan seperti *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan praktik agroekologi membutuhkan pengetahuan dan alat khusus yang belum sepenuhnya tersebar di kalangan petani Indonesia. Banyak petani masih kurang memiliki akses ke informasi terkait penerapan teknologi pertanian organik, sehingga mereka cenderung tetap berpegang pada metode konvensional yang sudah dikenal meskipun hasilnya tidak berkelanjutan (Altieri & Nicholls, 2020).

Kurangnya pengetahuan dan edukasi tentang manfaat dan praktik pertanian organik juga memperlambat adopsi di lapangan. Menurut Singh et al. (2020), edukasi petani mengenai keuntungan jangka panjang dari pertanian organik, seperti peningkatan kesehatan tanah dan pengurangan ketergantungan pada bahan kimia, sangat penting untuk mempercepat transisi ini. Namun, program pelatihan dan penyuluhan yang memadai masih terbatas di beberapa daerah, terutama di daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh infrastruktur pendidikan pertanian.

Meskipun ada berbagai hambatan, prospek pertanian organik di masa depan di Indonesia tetap cerah, terutama dengan dukungan inovasi di bidang teknologi pertanian. Inovasi seperti penggunaan PGPR yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi dan memperbaiki kesehatan tanah, menjadi salah satu solusi utama dalam meningkatkan produktivitas tanpa harus bergantung pada pupuk kimia. Studi oleh Vessey (2003) menunjukkan bahwa penggunaan PGPR secara signifikan dapat meningkatkan hasil panen hingga 20% di beberapa kondisi pertanian.

Agroekologi, yang mempromosikan diversifikasi tanaman dan penggunaan sumber daya lokal, juga menjadi kunci penting untuk pengembangan pertanian organik. Sistem pertanian berbasis agroekologi tidak hanya memperbaiki keberlanjutan ekosistem, tetapi juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap perubahan iklim. Penelitian yang dilakukan oleh Lal (2021) menunjukkan bahwa agroekologi dapat mengurangi emisi gas rumah kaca hingga 30%, sekaligus meningkatkan kesehatan tanah dan biodiversitas.

Peran pemerintah dalam mendukung pertanian organik di masa depan sangat penting. Pemerintah dapat memberikan insentif berupa bantuan keuangan atau subsidi bagi petani yang beralih ke sistem pertanian organik. Selain itu, program-program pelatihan yang didukung oleh pemerintah dapat meningkatkan pengetahuan petani mengenai praktik organik yang tepat. Altieri & Nicholls (2020) mencatat bahwa di beberapa negara, dukungan kebijakan pemerintah yang kuat telah mempercepat adopsi sistem pertanian berkelanjutan.

Di sisi lain, sektor swasta juga memainkan peran kunci dalam pengembangan pertanian organik di Indonesia. Investasi swasta dalam teknologi pertanian ramah lingkungan, termasuk pengembangan produk biofertilizer seperti PGPR, dapat membantu petani mengakses teknologi yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas mereka. Selain itu, kerjasama antara sektor swasta dan petani melalui skema kemitraan dapat membantu mempermudah distribusi produk organik ke pasar yang lebih luas, sehingga petani mendapatkan manfaat ekonomi yang lebih besar (Pretty et al., 2018).

Melihat potensi besar pertanian organik di Indonesia, kombinasi antara inovasi teknologi, dukungan kebijakan, dan kolaborasi sektor swasta dapat mempercepat transisi ke sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Tantangan yang ada memang signifikan, tetapi dengan pendekatan yang terkoordinasi, prospek pertanian organik di masa depan sangat menjanjikan.

6.5 Kesimpulan

Pertanian organik melalui penerapan PGPR dan agroekologi menawarkan berbagai manfaat dalam upaya mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan. Kombinasi ini tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian tetapi juga melestarikan ekosistem, memperbaiki kualitas tanah, dan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya. PGPR membantu meningkatkan kesehatan tanaman secara alami, sementara agroekologi mendukung diversifikasi dan siklus

nutrisi yang lebih seimbang, menciptakan ekosistem yang lebih sehat dan lebih produktif.

Dalam konteks ketahanan pangan, pendekatan ini sangat relevan, terutama di tengah tantangan global seperti perubahan iklim dan penurunan kualitas lahan. Dengan berkurangnya sumber daya dan meningkatnya permintaan akan bahan pangan, pertanian organik menjadi solusi yang berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya memberikan hasil yang baik bagi petani, tetapi juga melindungi lingkungan untuk generasi mendatang.

Arah masa depan pertanian berkelanjutan memerlukan dukungan penuh dari berbagai pihak, baik pemerintah, sektor swasta, maupun masyarakat umum. Penerapan teknologi seperti PGPR dan prinsip agroekologi membutuhkan kolaborasi yang kuat untuk menciptakan sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan efisien. Dengan demikian, pertanian organik dapat berkembang lebih luas dan memberikan dampak yang lebih signifikan.

Mendukung dan mempromosikan praktik pertanian organik berbasis PGPR dan agroekologi adalah langkah penting untuk memastikan bahwa produksi pangan dapat memenuhi kebutuhan populasi dunia tanpa merusak alam. Partisipasi aktif dari semua pihak akan mempercepat transformasi pertanian menuju sistem yang lebih berkelanjutan, yang tidak hanya bermanfaat bagi petani, tetapi juga bagi konsumen dan planet secara keseluruhan.

Dengan demikian, masa depan pertanian di Indonesia, dan dunia pada umumnya, dapat mengarah ke arah yang lebih hijau, produktif, dan ramah lingkungan, memastikan ketahanan pangan yang lebih tangguh dan berkelanjutan di tengah tantangan global yang semakin kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587612.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). *Agroecology and the transition to sustainable food systems*. CRC Press.
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty, and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587612.
- Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. CRC Press.
- Lal, R. (2021). Soil and agroecosystem health: Naturebased solutions for restoring ecosystems. *Journal of Soil and Water Conservation*, 76(5), 99A106A.
- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2018). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), 524.
- Pemanfaatan PGPR (Plant GrowthPromoting Rhizobacteria) dalam Pertanian Organik
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571586.
- Lal, R. (2021). Soil health and climate resilience: A case study of agroecological practices in Indonesia. *Journal of Sustainable Agriculture*, 43(2), 123135.
- Singh, J. S., Pandey, V. C., & Singh, D. P. (2020). *Plant growthpromoting rhizobacteria: Potential microbes for sustainable agriculture*. Springer.

BAB 7

PERTANIAN ORGANIK DALAM MEMBANGUN KETAHANAN PANGAN

Oleh Indah Sriwahyuni

7.1 Pendahuluan

Populasi penduduk di Negara Indonesia saat ini jumlahnya semakin hari semakin meningkat, maka kebutuhan pangan yang diperlukan oleh penduduknya pun semakin hari terus bertambah. Hal ini tentu menjadi tanggung jawab pemerintah Indonesia dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Produk hasil pertanian merupakan salah satu sumber utama yang dikonsumsi masyarakat, maka diperlukan hasil produk pertanian yang baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Hasil produk pertanian yang sehat dan berkelanjutan merupakan salah satu fokus pemerintah dalam usaha pemenuhan kebutuhan pangan bagi seluruh masyarakat Indonesia. Maka sistem pertanian organik merupakan alternatif sistem pertanian yang menghasilkan produk pertanian dengan kualitas yang baik untuk kesehatan serta berdampak baik bagi lingkungan.

Pertanian organik adalah sistem pertanian yang ramah terhadap lingkungan dengan hanya menggunakan bahan alami tanpa menggunakan bahan kimia atau sintetis. Sistem pertanian organik ini menghasilkan produk yang sehat serta aman untuk dikonsumsi dengan memiliki beragam manfaat yaitu seperti : meningkatkan hasil produk pertanian dalam jangka yang panjang melalui penggunaan input yang terjangkau, dimana sebagian besar/mayoritas berasal atas dasar keanekaragaman hayati lokal, peningkatan mata pencaharian dan juga untuk keamanan pangan, membangun ketahanan terhadap perubahan iklim, mengurangi risiko keuangan dengan mengganti input bahan kimia yang mahal dengan sumber daya terbaru yang tersedia secara lokal, mengintegrasikan praktik pertanian

tradisional, memungkinkan petani akses ke peluang pasar baru baik di dalam maupun luar negeri, menyediakan ketahanan sistem pertanian pada saat iklim ekstrem seperti kekeringan dan hujan lebat, meningkatkan kesehatan manusia dan memaksimalkan layanan lingkungan, berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim, karena mengurangi emisi gas rumah kaca dan menyerap karbon di dalam tanah (Mayrowani, 2012). Beberapa komoditas yang prospektif untuk dapat dikembangkan di Indonesia dapat meliputi tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, tanaman rempah dan obat, serta peternakan. Sistem pertanian organik dapat dimulai melalui pergiliran tanaman, penggunaan sisa-sisa tanaman, pupuk kandang yang berasal dari kotoran ternak, kacang, pupuk hijau, penggunaan pupuk hijau, limbah organik off farm, penggunaan pupuk mineral batuan dan mempertahankan pengendalian hama penyakit secara hayati, suplai hara tanaman, dan produktivitas tanah (Alamban, 2002).

Ketahanan pangan merupakan tantangan besar yang saat ini tengah dihadapi oleh Indonesia. Jumlah penduduk masyarakat Indonesia yang terus bertambah dan meningkat, menjadikan semakin bertambahnya kebutuhan pada sistem pangan yang efektif, efisien serta berkelanjutan kian makin mendesak. Sistem pertanian organik merupakan salah satu wujud jawaban sebagai solusi untuk membangun ketahanan pangan.

7.2 Prinsip Dasar Pertanian Organik

Prinsip organik berkaitan dengan tiga aspek yaitu pertama aspek lingkungan, bagaimana mempertahankan biodiversitas baik menyangkut lingkungan di tanah maupun untuk di udara. Selanjutnya yaitu aspek sosial, bagaimana kita menciptakan makanan yang lebih sehat, tanpa bahan kimia dan sebagainya. Ketiga, produk yang berlabel organik diharapkan memiliki nilai jual atau daya saing yang tinggi sehingga dapat meningkatkan penghasilan ataupun pendapatan bagi pelaku usaha dan petani. Pada penerapan sistem pertanian organik,

terdapat beberapa prinsip sebagai dasar pelaksanaan sistem pertanian tersebut, yaitu :

1. Meningkatkan kualitas kesehatan

Pertanian organik menggunakan bahan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan pestisida nabati. Hal ini tentu membantu masyarakat untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetik yang harganya cukup mahal dan juga dapat merusak lingkungan dalam jangka panjang. Dengan demikian, petani bisa lebih mandiri secara ekonomi serta dapat meminimalisir dampak buruk terhadap lingkungan.

2. Meningkatkan kesehatan dan kesuburan tanah

Pertanian organik memprioritaskan kesehatan tanah melalui teknik seperti rotasi tanaman, penggunaan pupuk organik, dan penanaman tanaman penutup tanah. Pengaplikasian pupuk kompos akan menyebabkan tanah menjadi lebih gembur dan mudah diolah. Kompos yang diaplikasikan pada lahan dapat memperbaiki sifat fisik tanah karena memiliki senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh bakteri pengurai bahan organik, dan dapat memunculkan hifa atau miselium yang dihasilkan oleh cendawan yang dapat berfungsi sebagai perekat dari partikel-partikel tanah (Setyorini et al., 2006). Tanah yang sehat mampu menyimpan lebih banyak air dan nutrisi, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas jangka panjang dan ketahanan tanaman terhadap kondisi cuaca yang ekstrem seperti kekeringan. Selain penggunaan kompos, penggunaan pupuk organik juga memiliki banyak manfaat untuk kesuburan tanah. Walaupun pupuk organik bukan berfungsi sebagai penyedia utama hara, namun berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penggunaan untuk memperbaiki pupuk organik sifat dapat fisik, menjaga kesuburan tanah seperti pH tanah, kapasitas tukar kation dan C-Organik tanah jika digunakan dalam jangka waktu yang panjang tanah (Bhatt et al., 2019).

3. Mengurangi dampak dari perubahan iklim

Sistem pertanian organik cenderung menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dibandingkan dengan

pertanian konvensional karena tidak menggunakan pupuk dan pestisida sintetis yang membutuhkan energi fosil dalam produksinya. Selain itu, pertanian organik meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap karbon, membantu mitigasi perubahan iklim yang berdampak pada ketahanan pangan global. Pertanian organik juga dapat menyerap dan menyimpan karbon di dalam tanah, melalui penggunaan bahan organik dan pengelolaan tanah yang baik. Selain itu, pertanian organik dapat mengurangi emisi GRK sebesar 40% dan menyerap karbon sebesar 71% dibandingkan dengan pertanian konvensional. Pertanian organik juga dapat meningkatkan adaptasi sektor pertanian terhadap perubahan iklim (Green Justice Indonesia, 2023). Pertanian organik dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan tanah terhadap stres iklim, seperti kekeringan, banjir, suhu ekstrem, dan salinitas. Selain itu juga dapat meningkatkan kandungan air, bahan organik, dan mikroorganisme di dalam tanah, yang dapat mempertahankan kelembaban, menyediakan nutrisi, dan meningkatkan struktur tanah. Selain itu, pertanian organik memiliki potensi kuat untuk membangun ketahanan dalam menghadapi iklim yang cenderung berubah-ubah (Wani, dkk, 2013).

4. Memperkuat keanekaragaman hayati (Biodiversitas)

Pertanian organik mendukung keanekaragaman hayati dengan memanfaatkan berbagai jenis tanaman, ternak, dan mikroorganisme tanah. Keanekaragaman ini berperan dalam meningkatkan stabilitas ekosistem pertanian dan mengurangi risiko kegagalan panen akibat hama, penyakit, atau kondisi iklim yang tidak stabil. Sistem pertanian organik ini dapat menciptakan keanekaragaman hayati. Contohnya seperti Praktek rotasi pertanaman, tumpang sari serta pengolahan tanah konservasi merupakan hal-hal yang mampu meningkatkan keanekaragaman hayati dengan menyediakan habitat yang sehat bagi banyak spesies mulai dari jamur mikroskopis hingga binatang besar.



Gambar 7.1. (Manfaat Rotasi Tanaman berperan dalam Memperkuat Biodiversitas)

(Sumber ; <https://www.mertani.co.id/post/manfaat-rotasi-tanaman-terhadap-kesehatan-tanah-dan-siklus-nutrisi>)



Gambar 7.2. (Manfaat Rotasi Tanaman terhadap kesehatan tanah dan siklus nutrisi)

(Sumber ; <https://www.mertani.co.id/post/manfaat-rotasi-tanaman-terhadap-kesehatan-tanah-dan-siklus-nutrisi>)

5. Menghasilkan produk yang Lebih Berkualitas
Produk pertanian organik bebas dari residu pestisida sintetis dan cenderung lebih kaya nutrisi. Ini berkontribusi pada kesehatan masyarakat dan keamanan pangan jangka panjang, yang menjadi elemen penting dalam membangun ketahanan pangan.

6. Mendukung Ekonomi Lokal

Pertanian organik dapat membantu mendukung ekonomi lokal dan mengurangi ketergantungan pada impor produk pangan/hasil pertanian dari berbagai negara. Dengan menerapkan sistem pertanian organik, masyarakat Indonesia akan cenderung lebih memilih produk lokal karena kualitas dan keamanannya yang lebih terjamin. Maka tentu hal ini memberikan dampak yang baik untuk peningkatan pendapatan bagi masyarakat Indonesia.

7.3 Keuntungan Pertanian organik dalam Membangun Ketahanan Pangan

Pertanian organik memiliki peran yang penting dalam membangun ketahanan pangan, baik di tingkat lokal maupun global. Sistem pertanian ini memiliki kelebihan/keuntungan yang memberikan peran dalam membangun ketahanan pangan, yaitu :

1. Mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan
Pertanian organik mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia, yang dapat merusak ekosistem, polusi air, dan tanah. Dengan metode organik, tanah tetap sehat dan produktif dalam jangka panjang. Pada Produk pertanian seperti tanaman hortikultura, terutama komoditas buah dan sayuran di Indonesia sangat rentan dengan residu kimia yang berasal dari penggunaan pupuk anorganik dan pestisida kimia. Selain dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, produk pertanian yang dihasilkan juga dapat mengganggu kesehatan jika dikonsumsi oleh manusia. Mengonsumsi produk pertanian yang terkontaminasi pestisida kimia akan mengakibatkan akumulasi zat toksik dalam tubuh, dan pada beberapa tahun kemudian dapat menyebabkan kanker yang akan menyebabkan kematian (Amilia et al., 2016). Pengurangan produk kimia pada tanaman hortikultura dapat dilakukan dengan memanfaatkan produk-produk organik, seperti pupuk organik dan

pestisida nabati yang lebih aman digunakan dan ramah lingkungan.

2. Pengelolaan Sumber Daya Alam secara Berkelanjutan: Teknik pertanian organik menekankan rotasi tanaman, penggunaan kompos, dan pengelolaan air yang lebih efisien, yang semuanya berkontribusi pada pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan.
3. Peningkatan Kemandirian Pangan: Dengan metode pertanian yang berbasis pada prinsip-prinsip lokal dan alami, petani tidak terlalu bergantung pada input dari luar, seperti bahan kimia dan benih impor, sehingga dapat meningkatkan kemandirian pangan di tingkat rumah tangga atau komunitas
4. Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca: Praktik pertanian organik juga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca karena tidak bergantung pada pupuk nitrogen sintetis yang memancarkan gas nitrous oxide, gas rumah kaca yang kuat
5. Pertanian organik yang berbasis pada prinsip agroekologi sering kali mencakup pendekatan yang lebih holistik terhadap ketahanan pangan, mencakup aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Pendekatan ini lebih resisten terhadap krisis pangan karena fokus pada diversifikasi, ketahanan sistem pertanian, dan keberlanjutan jangka panjang.
6. Meningkatkan Akses Pangan Lokal: Dengan pertanian organik, masyarakat bisa mendapatkan pangan yang lebih terjangkau dan berkualitas tinggi. Selain itu, produk organik sering kali memiliki nilai tambah yang lebih tinggi, yang dapat membuka peluang pasar baru bagi petani dan meningkatkan pendapatan mereka.

7.4 Tantangan dalam Mengembangkan Pertanian Organik untuk Ketahanan Pangan

Penerapan sistem pertanian organik juga memiliki berbagai tantangan yang harus dihadapi untuk mewujudkan kemandirian pangan hingga tercapainya ketahanan pangan di negara Indonesia. Beberapa tantangan utama dalam

mengembangkan pertanian organik adalah sebagai berikut, yaitu adanya keterbatasan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki oleh petani. Banyak petani yang belum memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai tentang prinsip-prinsip pertanian organik. Oleh sebab itu, para petani perlu untuk diberikan pendidikan dan pelatihan yang dilaksanakan secara berkelanjutan tentang teknik dan praktik pertanian organik, serta manfaat jangka panjangnya bagi ketahanan pangan dan lingkungan. Kemudian tantangan selanjutnya, yaitu biaya produksi yang relative tinggi atau harga kebutuhan perawatan dalam penerapan sistem pertanian organik yang cenderung lebih mahal jika dibanding dengan sistem pertanian konvensional. Produksi pertanian organik seringkali lebih mahal dibandingkan dengan pertanian konvensional, karena pertanian organik memerlukan input yang lebih tinggi dalam hal tenaga kerja, bahan baku alami, dan pengelolaan yang lebih intensif. Harga produk organik di pasar juga cenderung lebih tinggi, sehingga ada kendala dalam menarik konsumen yang sensitif terhadap harga. Oleh karena itu, perlu ada upaya untuk menurunkan biaya produksi dan meningkatkan efisiensi agar produk organik bisa bersaing di pasar global.

Pertanian organik sangat bergantung pada kondisi alam, seperti cuaca, kualitas tanah, dan musim. Cuaca yang tidak menentu, seperti kekeringan atau hujan berlebih, dapat sangat mempengaruhi hasil pertanian organik, karena tidak ada penggunaan bahan kimia atau pestisida untuk mengatasi masalah tersebut. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi terhadap perubahan iklim, seperti pengembangan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi ekstrem, serta teknik pertanian yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim.

Proses sertifikasi organik sering kali memerlukan biaya yang besar dan proses yang rumit, yang bisa menjadi hambatan bagi petani, terutama yang berada di negara berkembang. Di samping itu, standar organik internasional dan nasional bisa berbeda-beda, sehingga dapat membingungkan petani dan konsumen. Pembentukan regulasi yang jelas dan sistem sertifikasi yang lebih mudah diakses serta terjangkau untuk

petani kecil dapat membantu mempercepat perkembangan pertanian organik.

Selanjut, tantangan yang harus dihadapi pada penerepan sistem pertanian organik, yaitu adanya akses pasar yang terbatas bagi pelaku usaha pertanian organik. Meskipun permintaan akan produk organik meningkat di banyak negara, akses petani organik ke pasar yang lebih besar masih terbatas. Infrastruktur pemasaran yang kurang memadai, serta persaingan dengan produk pertanian konvensional yang lebih murah, menjadi tantangan tersendiri. Maka dari itu, diperlukan kebijakan yang mendukung pemasaran produk organik, baik di pasar domestik maupun ekspor, serta pengembangan pasar lokal yang mendukung produk organik, seperti melalui koperasi atau asosiasi petani organik.

Meskipun semakin banyak konsumen yang tertarik pada produk organik, masih ada anggapan bahwa produk organik tidak selalu lebih baik atau lebih sehat daripada produk konvensional. Mispersepsi ini dapat menghambat pertumbuhan pasar produk organik. Edukasi untuk konsumen tentang manfaat jangka panjang dari konsumsi produk organik, baik dari sisi kesehatan, lingkungan, maupun keberlanjutan, sangat penting dan perlu diberikan dalam meningkatkan permintaan produk organik.

7.5 Strategi Pengembangan Pertanian Organik untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan

Pengembangan pertanian organik untuk meningkatkan ketahanan pangan merupakan langkah yang strategis, mengingat tantangan global akibat dari perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan ketergantungan pada bahan kimia dalam produksi pangan. Pertanian organik berfokus pada penggunaan sumber daya alam yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, sekaligus mendukung keberagaman hayati dan mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan untuk mengembangkan pertanian organik dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan:

1. Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Petani
 - a. Pelatihan dan Pendidikan: mengedukasi petani tentang teknik-teknik pertanian organik, termasuk penggunaan pupuk organik, pengelolaan hama secara alami, dan pentingnya keberagaman tanaman (polikultur).
 - b. Pelatihan Pengelolaan Sumber Daya Alam yang Berkelanjutan, dengan memastikan bahwa petani memiliki pemahaman tentang cara menjaga kesuburan tanah dan sumber daya alam lainnya tanpa merusak lingkungan alam.
2. Penyediaan Infrastruktur dan Akses terhadap Sumber Daya
 - a. Fasilitas Pengolahan Pupuk Organik: Meningkatkan akses petani terhadap bahan baku pupuk organik, kompos, dan pupuk hayati yang dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sintetis.
 - b. Keterhubungan dengan Pasar Organik: Membuka saluran pasar yang memadai bagi produk pertanian organik, baik melalui pasar lokal, pasar ekspor, ataupun kerja sama dengan pasar swalayan yang memasarkan produk organik.
 - c. Pengembangan Infrastruktur Irigasi yang Efisien: Memperbaiki sistem irigasi yang mendukung pertanian organik dengan cara yang efisien dalam penggunaan air, untuk mencegah kekeringan dan juga penggunaan air yang berlebihan.
3. Diversifikasi Tanaman dan Pengelolaan Sumber Daya Alam
 - a. Rotasi Tanaman dan Polikultur: Menggunakan teknik rotasi tanaman dan polikultur untuk mencegah penurunan kesuburan tanah dan mengurangi kerentanannya terhadap hama dan penyakit.
 - b. Penggunaan Varietas Lokal dan Adaptif: Mendorong penggunaan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi lokal, termasuk perubahan iklim. Varietas lokal biasanya lebih tahan terhadap hama dan penyakit, serta lebih beradaptasi dengan kondisi lingkungan.
 - c. Pertanian Berbasis Agroforestri: Mengintegrasikan tanaman perkebunan dengan pohon-pohon peneduh

atau tanaman yang mendukung konservasi tanah dan keanekaragaman hayati.

4. Penerapan Teknologi dan Inovasi Pertanian Organik
 - a. Teknologi Ramah Lingkungan: Menggunakan teknologi seperti pertanian presisi, drone, atau sensor tanah untuk memantau kondisi lahan secara lebih efisien tanpa merusak ekosistem.
 - b. Pemanfaatan Bakteri dan Mikroorganisme Tanah: Mengoptimalkan penggunaan mikroorganisme tanah yang dapat meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah secara alami, mengurangi penggunaan pestisida dan herbisida kimia.
 - c. Pengembangan Bioteknologi Organik: Mendorong penelitian di bidang bioteknologi untuk menciptakan produk pertanian yang lebih tahan terhadap penyakit dan kondisi iklim ekstrem tanpa menggunakan bahan kimia.
5. Kebijakan Pemerintah untuk mendukung penerapan sistem pertanian organik
 - a. Kebijakan yang Mendukung Pertanian Organik: Pemerintah dapat memberikan insentif bagi petani yang beralih ke pertanian organik, seperti subsidi untuk pupuk organik atau pemberian kredit dengan bunga rendah.
 - b. Pembangunan Rantai Pasokan yang Efisien: Pemerintah perlu menciptakan infrastruktur yang mendukung distribusi produk pertanian organik, serta memberikan kemudahan dalam sertifikasi organik dan akses ke pasar.
 - c. Penelitian dan Pengembangan: Mendukung riset untuk mengembangkan teknik-teknik pertanian organik yang lebih efektif dan dapat meningkatkan hasil pertanian secara berkelanjutan.
6. Penguatan Kerja Sama antara Petani, Lembaga Pendidikan, dan Pemerintah
 - a. Kolaborasi Multi-Pihak: Membangun kerjasama antara petani, lembaga pendidikan, organisasi masyarakat sipil, dan pemerintah untuk menciptakan ekosistem

pertanian organik yang mendukung pertumbuhan sektor ini secara berkelanjutan.

- b. Sistem Penyuluhan yang Terpadu: Memperkuat peran penyuluh pertanian yang memiliki pemahaman tentang pertanian organik dalam memberikan informasi dan bimbingan kepada petani.

7. Peningkatan Kualitas dan Standar Produk

- a. Sertifikasi Organik: Mengembangkan sistem sertifikasi organik yang jelas dan terstandarisasi agar produk pertanian organik memiliki daya saing yang tinggi di pasar.
- b. Penyuluhan tentang Label Organik: Memberikan pemahaman kepada konsumen mengenai manfaat produk organik dan cara mengenali produk yang terjamin keasliannya.

8. Pemasaran dan Pengembangan Pasar Produk Organik

- a. Pemasaran produk pertanian organik yang Efektif: Membantu petani dalam memasarkan produk mereka melalui platform online, pasar organik, atau kerjasama dengan rantai supermarket yang menyediakan produk organik.
- b. Penyuluhan kepada Konsumen: Meningkatkan kesadaran konsumen tentang pentingnya konsumsi produk organik dan dampaknya terhadap kesehatan serta keberlanjutan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamban RB. 2002. Agriculture: Bio-organic Farming Increases Farm Production. S&T Media Service, Science and Technology Information Institute. Department of Science and Technology. Communication Resources and Production Division.
- Amilia, E., B. Joy, dan Sunardi. 2016. Residu Pestisida pada Tanaman Hortikultura Studi Kasus di Desa Cihanjuang Rahayu Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat). *Jurnal Agrikultura*, 27(1), h. 23–29.
- Bhatt, M.K., R. Labanya, and H.C. Joshi. 2019. Influence of Long-term Chemical fertilizers and Organic Manures on Soil Fertility - A Review. *Universal Journal of Agricultural Research*, 7(5), h. 177-188. DOI: 10.13189/ujar.2019.070502.
- Green Justice
 Penelitian Agro Ekonomi, 30(2), 91.
<https://doi.org/10.21082/fae.v30n2.2012.91-108>
- Mertani.co.id. Manfaat Indonesia. 2023. Pertanian Organik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim. 10 Desember 2023. <http://gji.or.id/2023/12/10/pertanian-organik-sebagai-solusi-menghadapi-perubahan-iklim/>.
 Diakses pada 08 November 2024 pk. 09.14 WITA.
- Mayrowani, H. (2012). Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. Forum Rotasi Tanaman terhadap Kesehatan Tanah dan Siklus Nutrisi. 20 Desember 2023. <https://www.mertani.co.id/post/manfaat-rotasi-tanaman-terhadap-kesehatan-tanah-dan-siklus-nutrisi>.
 Diakses pada 08 November 2024 pk. 08.00 WITA.
- Setyorini, D., R. Saraswati dan E.K. Anwar. 2006. Kompos. In: Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati et al. (eds.). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor: Balai Penelitian Tanah, h 11-40
- Wani, S. A., Subhash. C., G. R. Najar & M. A. Teli. 2013. Organic Farming: As A Climate Change Adaptation And Mitigation Strategy. *Current Agriculture Research Journal* 1(1): 45—50.

BAB 8

PENGURANGAN LIMBAH PANGAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETAHANAN PANGAN

Oleh Mohammad Annas

8.1 Pendahuluan

Limbah pangan merupakan isu global yang semakin mendesak untuk diatasi, terutama di negara-negara dengan tingkat produksi pangan yang tinggi. Menurut FAO (*Food and Agriculture Organization*), sepertiga dari total makanan yang diproduksi di seluruh dunia setiap tahunnya terbuang atau tidak terpakai. Hal ini tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga berimplikasi besar terhadap ketahanan pangan global. Dalam konteks Indonesia, pengurangan limbah pangan menjadi sangat penting mengingat tingginya angka kemiskinan dan ketergantungan masyarakat pada pertanian sebagai sumber penghidupan. Dengan upaya pengurangan limbah pangan, diharapkan ketahanan pangan dapat terjaga dan berkelanjutan.

Pengurangan limbah pangan memiliki dampak positif yang luas terhadap ketahanan pangan. Ketika limbah pangan berhasil diminimalisir, jumlah makanan yang tersedia untuk konsumsi akan meningkat. Hal ini berkontribusi langsung pada penurunan angka kelaparan dan malnutrisi di masyarakat. Selain itu, pengurangan limbah juga dapat mengurangi biaya produksi dan distribusi, yang pada gilirannya dapat mendorong aksesibilitas pangan bagi masyarakat, terutama bagi mereka yang berada dalam kondisi ekonomi yang sulit. Dalam konteks ini, strategi yang terencana dan kolaboratif antara pemerintah, pelaku industri, dan masyarakat sipil menjadi kunci untuk mencapai pengurangan limbah pangan yang efektif. (Sari, D. A., & Nuraini, L. 2021)

Dalam upaya memerangi limbah pangan, pendidikan dan kesadaran masyarakat menjadi faktor krusial. Masyarakat perlu diberikan pemahaman yang jelas mengenai pentingnya pengelolaan pangan yang baik dan dampak dari limbah pangan terhadap lingkungan dan ketahanan pangan. Program-program edukasi yang melibatkan sekolah, komunitas, dan lembaga non-pemerintah dapat menjadi sarana untuk meningkatkan kesadaran ini. Di Indonesia, beberapa inisiatif telah diambil untuk mengurangi limbah pangan, termasuk kampanye daur ulang makanan dan penyuluhan tentang cara menyimpan makanan dengan benar. Melalui pendekatan yang holistik, pengurangan limbah pangan dapat terwujud secara efektif.

Implementasi kebijakan yang mendukung pengurangan limbah pangan juga perlu diperkuat. Pemerintah dapat menerapkan regulasi yang mengatur produksi dan distribusi pangan, serta mendukung inovasi dalam teknologi pengolahan dan penyimpanan makanan. Selain itu, kolaborasi antara sektor publik dan swasta sangat penting untuk menciptakan sistem pangan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Pengurangan limbah pangan bukan hanya tanggung jawab individu, tetapi merupakan tanggung jawab kolektif yang membutuhkan kerjasama lintas sektor dan lintas generasi. (Prasetyo, A. 2020)

Secara keseluruhan, pengurangan limbah pangan tidak hanya bermanfaat untuk mengurangi kerugian ekonomi dan dampak lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada ketahanan pangan yang lebih baik. Dalam konteks Indonesia, upaya ini sangat relevan mengingat tantangan yang dihadapi dalam mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan. Dengan komitmen dari semua pihak, diharapkan masalah limbah pangan dapat diatasi dan ketahanan pangan dapat terjaga demi kesejahteraan masyarakat.

8.2 Pengertian dan Penyebab Limbah Pangan

Limbah pangan adalah makanan yang terbuang atau tidak digunakan secara optimal, baik pada tingkat produksi, distribusi, maupun konsumsi. Menurut buku "Limbah Pangan: Pengertian, Dampak, dan Solusi" oleh (Siti Fatimah, 2021),

penyebab utama limbah pangan mencakup kesenjangan antara produksi dan permintaan, kerusakan selama penyimpanan, dan kurangnya kesadaran masyarakat. Mengurangi limbah pangan di tingkat rumah tangga dapat membantu memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dan mendukung ketahanan pangan.

Limbah pangan merujuk pada semua produk makanan yang tidak digunakan atau dibuang, baik itu sisa makanan yang dihasilkan selama proses produksi, distribusi, maupun konsumsi. Menurut Pustika (2021), limbah pangan mencakup berbagai jenis, mulai dari sisa hasil pertanian, makanan yang tidak terjual di pasar, hingga sisa makanan di rumah tangga. Limbah ini memiliki dampak negatif yang signifikan, baik dari segi lingkungan maupun ekonomi.

Terdapat berbagai faktor yang menyebabkan timbulnya limbah pangan. Salah satu penyebab utama adalah overproduksi dalam sistem pertanian. Menurut Santosa (2020), praktik pertanian yang tidak efisien sering menghasilkan lebih banyak produk daripada yang dapat dikonsumsi. Hal ini mengarah pada penumpukan limbah yang signifikan di lapangan.

Konsumsi berlebih juga menjadi salah satu penyebab utama limbah pangan. Banyak individu dan rumah tangga cenderung membeli atau memasak makanan dalam jumlah yang lebih besar daripada yang dapat mereka konsumsi. Menurut Hidayati (2019), kebiasaan ini sering kali didorong oleh pola pikir bahwa membeli dalam jumlah besar lebih ekonomis, namun berakhir dengan pemborosan.

Sistem distribusi yang tidak efisien juga berkontribusi terhadap limbah pangan. Menurut Sari (2021), banyak produk makanan yang rusak atau hilang selama proses distribusi, mulai dari petani hingga konsumen. Kurangnya infrastruktur yang baik dan fasilitas penyimpanan yang memadai menyebabkan banyak produk tidak sampai ke tangan konsumen dalam kondisi baik.

Mengurangi limbah pangan memerlukan pendekatan yang holistik. Salah satu solusinya adalah meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan makanan. Menurut Prabowo (2022), edukasi dan kampanye yang efektif dapat membantu mengubah pola pikir masyarakat terhadap konsumsi

dan pembuangan makanan. Selain itu, perbaikan sistem distribusi dan penguatan regulasi juga sangat diperlukan.

Limbah pangan adalah sisa-sisa produk makanan yang tidak terpakai atau dibuang. Menurut Pustika (2021), limbah pangan tidak hanya mencakup sisa makanan di rumah tangga, tetapi juga limbah yang dihasilkan selama proses produksi, distribusi, dan konsumsi. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pangan merupakan masalah yang kompleks dan memerlukan pendekatan yang menyeluruh untuk mengatasinya. Berikut adalah pandangan menurut beberapa tokoh :

1. R. Kelly, seorang ahli lingkungan, menyoroti bahwa limbah pangan adalah hasil dari ketidakselarasan dalam sistem pangan modern. Dalam tulisannya, Kelly (2019) menyatakan bahwa kebiasaan konsumsi yang tidak efisien dan manajemen yang buruk dalam rantai pasok makanan berkontribusi besar terhadap timbulnya limbah pangan. Oleh karena itu, pendekatan sistemik diperlukan untuk mengurangi limbah ini, termasuk dari sisi produksi hingga konsumsi.
2. Paul Connett, seorang aktivis lingkungan, mengemukakan bahwa limbah pangan berkontribusi terhadap masalah lingkungan yang lebih besar, seperti perubahan iklim. Menurut Connett (2018), pembusukan limbah pangan di tempat pembuangan akhir menghasilkan gas metana, yang berpotensi lebih berbahaya daripada karbon dioksida. Ia mengajak masyarakat untuk memikirkan kembali cara mereka mengelola makanan dan mengurangi pemborosan.
3. Wangari Maathai, peraih Nobel Perdamaian, menekankan pentingnya kesadaran lingkungan dalam mengatasi limbah pangan. Dalam pandangannya, pengurangan limbah pangan dapat dicapai melalui pemberdayaan masyarakat untuk mengelola sumber daya dengan bijak. Maathai (2006) menyatakan bahwa edukasi tentang pentingnya pengelolaan limbah pangan dapat meningkatkan kualitas hidup dan menjaga keseimbangan ekosistem.
4. Ken Webster, seorang pakar ekonomi sirkular, mengusulkan bahwa limbah pangan seharusnya dilihat sebagai sumber daya yang berpotensi. Dalam konsepnya, Webster (2015) berargumen bahwa dengan mengadopsi model ekonomi

sirkular, limbah pangan dapat diolah kembali menjadi produk berguna, seperti pupuk atau energi. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga meningkatkan keberlanjutan sistem pangan.

8.3 Penyebab Limbah Pangan

Limbah pangan adalah sisa makanan yang tidak dimanfaatkan dan dibuang, baik oleh produsen, pengecer, maupun konsumen. Menurut FAO (2019), limbah pangan mencakup semua jenis makanan yang dibuang, baik sebelum maupun setelah dikonsumsi.

1. Faktor Produksi

Salah satu penyebab utama limbah pangan berasal dari sektor produksi. Praktik pertanian yang tidak efisien, seperti penggunaan pestisida dan pupuk yang berlebihan, dapat menyebabkan hasil panen yang tidak optimal. Banyak produk yang terbuang karena tidak memenuhi standar kualitas.

2. Distribusi dan Pemasaran

Proses distribusi juga berkontribusi besar terhadap limbah pangan. Kerusakan selama transportasi dan penyimpanan, serta kesalahan dalam prediksi permintaan pasar, dapat menyebabkan makanan tidak terjual dan akhirnya terbuang. Banyak produk yang dibuang karena kadaluarsa atau kerusakan fisik.

3. Kebiasaan Konsumen

Kebiasaan konsumen dalam membeli dan mengonsumsi makanan juga berperan penting dalam limbah pangan. Pembelian berlebihan, ketidakpahaman tentang penyimpanan makanan yang baik, dan keengganan untuk mengonsumsi makanan yang tidak sempurna (misalnya, bentuk fisik yang tidak menarik) sering kali menyebabkan pemborosan.

4. Kebijakan dan Regulasi

Kebijakan pemerintah dan regulasi juga dapat mempengaruhi tingkat limbah pangan. Kurangnya insentif untuk pengelolaan limbah yang baik dan kebijakan yang

tidak mendukung redistribusi makanan yang masih layak konsumsi dapat memperburuk masalah ini.

5. Solusi dan Tindakan

Mengurangi limbah pangan memerlukan tindakan kolaboratif dari semua pihak, mulai dari produsen hingga konsumen. Edukasi tentang pengelolaan makanan, promosi untuk mengurangi pembelian berlebihan, serta pengembangan kebijakan yang mendukung keberlanjutan dapat membantu mengurangi limbah pangan secara signifikan.

Penyebab limbah pangan sangat kompleks dan melibatkan banyak faktor, dari produksi hingga konsumsi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang menyeluruh untuk mengurangi limbah ini demi keberlanjutan lingkungan dan keamanan pangan.

8.4 Dampak Limbah Terhadap Ketahanan Pangan

Limbah pangan memberikan dampak besar terhadap ketahanan pangan, yang mencakup kemampuan suatu negara untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduknya. Dalam buku "Ketahanan Pangan di Era Global" oleh Ahmad Rizky (2020), dijelaskan bahwa limbah pangan tidak hanya mengakibatkan pemborosan sumber daya tetapi juga berkontribusi pada perubahan iklim melalui emisi gas rumah kaca. Dengan mengurangi limbah pangan, kita dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya, yang pada gilirannya mendukung ketahanan pangan secara keseluruhan.

Ketahanan pangan adalah kondisi di mana semua orang, pada setiap saat, memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi untuk memenuhi kebutuhan diet dan preferensi mereka. Ketahanan pangan sangat penting untuk mendukung kesehatan masyarakat dan pembangunan ekonomi.

Limbah pangan yang tinggi dapat mengurangi ketersediaan sumber daya yang seharusnya dapat digunakan untuk produksi pangan. Sumber daya seperti air, tanah, dan

energi yang terbuang dalam proses produksi makanan yang tidak termanfaatkan berkontribusi pada krisis pangan di masa depan. Limbah pangan memiliki dampak ekonomi yang signifikan. Ketika makanan terbuang, investasi yang telah dikeluarkan untuk produksi makanan tersebut juga terbuang. Hal ini berpotensi menyebabkan peningkatan harga pangan, yang berdampak pada masyarakat berpenghasilan rendah dan dapat memicu ketidakstabilan sosial.

Peningkatan limbah pangan dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam pasokan pangan. Ketika sebagian besar hasil pertanian dibuang, maka ada risiko kekurangan pangan, yang dapat mengakibatkan fluktuasi harga dan mempengaruhi ketersediaan pangan di pasar. (Handayani, R. 2023)

Limbah pangan tidak hanya berdampak pada ketahanan pangan, tetapi juga pada lingkungan. Limbah yang terurai menghasilkan gas rumah kaca, yang berkontribusi pada perubahan iklim. Perubahan iklim dapat mempengaruhi pola cuaca dan produksi pangan, yang semakin memperburuk ketahanan pangan. (Iskandar, 2023) Mengurangi limbah pangan merupakan langkah penting untuk meningkatkan ketahanan pangan. Edukasi tentang pengelolaan pangan, redistribusi makanan, dan peningkatan efisiensi dalam rantai pasokan dapat membantu meminimalkan limbah dan memperkuat ketahanan pangan. (Pramudita, N. 2024)

Dampak limbah terhadap ketahanan pangan sangat signifikan. Upaya untuk mengurangi limbah pangan tidak hanya berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan tetapi juga memperkuat ketahanan pangan global, yang sangat penting di tengah tantangan yang terus berkembang.

8.5 Strategi Pengurangan Limbah Pangan

Strategi untuk mengurangi limbah pangan meliputi edukasi tentang perencanaan makanan, pemanfaatan sisa makanan, dan perbaikan rantai pasokan. Dalam buku "Pengelolaan Limbah Pangan Berbasis Masyarakat" oleh Lina Kurnia (2019), dijelaskan bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dan pelaku industri dalam

mengelola makanan secara lebih efisien. Dengan penerapan strategi ini, diharapkan jumlah limbah pangan dapat berkurang, sehingga memperkuat ketahanan pangan.

1. **Peningkatan Kesadaran Konsumen**, Salah satu strategi utama untuk mengurangi limbah pangan adalah melalui peningkatan kesadaran konsumen mengenai pentingnya mengelola makanan dengan baik. Edukasi mengenai cara membeli, menyimpan, dan mengolah makanan dapat membantu masyarakat mengurangi pemborosan. Misalnya, konsumen dapat diajarkan untuk membuat daftar belanja sebelum berbelanja untuk menghindari pembelian yang tidak perlu. (Sari, R. 2020)
2. **Optimalisasi Rantai Pasok**, Mengoptimalkan rantai pasok pangan dapat mengurangi limbah yang dihasilkan dari produksi hingga distribusi. Hal ini melibatkan perbaikan dalam manajemen inventaris, pemangkasan waktu transit, dan penggunaan teknologi untuk memprediksi permintaan. Dengan pengelolaan yang lebih baik, jumlah makanan yang terbuang dapat diminimalkan. (Pramudito, S. 2019)
3. **Pengolahan Ulang Limbah Pangan**, Mengolah limbah pangan menjadi produk baru, seperti kompos atau pakan ternak, adalah strategi efektif untuk mengurangi jumlah limbah yang masuk ke tempat pembuangan. Ini tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga dapat memberikan nilai ekonomi baru bagi masyarakat. (Wahyudi, A. 2021)
4. **Kebijakan Pemerintah dan Regulasi**, Kebijakan pemerintah yang mendukung pengurangan limbah pangan, seperti insentif untuk restoran yang mendonasikan makanan sisa, sangat penting. Regulasi yang memfasilitasi donasi makanan dan pengelolaan limbah dapat mendorong lebih banyak partisipasi dari sektor bisnis. (Hastuti, N. 2022)
5. **Teknologi dan Inovasi**, Pemanfaatan teknologi modern dalam pengolahan dan pengemasan makanan dapat membantu memperpanjang umur simpan produk, sehingga mengurangi risiko terbuangnya makanan. Misalnya, penggunaan aplikasi yang mengingatkan konsumen tentang makanan yang akan kedaluwarsa. (Indriyani, D. 2023)

8.6 Peran Pemerintah dan Kebijakan dalam Mengurangi Limbah Pangan

Pemerintah berperan penting dalam mengurangi limbah pangan melalui kebijakan yang mendukung pengelolaan yang efisien. Dalam buku "Kebijakan Pangan Nasional" ditegaskan bahwa kebijakan yang mendukung pertanian berkelanjutan dan sistem distribusi yang efisien dapat secara signifikan mengurangi limbah pangan. Dengan melibatkan pemerintah dalam pembuatan regulasi yang tepat, masyarakat dapat didorong untuk lebih bertanggung jawab dalam pengelolaan makanan, yang pada gilirannya akan memperkuat ketahanan pangan nasional. Berikut adalah penjelasan mengenai peran pemerintah dan kebijakan dalam mengurangi limbah pangan. (Kusuma, A. 2020)

- 1. Kebijakan Pengelolaan Limbah Pangan,** Pemerintah memiliki peran penting dalam merumuskan kebijakan yang berfokus pada pengelolaan limbah pangan. Kebijakan ini dapat mencakup strategi pengurangan, daur ulang, dan pengolahan limbah. Dengan menetapkan regulasi yang jelas, pemerintah dapat memastikan bahwa semua pihak terlibat dalam usaha mengurangi limbah pangan.
- 2. Insentif untuk Sektor Swasta,** Pemerintah dapat memberikan insentif bagi sektor swasta, seperti restoran dan supermarket, untuk mendonasikan makanan sisa daripada membuangnya. Kebijakan ini tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga membantu masyarakat yang membutuhkan. Dengan demikian, pemerintah mendorong tanggung jawab sosial perusahaan.
- 3. Edukasi dan Kesadaran Publik,** Pemerintah dapat berperan dalam meningkatkan kesadaran publik melalui kampanye edukasi mengenai pengelolaan makanan. Program-program ini penting untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang dampak limbah pangan dan cara menguranginya. Edukasi yang efektif dapat mendorong perubahan perilaku yang positif.

4. **Regulasi dan Standar Produksi,** Regulasi yang ketat terkait produksi dan distribusi pangan dapat membantu mengurangi limbah. Pemerintah perlu menetapkan standar yang mengatur kualitas produk pangan agar tidak ada makanan yang dibuang karena tidak memenuhi kriteria yang tidak diperlukan. Hal ini juga berpotensi meningkatkan kualitas pangan yang tersedia di pasar.
5. **Kolaborasi dengan Organisasi Non-Pemerintah,** Pemerintah dapat bekerja sama dengan organisasi non-pemerintah (NGO) untuk mengimplementasikan program-program pengurangan limbah pangan. Kolaborasi ini dapat menciptakan sinergi yang kuat dan memperluas jangkauan serta dampak dari kebijakan yang ada. Dengan dukungan NGO, program-program ini dapat lebih efektif dan berkelanjutan.
6. **Program Pengembangan Pertanian Berkelanjutan,** Dengan mendorong praktik pertanian berkelanjutan, pemerintah dapat mengurangi limbah pangan dari hulu. Program ini mencakup teknik pertanian yang efisien dan ramah lingkungan, sehingga hasil panen yang lebih baik dan lebih sedikit limbah. Kebijakan ini dapat meningkatkan ketahanan pangan sekaligus mengurangi dampak lingkungan.
7. **Penelitian dan Inovasi,** Pemerintah dapat mendukung penelitian dan inovasi dalam teknologi pengolahan makanan untuk memperpanjang umur simpan produk. Investasi dalam riset dapat menghasilkan metode baru yang efektif dalam mengurangi limbah pangan. Dengan demikian, kebijakan yang mendukung penelitian dapat menjadi pendorong inovasi di sektor ini.
8. **Pengembangan Infrastruktur,** Pengembangan infrastruktur yang mendukung pengelolaan limbah pangan juga menjadi tanggung jawab pemerintah. Fasilitas seperti pusat pengolahan limbah dan tempat daur ulang harus tersedia untuk mengelola limbah dengan lebih efisien. Investasi dalam infrastruktur ini akan sangat membantu dalam mengurangi jumlah limbah yang dibuang.

9. **Penegakan Hukum**, Pemerintah perlu menegakkan hukum terkait pengelolaan limbah pangan. Sanksi bagi pelanggar regulasi dapat menciptakan efek jera dan mendorong kepatuhan terhadap kebijakan yang telah ditetapkan. Penegakan hukum yang tegas juga menunjukkan keseriusan pemerintah dalam menangani isu limbah pangan.
10. **Monitoring dan Evaluasi**, pemerintah harus melakukan monitoring dan evaluasi terhadap kebijakan yang telah diterapkan. Dengan melakukan analisis terhadap dampak dari kebijakan tersebut, pemerintah dapat mengetahui efektivitas program dan melakukan perbaikan jika diperlukan. Proses ini penting untuk memastikan bahwa tujuan pengurangan limbah pangan tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Connett, P. (2018). Waste and Climate Change: A Perspective. *Jurnal Lingkungan dan Pengelolaan Sampah*, 20(2), 100-110.
- FAO. (2013). *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources*.
- FAO. (2019). The State of Food and Agriculture 2019. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Fatimah, S. (2021). *Limbah Pangan: Pengertian, Dampak, dan Solusi*. Jakarta: Penerbit XYZ.
- Handayani, R. (2023). Ketidakstabilan Pasokan Pangan akibat Limbah. *Jurnal Studi Pangan*, 11(1), 78-90.
- Hastuti, N. (2022). Kebijakan Pangan dan Lingkungan di Indonesia. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Hidayati, S. (2019). Pola Konsumsi dan Limbah Pangan di Kalangan Rumah Tangga. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 14(3), 75-84.
- Husni, M. (2023). Perspektif Global terhadap Limbah Pangan. *Jurnal Internasional Pangan*, 8(2), 33-48.
- Indriyani, D. (2023). Teknologi Pertanian untuk Pengurangan Limbah Pangan. Surabaya: Penerbit Erlangga.
- Iskandar, M. (2023). Limbah Pangan dan Perubahan Iklim: Implikasi terhadap Ketahanan Pangan. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 14(2), 102-115.
- Kelly, R. (2019). The Modern Food System and Its Waste. *Jurnal Ekonomi Sumber Daya Alam*, 11(1), 34-45.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). Strategi Ketahanan Pangan Nasional. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Kusuma, A. (2020). *Kebijakan Lingkungan dan Pengelolaan Limbah Pangan*. Jakarta: Penerbit Mitra Wacana.
- Maathai, W. (2006). Unbowed: A Memoir. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 12(1), 45-55.
- Nasution, R. (2023). Kebijakan Pangan dan Pengelolaan Limbah di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Publik*, 12(4), 200-215.

- Prabowo, A. (2022). Strategi Pengurangan Limbah Pangan melalui Edukasi Masyarakat. *Jurnal Pendidikan Lingkungan*, 8(2), 20-30.
- Prabowo, I. (2021). Tantangan Distribusi Pangan di Era Modern. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 75-88.
- Pramudita, N. (2024). Upaya Pengurangan Limbah Pangan untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 13(1), 40-52.
- Pramudito, S. (2019). Strategi Rantai Pasok Berkelanjutan dalam Pertanian. Yogyakarta: Andi Offset.
- Prasetyo, A. (2020). *Ketahanan Pangan di Era Globalisasi*. Bandung: Penerbit Mandiri.
- Purnama, S. (2021). Pengaruh Limbah Pangan terhadap Sumber Daya Pangan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 9(2), 112-125.
- Pustika, M. (2021). Limbah Pangan: Definisi dan Dampaknya terhadap Lingkungan. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 15(2), 45-56.
- Pustika, M. (2021). Limbah Pangan: Definisi dan Dampaknya terhadap Lingkungan. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 15(2), 45-56.
- Rizky, A. (2020). *Ketahanan Pangan di Era Global*. Bandung: Penerbit ABC.
- Santosa, R. (2020). Overproduksi dan Dampaknya Terhadap Limbah Pangan. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 12(1), 30-40.
- Sari, D. A., & Nuraini, L. (2021). *Pengelolaan Limbah Pangan: Teori dan Praktik di Indonesia*. Jakarta: Penerbit Suka.
- Sari, N. (2020). Efisiensi Pertanian dan Limbah Pangan di Indonesia. *Jurnal Agribisnis*, 5(2), 45-60.
- Sari, R. (2020). Manajemen Limbah Pangan: Solusi untuk Mengurangi Pemborosan *Makanan*. Jakarta: Penerbit Harapan.
- Sari, R. (2021). Dampak Sistem Distribusi terhadap Limbah Pangan. *Jurnal Manajemen Rantai Pasokan*, 10(4), 100-110.
- Setiawan, B. (2024). Upaya Pengurangan Limbah Pangan di Indonesia. *Jurnal Lingkungan Hidup*, 15(1), 50-64.

- Susanto, A. (2022). Limbah Pangan dan Dampaknya terhadap Ekonomi Masyarakat. *Jurnal Ekonomi Rakyat*, 6(3), 54-67.
- Wahyudi, A. (2021). Inovasi dalam Pengolahan Limbah Pangan: Peluang dan Tantangan. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Webster, K. (2015). The Circular Economy: A Wealth of Flows. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Lingkungan*, 9(3), 55-70.
- Wulandari, A. (2022). Pengaruh Kebiasaan Konsumen terhadap Limbah Pangan. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 10(3), 102-115.

BAB 9

MENINGKATKAN AKSES PANGAN MELALUI SISTEM PANGAN LOKAL DAN PASAR PETANI

Oleh Suryana

9.1 Pendahuluan

Pangan menjadi salah satu kebutuhan primer bagi kehidupan manusia. Meningkatnya jumlah populasi setiap tahun di Indonesia menyebabkan permintaan untuk ketersediaan pangan akan meningkat pula. Selama ini untuk mencukupi kebutuhan masyarakat, Indonesia mengimpor beras dari berbagai negara. Berdasarkan data (Badan Pusat Statistik , 2023) Indonesia mengimpor beras sebanyak 3 juta ton. Beras menjadi makanan pokok bagi 90% penduduk Indonesia. Salah satu penyebab permintaan beras yang terus meningkat dikarenakan adanya perubahan atau pergeseran pola konsumsi masyarakat dari non beras (pangan lokal) menjadi beras. Revolusi hijau menjadi penyebab penduduk Indonesia menggunakan beras sebagai makanan pokok. Padahal tidak semua penduduk Indonesia mengkonsumsi beras misalnya saja di daerah Gunungkidul masyarakat biasanya mengkonsumsi ketela yang diolah menjadi tiwul. Madura menjadikan jagung sebagai makanan pokok dan papua menjadikan sagu sebagai makanan pokok. Pemilihan jenis makanan pokok ini disesuaikan dengan tingkah kesesuaian lahan yang ada di setiap daerah. Gunungkidul menjadikan ketela sebagai makanan pokok karena daerah tersebut gersang sehingga tidak cocok apabila dibudidayakan tanaman padi yang membutuhkan air yang banyak.

9.2 Meningkatkan Ketahanan Pangan dengan Diversifikasi Pangan Lokal

Kebutuhan pangan yang terus meningkat membuat pemerintah melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan tersebut sehingga meningkatnya devisa negara. Beras menjadi makanan pokok bagi seluruh masyarakat Indonesia sehingga untuk mencukupi harus dengan impor. Kondisi yang seperti ini tentu saja memerlukan kebijakan dan program diversifikasi konsumsi pangan. Sebenarnya pemerintah sudah lama membuat sebuah kebijakan dan program tentang diversifikasi konsumsi pangan hanya saja belum memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan konsumsi pangan lokal. Salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan dan kemandirian pangan yaitu dengan melakukan diversifikasi konsumsi pangan lokal. Berdasarkan hasil penelitian (Sudrajat, 2023) menyatakan bahwa petani yang berada di Desa Bleberan Kecamatan Playen melakukan diversifikasi pangan dalam skala rumah tangga yang dilakukan secara turun temurun. Sehingga petani dapat memenuhi kebutuhan dan ketersediaan bahan pangan dengan berbagai macam jenis tanaman (Tabel 9.1).

Tabel 9.3. Jenis Pangan Lokal Hasil Diversifikasi Pangan Pada Rumahtangga Tani di Desa Bleberan Kecamatan Playen

Jenis Pangan Lokal	Frekuensi	Persentase (%)
1. Jagung, Kacang Tanah, Ubi Kayu	4	4,0
2. Jagung, Kacang Tanah, Pisang	1	1,0
3. Jagung, Kacang Tanah, Ubi Kayu, Pisang	3	3,0
4. Jagung, Ubi Kayu, Pisang	11	11,0
5. Padi, Jagung, Ubi kayu	5	5,0
6. Padi, Jagung, Kedelai, Pisang	2	2,0
7. Padi, Jagung, Kacang Tanah, Pisang	2	2,0
8. Padi, Jagung, Kacang Tanah, Ubi Kayu, Pisang	9	9,0
9. Padi, Jagung, Ubi Kayu, Pisang	55	55,0
10. Padi, Jagung, Ubi Kayu, Kedelai	2	2,0
11. Padi, Jagung, Ubi Kayu, Kedelai, Pisang	6	6,0
Total	100	100,0

Sumber dari Sudrajat 2023

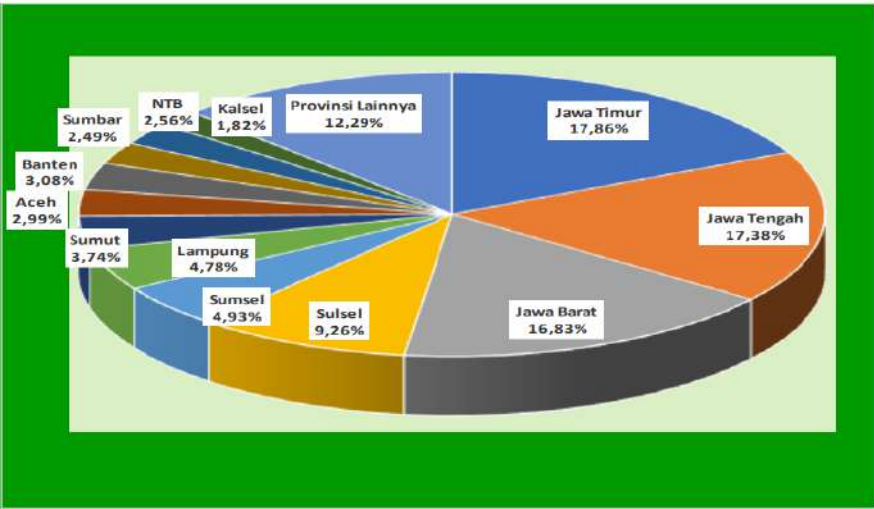
9.3 Mengapa di Indonesia perlu dilakukan diversifikasi pangan

Indonesia secara geografis, demografis, dan sumber daya alam memiliki potensi yang sangat melimpah, akan tetapi Indonesia masih sangat rentan terhadap krisis ketahanan pangan. Tahun 2020 sampai 2022 luas area panen padi di Indonesia menurun sebanyak 0,96% pertahun setara dengan 10,45 juta hektar tahun 2022 data ini didapatkan dari hasil Kerangka survei Area (KSA) padi oleh BPS (Gambar 9.1).



Gambar 9.1. Pola Panen Padi di Indonesia tahun 2020-2022
Sumber dari Analisis Komoditas pangan Strategis Tahun 2023

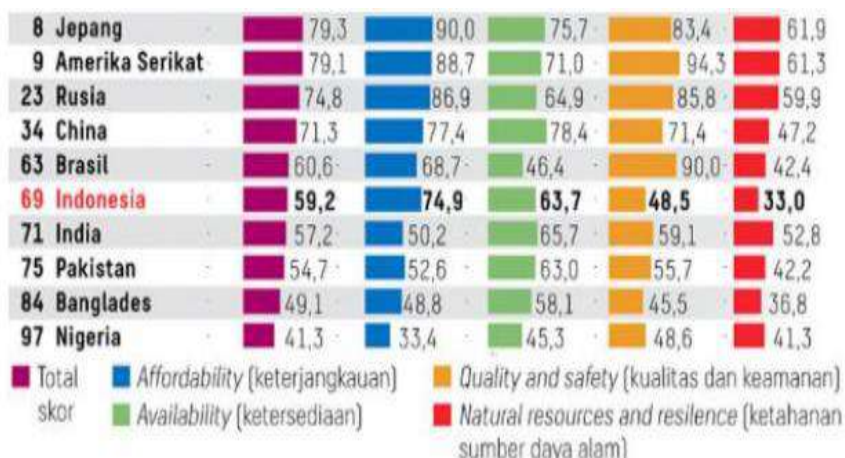
Di Indonesia ada sekitar 12 provinsi sentra padi dengan menyumbang produksi padi sebanyak 88%. Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Sulawesi Selatan menjadi provinsi sentra padi yang paling mendominasi masing-masing berkontribusi secara berurutan sebanyak 17,86% (9,75 juta ton), 17,38% (9,49 juta ton), 16,83% (9.19 juta ton), dan 9,26% (5,06 juta ton) sedangkan 8 provinsi lainnya berkontribusi kurang dari 5% (Gambar 9.2).



Gambar 9.2. Provinsi Sentra Produksi Padi di Indonesia tahun 2020-2022

Sumber dari Analisis Komoditas pangan Strategis Tahun 2023

Hal ini tentu saja memberikan dampak bagi skor Indeks Ketahanan Pangan Indonesia pada tahun 2021 yaitu 59,2 masuk dalam kategori moderat data tersebut didapatkan dari laporan *Economist Impact* (Gambar 9.3). Laporan *Economist Impact* menyebutkan bahwa dari segi sumber daya alam Indonesia mendapatkan skor terendah yaitu 33,0 jika dibandingkan dengan 10 negara lainnya yang memiliki jumlah penduduk banyak. Tentu saja ini dapat menggambarkan bahwa ketahanan pangan di Indonesia masih lemah.

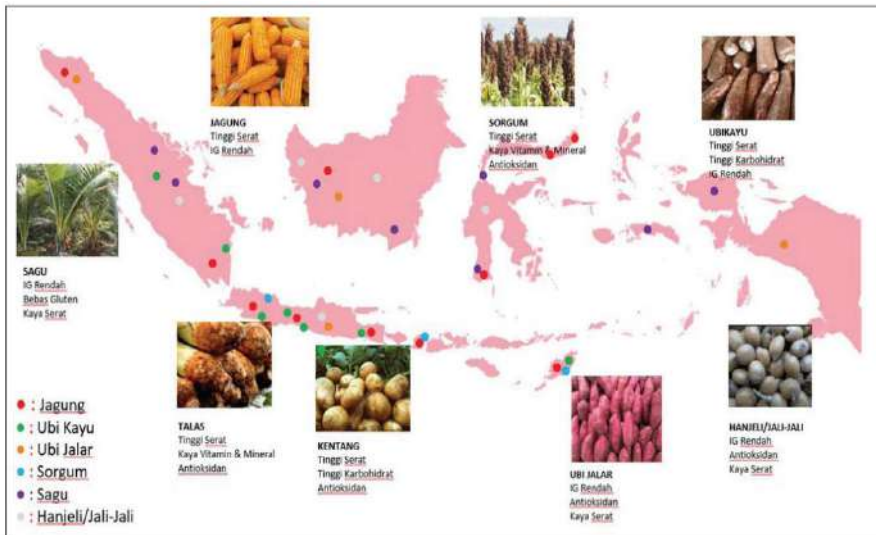


Gambar 9.3. Skor Indeks Ketahanan Pangan Pada 10 Negara dengan Jumlah Penduduk

Sumber dari Peranan Diversifikasi Pangan Dalam Menghadapi Krisis Pangan Dunia di Indonesia

9.4 Pangan Lokal yang Berpotensi untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan

Indonesia kaya akan sumber daya alam dengan 77 jenis tanaman berpotensi sebagai pangan lokal yang mengandung karbohidrat (Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian, 2019). Akan tetapi, tidak semua jenis tanaman tersebut dibudidayakan oleh masyarakat. Porang, garut, gembili, gadung, talas, jagung, ubi kayu, dan ubi jalar merupakan jenis tanaman pangan lokal yang sudah banyak dibudidayakan di beberapa wilayah Indonesia.



Gambar 9.4. Peta Potensi Sebaran Pangan Lokal di Indonesia
Sumber dari Dewi dan Ariani 2023

Jagung menjadi salah satu makanan pokok masyarakat yang ada di Madura dan Nusa Tenggara Timur. Selain itu ubi kayu dan ubi jalar juga banyak digunakan sebagai makan pokok. Berdasarkan data (Badan Pusat Statistik, 2021) menunjukkan bahwa luas panen, produksi, dan produktivitas tanaman jagung, ubi kayu, ubi jalar mengalami naik turun dari tahun 2015 sampai 2021 (Tabel 9.2).

Table 9.2. Perkembangan Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung, Ubi Kayu dan Ubi Jalar Tahun 2015–2021

Komoditas	Satuan	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Laju Pertumbuhan (%)
Jagung (×1.000)									
Luas Panen	ha	3.787	4.440	5.533	4.066	4.089	4.109	4.148	9,54
Produksi	ton	19.612	23.500	28.924	21.655	22.586	22.920	23.043	17,49
Produktivitas	ton/ha	5,18	5,31	5,23	5,33	5,52	5,58	5,55	7,26
Ubi Kayu (×1.000)									
Luas Panen	ha	949	823	773	697	555	650	631	-33,49
Produksi	ton	21.801	20.200	19.054	16.119	13.424	16.271	15.731	-27,84
Produktivitas	ton/ha	22,95	24,6	24,65	23,11	26,02	25,02	24,92	8,6
Ubi Jalar (×1.000)									
Luas Panen	ha	143	124	106	91	79	76	68	-52,70
Produksi	ton	2.298	2.169	1.914	1.806	1.516	1.604	1.44	-38,02
Produktivitas	ton/ha	16,05	17,56	18,02	18,36	18,02	21,12	21,04	31,03

Sumber dari BPS

Untuk budidaya Jagung, ubi kayu, dan ubi jalar sangat mudah serta tidak memerlukan lahan yang sangat luas contohnya dapat dibudidayakan diperkarangan rumah sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam skala rumah tangga tidak seperti padi yang harus dibudidayakan di lahan yang luas. Hal ini tentu saja akan menjadi peluang bagi Indonesia dalam meningkatkan ketahanan pangan. Menurut (Jufri, 2023) lahan perkarangan dapat menjadi potensi yang digunakan untuk kegiatan usaha tani. Pemanfaatan pekarangan harus melibatkan peran masyarakat yang aktif dan memiliki keinginan untuk melakukan kegiatan budidaya tanaman karena banyak juga masyarakat yang tidak hobi atau gemar menanam tanaman. Selain itu ketersediaan benih unggul yang masih terbatas serta masih minimnya pengetahuan masyarakat tentang cara budidaya tanaman di perkarangan. Berdasarkan data dari (Kementerian Pertanian, 2024) telah dilakukan sertifikasi benih jagung dan umbi-umbian varietas unggul (Gambar 9.5).



Gambar 9.5. Sertifikasi Benih Jagung dan Umbi-Umbian
Sumber dari Kementerian Pertanian 2024

9.5 Upaya dan Strategi dalam Pengembangan Diversifikasi Pangan Lokal

Untuk meningkatkan diversifikasi pangan lokal maka diperlukan analisis SWOT yang meliputi kekuatan (*Strength*), kelemahan (*Weakness*), peluang (*Opportunity*), dan ancaman (*Threat*) sebagai berikut:

1. Kekuatan (*Strength*)

Perubahan masyarakat terhadap diversifikasi pangan akan membutuhkan waktu yang lama tetapi kondisi tersebut akan berubah seiring dengan berjalannya waktu. Kekuatan dalam mendukung diversifikasi pangan cukup melimpah baik secara langsung maupun tidak langsung antara lain: ketersediaan lahan yang sangat subur ini tentu saja menjadi faktor utama bagi pertumbuhan tanaman, masih banyaknya lahan yang kering menurut (Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2022) menyatakan bahwa Indonesia memiliki lahan kering seluas 144.47 juta ha, ketersediaan pangan lokal yang meningkat, kenaikan harga pangan, banyaknya jenis tanaman pangan lokal seperti jagung, ubi kayu, ubi jalar, sagu, dan pisang, terdapat pengelolaan pangan lokal pada spesifik wilayah walapun

dari bahan baku yang sama tetapi setiap wilayah memiliki cara pengolahan yang berbeda.

2. Kelemahan (*Weakness*)

Dalam upaya pengembangan diversifikasi pangan bisa terjadi tetapi ada kelemahan yang akan dihadapi seperti keterbatasan dalam infrastruktur, alih fungsi lahan yang meningkat, wilayah Jawa yang menjadi penghasil pangan lokal berkurang, naiknya harga pangan tidak berdampak bagi petani, keterbatasan dalam hal pengelolaan pangan lokal, masih lemahnya kebijakan terhadap pengembangan pangan lokal, keterampilan dalam menerapkan dan mengelola industri rumah tangga masih lemah, pasar pangan lokal secara nasional belum tersedia, masih sedikit petani yang melakukan budidaya tanaman jagung, ubi kayu, ubi jalar, ataupun sagu, tidak terciptanya, kurangnya dukungan dari otonomi daerah dalam mewujudkan kreasi untuk pengembangan pangan lokal, dan masih kurangnya promosi pangan lokal. Dari beberapa kelemahan yang telah disebutkan terdapat tiga kendala yang menjadi prioritas utama yaitu masih lemahnya kebijakan terhadap pengembangan pangan lokal. Hal ini menjadi perhatian pemerintah yang dituangkan ke dalam Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2009.

3. Peluang (*Opportunity*)

Dilihat dari segi aspek eksternal terdapat beberapa peluang dalam pengembangan diversifikasi pangan lokal yaitu terdapat kebijakan tentang diversifikasi pangan yang tertuang dalam UU No 18 Tahun 2012 yang membahas tentang pangan, upaya percepatan pangan lokal yang tertulis dalam Perpres No 22 Tahun 2009 yang membahas tentang percepatan dalam diversifikasi pangan, pangan lokal memberikan dampak positif bagi kesehatan, adanya Gerakan Percepatan Konsumsi Pangan yang tertulis dalam Permentan No. 43 tahun 2009.

4. Ancaman (*Threat*)

Ancaman yang akan dihadapi yaitu impor pangan dan terigu yang terus meningkat, beras menjadi makanan pokok bagi seluruh masyarakat, banyaknya warung makan atau rumah

makan yang menyediakan menu impor, terdapat berbagai macam produk yang menggunakan terigu sebagai bahan baku utama.

Adapun Strategi yang perlu dilakukan dalam pengembangan diversifikasi pangan lokal, antara lain:

1. Perlu ditingkatkan kualitas dan ketersediaan produk
Pangan lokal yang telah diolah menjadi sebuah produk biasanya tidak awet atau tidak dapat disimpan dalam jangka panjang dan mudah rusak. Dalam pengelolaan diperlukan keterampilan dan keahlian yang khusus karena apabila proses pengolahan tidak sesuai makan akan mempengaruhi cita rasa, warna, tekstur, dan menyebabkan kualitas menjadi menurun. Selain itu cara penggunaan bahan pengawet harus sesuai dengan yang telah dianjurkan karena akan memberikan dampak bagi kesehatan. Perlu dilakukan pendidikan dan pelatihan agar para produsen dapat meningkatkan mutu produk yang dihasilkan. Hal ini tentu saja akan
2. Melakukan kegiatan promosi
Para produsen pangan lokal perlu memperhatikan cara promosi agar produk tersebut menjadi terkenal di masyarakat. Salah satu cara dengan membuat nama produk yang menarik dan unik ini akan membuat para konsumen tertarik untuk mencoba. Selain itu dapat juga dilakukan dengan mengadakan bazar yang menjual produk pangan lokal atau juga bisa memanfaatkan media sosial. Di era serba digital pemanfaatan media sosial akan jauh lebih efektif dan efisien dalam mempromosikan suatu produk karena dapat terhubung dengan siapapun dan dimanapun sehingga memudahkan konsumen untuk membeli produk tersebut. Adapun beberapa hal yang perlu dilakukan dalam mempromosikan produk pangan lokal di era digital antara lain:
 - a. Melalui media sosial: Masyarakat pada umumnya menjadi pengguna aktif dalam media sosial misalnya Instagram, twitter, tiktok, youtube, dan facebook. Media sosial tersebut dapat digunakan sebagai wadah untuk

promosi produk lokal dengan membuat konten yang unik dan menarik mengenai produk yang dijual dengan mencantumkan bahan apa saja yang digunakan dalam proses pembuatan dan manfaat dari produk.

- b. Membuat informasi yang jelas terkait produk lokal: Masyarakat pengguna media sosial lebih tertarik terhadap produk yang mencantumkan informasi yang jelas dan mudah dipahami misalnya produk tersebut terbuat dari apa, bagaimana proses pembuatan produk tersebut, kandungan yang terdapat dalam produk tersebut seperti vitamin, gizi, dan kalori.
- c. Mengikuti kegiatan kuliner: Masyarakat sangat tertarik dan suka terhadap acara yang berhubungan dengan kuliner. Dengan mengikuti kegiatan tersebut maka akan memudahkan produsen dalam mempromosikan produk tersebut.
- d. Menceritakan bagaimana sejarah terciptanya produk tersebut: Adanya pengalaman atau kisah dibalik proses terciptanya produk tersebut menjadi salah satu daya tarik konsumen dalam membeli.
- e. Melakukan kerjasama dengan selebritas di media sosial: *Influencer* menjadi salah satu daya tarik konsumen untuk mencoba atau mencicipi makanan yang mereka promisikan.

3. Pemasaran

Hasil pengolahan produk lokal biasanya terkendala pada pemasaran, maka dari itu perlu ditingkatkan jaringan pemasaran agar masyarakat dapat dengan mudah untuk membeli. Dapat dilakukan dengan membuat toko online ataupun offline. (Wilfrid Pangihutan Purba et al., 2023) menyebutkan bahwa pemasaran melalui media sosial dapat meningkatkan daya beli konsumen. Hal ini dikarenakan media sosial memiliki aplikasi yang menarik sehingga sesuatu yang dibuat akan menjadu viral. (Elita Tanujaya Julianto, 2022) menyatakan bahwa penggunaan media sosial sebagai strategi dalam pemasaran memberikan dampak positif terhadap minat beli konsumen. Semakin

menarik dan banyak promosi melalui media sosial maka penjualan akan semakin meningkat.

4. Sosialisasi

Memberikan sosialisasi kepada masyarakat bahwa tidak hanya beras yang dapat dijadikan sumber pangan tetapi ada juga jenis tanaman lain yang mengandung karbohidrat seperti umbi-umbian, ubi kayu, jagung, dan ubi jalar. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam sosialisasi edukasi kepada masyarakat antara lain: menggunakan media sosial sebagai wadah untuk melakukan kegiatan kampanye edukasi dengan membuat konten yang menarik terkait pengolahan dan manfaat pangan lokal seperti membuat videografis, membuat sebuah acara demo masak yang menggunakan bahan baku pangan lokal sehingga masyarakat memahami bagaimana cara mengolah bahan tersebut, dan membuat seminar dengan mengundang pemateri yang ahli di bidang kuliner tentang pangan lokal.

9.6 Melibatkan Masyarakat Untuk Meningkatkan Ketersediaan Pangan dan Pengembangan Pasar Petani

Salah satu kendala dalam meningkatkan ketersediaan pangan ialah kurangnya keterlibatan atau kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya memenuhi kebutuhan secara mandiri. Selama ini kegiatan pertanian dilakukan oleh kaum pria atau bapak-bapak saja. Menurut Sensus Pertanian tahun 2023 dalam kurun waktu 10 tahun masyarakat yang berprofesi sebagai petani mengalami penurunan dari tahun 2013 dengan jumlah 31.70 juta orang dan tahun 2023 menjadi 29.34 juta orang penurunan terjadi sebanyak 7.42%. Kebanyakan petani di Indonesia sudah berusia tua. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi ketersediaan pangan yang ada di Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat tidak akan sebanding dengan ketersediaan pangan. Oleh karena itu perlu melibatkan wanita khususnya ibu-ibu untuk mendukung ketersediaan pangan dalam mencukupi kebutuhan hidup dalam skala rumah tangga. Pemerintah membuat sebuah program

Kelompok Wanita Tani (KWT) yang melibatkan ibu-ibu untuk mensejahterakan para petani. Berdasarkan hasil penelitian (Pribadi et al., 2021) menyatakan bahwa dengan adanya kelompok wanita tani mampu meningkatkan pemberdayaan ekonomi sebanyak 79% di Desa Binangun Kecamatan Pataruman Kota Banjar. Kelompok wanita tani dapat menciptakan pertumbuhan ekonomi lokal dari beberapa aspek antara lain:

1. Meningkatkan Produksi Pertanian

Peran wanita yang menjadi tenaga kerja aktif dalam kegiatan budidaya tanaman dapat menghasilkan produksi pertanian baik secara kuantitas dan kualitas. Wanita cenderung lebih terampil dan telaten dalam melakukan kegiatan budidaya dengan menerapkan cara pertanian yang efektif dan efisien (Gambar 9.6). Berdasarkan hasil penelitian (Utomo et al., 2024) yang menyatakan bahwa dengan adanya kelompok tani wanita mampu meningkatkan ketersediaan pangan dan mampu memenuhi kebutuhan sehari-hari.



a



b



c

Gambar 9.6. Kegiatan a.) Pemanenan Sawi, b.) Pemanenan Pare, dan c.) Pemanenan jagung di Kelompok Wanita Tani Daun Sop Ceria Balikpapan Utara

2. Diversifikasi Pangan

Kelompok tani wanita dapat menjadi salah satu pengembang diversifikasi produk pertanian. Jagung, ubi kayu, dan ubi jalar menjadi salah satu jenis komoditas utama yang

dikembangkan dalam kelompok wanita tani. Selain itu juga pengolahan pascapanen seperti asinan, dodol, ataupun kripik juga dikembangkan oleh kelompok wanita tani (Gambar 9.7). Hasil penelitian (Suratna et al., 2021) menyatakan bahwa kelompok wanita tani melakukan kegiatan pengolahan pascapanen hasil pertanian lokal sebagai upaya diversifikasi pangan yang dapat berpeluang dalam meningkatkan pendapatan skala rumah tangga.



a



b



c

Gambar 9.7. Olahan buah salak seperti a.) asinan salak, b.) lumpia salak, dan c.) cake salak produksi Balikpapan Utara

3. Pengembangan Pasar Lokal

Kelompok wanita tani berkontribusi dalam membangun dan menciptakan pasar lokal. Kegiatan yang biasa dilakukan kelompok tani wanita yaitu membuat kegiatan bazar dan mempromosikan serta melakukan pameran terkait produk pertanian (gambar 9.8). Sehingga dapat membantu memasarkan hasil-hasil pertanian atau olahan secara langsung kepada konsumen dan menjalin hubungan kerja sama dengan pedagang lokal, warung makan, restoran, dan hotel dalam menyediakan pasokan produk pertanian secara berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Riyanto et al., 2024) yang menyebutkan bahwa dengan adanya kegiatan bazar mampu meningkatkan hasil penjualan produk pertanian, meningkatkan minat dan daya beli konsumen dari dalam dan luar kota



Gambar 9.8. Bazar UMKM olahan buah

4. Meningkatkan Pendapatan Anggota KWT

Kelompok wanita tani dapat memberikan kesejahteraan bagi anggota KWT maupun masyarakat. Hal ini sejalan dengan penelitian (Manto et al., 2023) yang menyatakan bahwa

Kelompok Wanita Tani Muda Mandiri di Desa Dutohe Barat Kecamatan Kabila Kabupaten Bone mengalami peningkatan pendapatan sebanyak 74.29% dari hasil penjualan minyak sebesar Rp 2.723.533,34 dengan keuntungan satu kilogram bahan baku seharga Rp 26.000. Selain itu juga berdasarkan hasil penilaian dari responden sebesar 80.135% yang termasuk kategori baik dan ini menjelaskan bahwa dengan adanya kelompok wanita tani ini dapat meningkatkan pendapatan keluarga.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. (2019). Direktori Pangan Lokal 2019. *Repository Pertanian*, 1–108. <http://repository.pertanian.go.id>
- Badan Pusat Statistik (2021). Susenas. <https://www.bps.go.id/index.php/subjek/81>
- Badan Pusat Statistik (2023). Impor Beras Menurut Negara Asal Utama tahun 2017-2023. Website bps.go.id.
- Elita Tanujaya Julianto. (2022). Pengaruh Strategi Pemasaran Media Sosial (Instagram) dan Citra Merek Terhadap Keputusan Pembelian Sepatu Lokal Compass Dengan Minat Beli Sebagai Mediasi. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Manajemen*, 1(4), 16–29. <https://doi.org/10.58192/ebismen.v1i4.146>
- Jufri, A. F. (2023). Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Pekarangan sebagai Upaya dalam Membantu Ketersediaan Pangan dan Pemenuhan Gizi Rumah Tangga di Desa Pemenang, Lombok Utara. *Jurnal Gema Ngabdi*, 5(1), 141–148. <https://doi.org/10.29303/jgn.v5i1.300>
- Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan tahun 2022. Potensi Lahan Kering dalam peningkatan Produksi Nasional. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/detil-konten/ipitek/56>.
- Kementerian Pertanian. (2024). Laporan Tahunan 2023. In *Kementrian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan*. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id>.
- Manto, R. A., Indriani, R., & Saleh, Y. (2023). Peran Kelompok Wanita Tani (KWT) Terhadap Peningkatan Pendapatan Keluarga (Studi Kasus KWT Muda Mandiri Desa Dutohe Barat Kecamatan Kabila Kabupaten Bone Bolango). *Agri-Sosioekonomi Unsrat*, 19(2), 761–768. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.v19i2.48301>
- Pribadi, P. T., Setiawan, I., & Isyanto, A. Y. (2021). Peran Kelompok Wanita Tani Dalam Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat (Studi Kasus pada Kelompok Wanita Tani

- Puncaksari di Desa Binangun Kecamatan Pataruman Kota Banjar). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 8(2), 284–292. <https://doi.org/10.25157/jimag.v8i2.4866>
- Riyanto, Supiana, N., Basuki, S., Goestjahjanti, F. S., Winanti, Fernando, E., Lestari, S., Saputra, A., Maesaroh, S., Gozali, E., Wiyono, N., Oktabrianto, Sukriyah, Ervana, Purwaningrum, D., Olin, N. M., & Fayzhall, M. (2024). Bazar Produk UMKM Melalui Koperasi dan KWT Drum Bujana Guna Menggalakkan Ekonomi Kreatif Masyarakat Kampung Tematik Drum Bujana. *Proletarian : Community Service Development Journal*, 2(1), 10–14.
- Sudrajat. (2023). Pemetaan mobilitas penduduk di kawasan pinggiran Kota Bandung. *Majalah Geografi Indonesia*, 37(2), 95–103. <https://doi.org/10.22146/mgi.70636>
- Suratna, Soeprapto, A., Susanta, & Nugroho, S. P. (2021). Penguatan Kapasitas Kelompok Wanita Tani Melalui Diversifikasi Produk Olahan Pangan Lokal. *Dharma LPPM*, 2(1), 35–49. <https://doi.org/10.31315/dlppm.v2i1.4769>
- Utomo, B., Kusumawati, N. F., Ambal Ikka, N. D., & Hafidz, M. A. (2024). Peran Kelompok Wanita Tani (Kwt) “Cahaya” Terhadap Program Ketahanan Pangan Keluarga Desa Balongkrai, Kelurahan Pulorejo, Kota Mojokerto. *Media Agribisnis*, 8(1), 134–144. <https://doi.org/10.35326/agribisnis.v8i1.5372>
- Wilfrid Pangihutan Purba, J., Simbolon, P., & Manawari Girsang, R. (2023). Pengaruh Pemasaran Jejaring Media Sosial Dan Keterkaitan Konsumen Terhadap Niat Beli Konsumen. *Manajemen: Jurnal Ekonomi*, 5(2), 112–128. <https://doi.org/10.36985/p8sx0k76>

BAB 10

PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK DALAM PENGELOLAAN PERTANIAN BERKELANJUTAN SWASEMBADA PANGAN

Oleh Titin Eka Setianingsih

10.1 Pendahuluan

Swasembada pangan merupakan kemampuan untuk memproduksi makanan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan domestik tanpa bergantung pada impor dari luar negeri. Swasembada pangan merupakan salah satu bagian dari strategi kemandirian ekonomi yang melibatkan pembangunan kapasitas produksi pangan yang berkelanjutan, efisien, dan tahan terhadap gangguan iklim (Godfray, *et al.*, 2010). Salah satu strategis untuk swasembada pangan yaitu dengan sistem pertanian berkelanjutan.

Pertanian berkelanjutan berperan penting dalam mencapai swasembada pangan. Pertanian berkelanjutan menjadi upaya memenuhi kebutuhan pangan dunia yang terus meningkat, tanpa merusak ekosistem dan berkelanjutan lingkungan (Badgley, 2007). Pertanian berkelanjutan mencakup prinsip-prinsip konservasi tanah, penggunaan sumber daya alam yang efisien, dan peningkatan kesejahteraan petani dengan keseimbangan ekosistem (Pretty, 2008). keseimbangan ekosistem melalui praktik-praktik yang tidak merusak lingkungan, produksi pangan dapat dipertahankan dalam jangka panjang. Penggunaan bahan organik, diversifikasi tanaman, serta teknologi tepat guna dapat meningkatkan produktivitas dan ketahanan terhadap perubahan iklim, yang semakin krusial dalam menghadapi tantangan global (Scialabba *et al.*, 2010).

Salah satu contoh penerapan pertanian berkelanjutan yaitu aplikasi bahan organik.

Pengelolaan bahan organik dalam sistem pertanian berkelanjutan berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas lahan. Bahan organik, seperti kompos, pupuk kandang, dan sisa-sisa tanaman, berfungsi sebagai sumber unsur hara tanaman dan siklus unsur hara dalam tanah. Pemanfaatan bahan organik dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan merusak lingkungan. Selain meningkatkan kesuburan tanah, bahan organik juga berperan dalam mempertahankan kelembaban tanah, mencegah erosi, dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang membantu dalam dekomposisi bahan organik menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman (Lal, 2006). Pengelolaan bahan organik dapat penyerapan karbon di dalam tanah, membantu mitigasi perubahan iklim, dan mendukung ketahanan pangan dalam jangka panjang.

10.2 Dasar-Dasar Pertanian Berkelanjutan

Sejarah pertanian berkelanjutan berawal dari terhadap dampak negatif revolusi hijau pada pertengahan abad ke-20. Revolusi Hijau meningkatkan hasil produksi pangan global dengan mengadopsi teknologi intensif, seperti penggunaan pupuk kimia, pestisida, dan mekanisasi. Meskipun meningkatkan hasil panen, pendekatan ini juga menyebabkan degradasi lingkungan yang serius, seperti penurunan kualitas tanah, pencemaran air, dan hilangnya keanekaragaman hayati (Conway, 1997).

Pada akhir abad ke-20, konsep intensif revolusi hijau tersebut tidak dapat bertahan dalam jangka panjang. Ini mendorong perkembangan konsep pertanian berkelanjutan, yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara produktivitas pertanian dan berkelanjutan lingkungan. Pertanian berkelanjutan menjadi bagian penting dari kebijakan pertanian global, terutama dalam upaya mengatasi krisis pangan dan perubahan iklim.

Pertanian berkelanjutan merupakan sistem pertanian yang untuk memaksimalkan produksi pangan dengan cara yang menjaga keseimbangan lingkungan, kesejahteraan sosial, dan efisiensi ekonomi. Sistem ini bertujuan untuk memproduksi pangan dalam jangka panjang tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Menurut Pretty (1995) Terdapat beberapa prinsip utama dalam pertanian berkelanjutan meliputi:

1. Efisiensi sumber daya alam: pertanian berkelanjutan menggunakan sumber daya alam, seperti air, tanah, dan energi, dengan cara yang efisien untuk memastikan ketersediaannya bagi generasi mendatang.
2. Kesuburan tanah dan kesehatan ekosistem: pengelolaan tanah yang baik dan menjaga kesehatan ekosistem, termasuk keanekaragaman hayati, adalah komponen penting dalam pertanian berkelanjutan.
3. Berkelanjutan sosial dan ekonomi: pertanian harus memberikan manfaat ekonomi dan kesejahteraan sosial bagi petani serta masyarakat sekitar, melalui distribusi hasil yang adil dan meningkatkan kualitas hidup petani.
4. Ketahanan terhadap perubahan iklim: sistem ini juga dirancang untuk menghadapi tantangan perubahan iklim, seperti kekeringan dan banjir, melalui pengelolaan lahan yang tangguh dan inovasi pertanian.

10.3 Hubungan Antara Pertanian Berkelanjutan dan Swasembada Pangan

Pertanian berkelanjutan berkaitannya dengan upaya mencapai swasembada pangan, yaitu kemampuan suatu negara untuk memproduksi pangan yang cukup bagi penduduknya tanpa tergantung pada impor. Menurut Godfray *et al.*, (2010) terdapat hubungan antara pertanian berkelanjutan dan swasembada pangan meliputi:

1. Produktivitas yang stabil dan jangka panjang: Dengan memanfaatkan praktik pertanian yang tidak merusak tanah, seperti rotasi tanaman dan penggunaan bahan organik, pertanian berkelanjutan dapat mempertahankan

produktivitas lahan dalam jangka panjang, yang mendukung ketersediaan pangan secara berkelanjutan.

2. Pengurangan ketergantungan pada input eksternal: penggunaan pupuk organik, kompos, dan teknik pengendalian hama alami mengurangi ketergantungan pada pupuk dan pestisida kimia yang sering kali diimpor. Ini memperkuat kemandirian pangan di tingkat nasional.
3. Adaptasi terhadap perubahan iklim: Pertanian berkelanjutan mempromosikan praktik yang meningkatkan ketahanan lahan terhadap perubahan iklim, seperti peningkatan kapasitas tanah dalam menyerap air selama musim kering dan pengurangan risiko erosi tanah. Dengan demikian, sistem ini mendukung stabilitas produksi pangan meskipun menghadapi tantangan iklim.

Pertanian organik berperan dalam mendukung berkelanjutan dan swasembada pangan. Pertanian organik penggunaan sumber daya lokal dan praktik ramah lingkungan yang meningkatkan kualitas tanah, menjaga keanekaragaman hayati, dan mendukung siklus biologis alami. Menurut Aganieszka *et al.*, (2019) Pertanian organik dapat mendukung ketahanan pangan dengan meningkatkan kualitas hasil pertanian yang dihasilkan secara lokal, mendukung ketahanan dan swasembada pangan jangka panjang. Selain itu, bahwa pendekatan yang berfokus pada kemandirian pangan lokal, dengan praktik berkelanjutan seperti diversifikasi tanaman dan rotasi lahan, dapat memperkuat ketahanan pangan. Penerapan pertanian organik dapat mengurangi ketergantungan pada rantai pasokan internasional, memungkinkan untuk meningkatkan kemandirian ekonomi masyarakat agraris.

10.4 Peran dan Pemanfaatan Pertanian Organik dalam Sistem Berkelanjutan

Pertanian organik adalah sistem pertanian berkelanjutan yang mengaplikasikan praktik yang ramah lingkungan, seperti rotasi tanaman, penggunaan pupuk organik seperti kompos dan pupuk kandang, serta hama secara biologis. Menurut Scialabba

et al., (2010) peran pertanian organik dalam berkelanjutan meliputi:

1. Pengurangan dampak lingkungan: tanpa aplikasi pupuk kimia dan pestisida serta memanfaatkan pertanian organik dapat mengurangi polusi tanah dan air, serta meningkatkan keanekaragaman hayati.
2. Meningkatkan kesuburan tanah: pertanian organik meningkatkan kandungan bahan organik tanah, yang memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas penyerapan air, dan memperkaya kehidupan mikroba tanah.
3. Penguatan ketahanan pangan lokal: menggunakan input lokal dan ramah lingkungan, pertanian organik meningkatkan kemandirian petani kecil dan mengurangi ketergantungan pada input kimia.

Pertanian organik merupakan praktik pertanian yang berpengaruh terhadap dampak lingkungan dan ekologi yang berkelanjutan. Pemanfaatan bahan organik dalam sistem pertanian berkelanjutan dapat berperan menjaga kesuburan tanah dan produktivitas lahan. Bahan organik juga berperan dalam mempertahankan kelembaban tanah, mencegah erosi, dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang membantu dalam dekomposisi bahan organik menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Pengelolaan bahan organik berperan dalam penyerapan karbon di dalam tanah, membantu mitigasi perubahan iklim, dan mendukung ketahanan pangan dalam jangka panjang. Berdasarkan Farooq *et al.*, (2023) manfaat aplikasi bahan organik yaitu

1. Meningkatkan Kesuburan Tanah

Bahan organik seperti pupuk kompos, pupuk kandang, sisa tanaman, dan biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik berfungsi sebagai sumber unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan. Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan air dan udara, serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang bermanfaat.

2. Mengurangi Erosi Tanah

Bahan organik membantu mengikat partikel-partikel tanah, sehingga tanah menjadi lebih stabil dan tahan terhadap erosi. Struktur tanah yang baik dan adanya penutup permukaan dari sisa tanaman dapat mengurangi kecepatan aliran air permukaan yang sering menyebabkan erosi.

3. Meningkatkan Kapasitas Menyimpan Air

Bahan organik meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Pemanfaatan bahan organik berperan dalam penyerapan dan menahan air terutama di daerah yang mengalami kekeringan atau memiliki curah hujan yang tidak menentu, karena air lebih mudah tersedia untuk tanaman ketika diperlukan.

4. Mengurangi Penggunaan Pupuk Kimia

Penggunaan bahan organik dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang seringkali menyebabkan pencemaran air tanah dan lingkungan. Bahan organik secara perlahan melepaskan unsur hara ke dalam tanah, sehingga memberikan pasokan unsur hara yang lebih stabil bagi tanaman tanpa risiko penumpukan yang berlebihan.

5. Meningkatkan Keanekaragaman Hayati

Aplikasi bahan organik dapat meningkatkan keanekaragaman hayati tanah, termasuk mikroorganisme, cacing, dan serangga yang berperan dalam siklus unsur hara tanah. Keanekaragaman dapat berperan dalam mengendalikan hama secara alami, tanpa memerlukan pestisida kimia.

6. Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca

Bahan organik seperti kompos dan pupuk kandang yang diterapkan dapat membantu menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan menyimpannya di dalam tanah, suatu proses yang dikenal sebagai sequestrasi karbon.

Pemanfaatan bahan organik merupakan komponen penting dalam sistem pertanian berkelanjutan, yang bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas

tanaman. Menurut Farooq *et al.*, (2023) terdapat beberapa contoh bahan organik sebagai berikut :

1. Kompos merupakan pupuk organik yang dihasilkan dari penguraian sisa-sisa sampah rumah tangga dan tanaman melalui proses pengomposan. Aplikasi kompos dapat meningkatkan kandungan unsur hara makro maupun mikro. Aplikasi kompos dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air, dan menyediakan unsur hara esensial bagi tanaman. Kompos juga membantu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang penting untuk siklus hara. Selaras dengan penelitian Setianingih *et al.*, (2020) menjelaskan aplikasi kompos slurry meningkatkan kandungan nitrogen, bakteri dan cendawan di tanah.
2. Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang berasal dari kotoran ternak yang telah mengalami dekomposisi. Selain sebagai sumber hara makro (N, P, K), pupuk kandang juga berfungsi memperbaiki struktur tanah, meningkatkan bahan organik tanah, dan merangsang kehidupan mikroorganisme yang berperan dalam siklus hara.
3. Mulsa organik merupakan pupuk organik yang terdiri dari bahan- bahan seperti jerami, dedaunan, atau sisa-sisa tanaman yang diletakkan di permukaan tanah. Mulsa organik berfungsi menahan kelembapan, mengurangi pertumbuhan gulma, dan menjaga suhu tanah (Heinonen-Tanski *et al.*, 2005). Saat terurai, mulsa juga memberikan tambahan bahan organik ke tanah.
4. Biochar merupakan bahan organik yang diproduksi melalui pembakaran biomassa pada kondisi oksigen terbatas (pirolisis). Biochar berfungsi memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan retensi air, dan meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC), sehingga memungkinkan tanah menyimpan unsur hara Lehmann (2015).
5. Sisa tanaman seperti jerami, daun kering, dan tangkai tanaman yang ditinggalkan di ladang setelah panen dapat digunakan sebagai sumber bahan organik. Sisa tanaman ini diurai oleh mikroorganisme tanah, melepaskan unsur hara ke dalam tanah dan memperbaiki kualitas tanah dari waktu ke waktu.

Teknologi dan inovasi dalam pengelolaan bahan organik telah berkembang pesat, menawarkan solusi yang lebih efektif dan ramah lingkungan. Berikut adalah beberapa teknologi dan inovasi dalam pengelolaan bahan organik:

1. Teknologi Pembuatan Kompos

Pembuatan kompos merupakan salah satu teknologi pengelolaan bahan organik yang paling umum digunakan dalam pertanian. Teknologi ini melibatkan proses dekomposisi aerobik bahan organik seperti sisa tanaman, limbah pertanian, dan kotoran hewan oleh mikroorganisme. Teknologi modern telah mengembangkan metode untuk mempercepat proses pengomposan, seperti menggunakan mesin pengaduk kompos (*compost turner*) dan metode pengomposan aerobik berkelanjutan (*continuous composting*). Teknologi pengomposan yang efisien juga memperhatikan rasio karbon dan nitrogen (C/N), kelembapan, dan aerasi untuk memastikan proses dekomposisi berjalan optimal. Teknologi ini dapat menghasilkan kompos dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode tradisional, sambil mempertahankan kualitas bahan organik.

2. Biochar

Biochar adalah bahan organik yang dihasilkan dari pembakaran biomassa melalui proses pirolisis (pembakaran dengan oksigen terbatas). Biochar berperan sebagai amandemen tanah yang memiliki manfaat besar bagi pertanian, terutama dalam meningkatkan kesuburan tanah, menyimpan karbon, dan meningkatkan retensi air serta unsur hara di dalam tanah. Biochar mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC), dan mengurangi pencucian unsur hara (Laird, 2008). Biochar juga memiliki potensi besar dalam mitigasi perubahan iklim karena kemampuannya untuk menyimpan karbon dalam jangka waktu lama, sehingga mengurangi emisi karbon dioksida ke atmosfer.

3. Vermikompos: Pemanfaatan Cacing untuk Pengelolaan Limbah Organik

Vermikompos adalah teknologi pengelolaan limbah organik yang menggunakan cacing tanah (biasanya cacing jenis *Eisenia fetida* atau *Lumbricus rubellus* untuk mendegradasi bahan organik menjadi kompos berkualitas tinggi (Dominguez, 2004). Vermikompos menghasilkan pupuk organik yang kaya akan unsur hara, tetapi juga membantu mengurangi limbah organik dan memperbaiki struktur tanah. Cacing menguraikan bahan organik dan memecahnya menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tanaman. Vermikompos memiliki kandungan unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan kompos biasa, dan mengandung mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanah.

4. Pengembangan Teknologi Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan yang terkandung unsur hara yang dihasilkan dari bahan-bahan organik seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan mikroorganisme fermentasi. Teknologi pembuatan pupuk organik cair melibatkan proses fermentasi anaerobik menggunakan mikroorganisme seperti bakteri fotosintetik, ragi, dan *actinomycetes* untuk memecah bahan organik menjadi bentuk cair yang kaya unsur hara. Pupuk organik cair lebih cepat diserap oleh tanaman dibandingkan dengan pupuk padat pupuk daun atau aplikasi langsung ke tanah. Teknologi ini juga dapat menggunakan limbah organik cair (seperti air limbah dari peternakan) sebagai bahan baku, sehingga mendukung pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan.

10.5 Kebijakan Pemerintah dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan

Pengelolaan bahan organik berperan dalam perubahan iklim, baik melalui penyerapan karbon, adaptasi terhadap dampak iklim, maupun pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien. Kebijakan dan dukungan pemerintah berperan dalam

mendorong pertanian berkelanjutan dan organik. Kebijakan pemerintah dapat memfasilitasi peralihan ke sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan dapat mendukung petani dengan teknologi dan pembiayaan, serta mengembangkan potensi swasembada pangan. Berikut penjelasan mengenai kebijakan pemerintah dalam pertanian berkelanjutan:

1. Kebijakan Pemerintah untuk Mendorong Pertanian Berkelanjutan

Pemerintah mengembangkan kebijakan untuk mendorong praktik pertanian berkelanjutan. Kebijakan-kebijakan ini bertujuan untuk mengurangi dampak negatif pertanian konvensional terhadap lingkungan sekaligus meningkatkan ketahanan pangan. Menurut Reganold *et al.*, (2016) terdapat beberapa kebijakan yang umumnya diterapkan meliputi:

- a. Subsidi untuk input pertanian organik: Subsidi ini termasuk pupuk organik, benih tahan hama, dan pestisida alami.
- b. Insentif pajak: Petani yang mengadopsi praktik berkelanjutan seperti agroforestri atau rotasi tanaman dapat menerima keringanan pajak.
- c. Regulasi lingkungan: Pengaturan terhadap penggunaan pestisida kimia, konservasi air, dan manajemen limbah pertanian yang ketat dapat mendorong petani beralih ke metode berkelanjutan.

2. Peran Institusi dan Lembaga dalam Pengembangan Pertanian Organik

- a. Institusi pemerintah, lembaga riset, dan organisasi non-pemerintah memainkan peran vital dalam mengembangkan dan memperluas adopsi pertanian organik. Beberapa peran utama lembaga ini meliputi:

- 1) Penelitian dan pengembangan (R&D): Lembaga riset seperti Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) di Indonesia bekerja untuk menemukan inovasi baru dalam teknik pertanian organik dan efisiensi bahan organik.
- 2) Penyuluhan pertanian: Pemerintah menyediakan layanan penyuluhan untuk memberikan pelatihan

kepada petani tentang praktik pertanian berkelanjutan, termasuk penggunaan bahan organik dan konservasi air.

- 3) Sertifikasi organik: Institusi sertifikasi membantu memastikan bahwa produk pertanian organik mematuhi standar internasional atau nasional, seperti sertifikasi organik dari *USDA Organic* atau *EKO* di Eropa. (Lampkin *et al.*, 2019)

3. Dukungan Pembiayaan dan Teknologi untuk Petani

Dukungan pemerintah dalam bentuk pembiayaan dan akses terhadap teknologi sangat penting untuk mendorong adopsi pertanian berkelanjutan. Beberapa bentuk dukungan ini meliputi:

- a. Skema pembiayaan dan kredit mikro: Pemerintah dan lembaga keuangan sering kali menyediakan program kredit khusus untuk petani kecil yang ingin beralih ke praktik pertanian organik atau berkelanjutan. Program ini memberikan suku bunga rendah dan jangka waktu pembayaran yang lebih fleksibel.
 - b. Teknologi ramah lingkungan: Pemerintah mendukung pengembangan dan distribusi teknologi berkelanjutan seperti irigasi tetes, alat pengomposan, dan teknologi biochar, yang dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi dampak lingkungan.
 - c. Platform digital: Teknologi digital juga dimanfaatkan untuk mendukung petani dalam mengakses informasi pasar, cuaca, dan praktik terbaik pertanian organik melalui aplikasi atau platform daring. (FAO, 2021)
- ### 4. Potensi Swasembada Pangan Melalui Pengelolaan Pertanian Organik

Pengelolaan pertanian organik berpotensi besar untuk mendukung swasembada pangan, terutama di negara-negara berkembang. Pertanian organik tidak hanya berfokus pada peningkatan produktivitas, tetapi juga memperhatikan aspek berkelanjutan lingkungan, yang esensial dalam menjaga ketahanan pangan jangka panjang. Menurut Scialabba *et al.*, (2010) manfaat yang terkait

dengan pertanian organik untuk swasembada pangan adalah:

- a. Pengurangan ketergantungan pada input eksternal: Petani organik mengandalkan sumber daya lokal seperti pupuk kompos dan pupuk kandang, sehingga mengurangi biaya produksi dan ketergantungan pada bahan kimia impor.
- b. Diversifikasi hasil pertanian: Sistem pertanian organik sering kali lebih beragam secara hayati, dengan menanam berbagai jenis tanaman yang dapat meningkatkan ketahanan pangan dan pendapatan petani.
- c. Kesehatan tanah yang lebih baik: Dengan mengelola tanah melalui praktik organik, tanah menjadi lebih subur dan produktif dalam jangka panjang, sehingga membantu meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan.
- d. Potensi swasembada pangan yang didukung oleh pertanian organik juga dapat mengurangi kerawanan pangan dan mendukung ketahanan pangan nasional dalam menghadapi perubahan iklim dan ketidakstabilan pasar global.

Secara keseluruhan, kebijakan pemerintah, dukungan finansial, inovasi teknologi, dan kolaborasi dengan institusi riset serta organisasi non-pemerintah sangat penting dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan dan organik yang efektif serta berkontribusi pada ketahanan pangan. Swasembada pangan berkelanjutan bertujuan strategis untuk memastikan ketersediaan pangan yang cukup dan berkualitas dengan memanfaatkan sumber daya secara efisien dan ramah lingkungan. Perlunya perencanaan manajemen lahan serta kolaborasi antara petani, pemerintah, dan masyarakat. Menurut Saleem *et al.*, (2024) terdapat beberapa strategi implementasi untuk mencapai swasembada pangan berkelanjutan:

1. Perencanaan dan Manajemen Lahan untuk Swasembada Pangan

Perencanaan dan manajemen lahan merupakan elemen fundamental dalam mencapai swasembada pangan. Manajemen yang tepat tidak hanya melibatkan pengelolaan fisik tanah, tetapi juga mempertimbangkan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi. Beberapa strategi yang dapat diterapkan meliputi:

- a. Penggunaan lahan yang optimal: Lahan harus dikelola dengan mempertimbangkan kesesuaian jenis tanaman dengan kondisi iklim, topografi, dan kualitas tanah. Penggunaan lahan yang tepat akan meningkatkan hasil panen tanpa merusak kesuburan tanah.
- b. Pengelolaan lahan marginal: Lahan-lahan marginal dapat dioptimalkan melalui pengelolaan yang lebih intensif, misalnya dengan menggunakan bahan organik untuk memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan hasil pertanian.
- c. Perlindungan lahan pertanian: Pemerintah harus menjaga agar lahan produktif tidak beralih fungsi menjadi lahan non-pertanian, seperti industri atau perumahan.
- d. Pengelolaan lahan yang baik juga melibatkan teknik-teknik konservasi tanah seperti terasering, penanaman tanaman penutup, dan penggunaan pupuk organik, yang semuanya bertujuan untuk mempertahankan kesuburan tanah dalam jangka panjang.

2. Integrasi Bahan Organik dalam Rantai Produksi Pangan

Bahan organik memainkan peran penting dalam rantai produksi pangan yang berkelanjutan. Penggunaan bahan organik seperti kompos, pupuk kandang, dan biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, dan mendukung siklus unsur hara yang sehat. Strategi yang dapat diimplementasikan adalah:

- a. Penggunaan pupuk organik secara masif: Pupuk organik membantu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang sering kali merusak ekosistem tanah dalam jangka panjang.

- b. Pengelolaan limbah pertanian: Sisa tanaman dan limbah organik dari produksi pangan dapat diolah kembali menjadi kompos atau vermikompos untuk digunakan sebagai pupuk, sehingga menciptakan sistem produksi yang sirkular.
 - c. Integrasi agroforestri: Dengan menggabungkan tanaman pangan dan pohon, sistem agroforestri membantu menyimpan karbon, meningkatkan biodiversitas, dan memperbaiki siklus unsur hara dalam tanah.
 - d. Dengan mengintegrasikan bahan organik ke dalam rantai produksi, petani dapat meningkatkan hasil pertanian secara berkelanjutan sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem tanah. (Stockdale *et al.*, 2001)
3. Kerja Sama Petani, Pemerintah, dan Masyarakat
- Kerja sama antara petani, pemerintah, dan masyarakat sangat penting dalam mencapai swasembada pangan berkelanjutan (Leeuwis *et al.*, 2011). Setiap aktor memiliki peran yang berbeda tetapi saling mendukung:
- a. Petani: Sebagai produsen utama pangan, petani harus diberikan akses terhadap teknologi ramah lingkungan, pembiayaan, serta pelatihan tentang praktik pertanian berkelanjutan. Penyuluhan pertanian dan pengembangan kapasitas sangat penting agar petani dapat mengadopsi teknologi baru dan praktik berkelanjutan.
 - b. Pemerintah: Pemerintah harus menyediakan kerangka regulasi yang mendukung, termasuk insentif bagi petani yang menerapkan praktik ramah lingkungan. Selain itu, pemerintah juga perlu berinvestasi dalam infrastruktur pertanian, seperti irigasi, transportasi, dan fasilitas penyimpanan pangan.
 - c. Masyarakat: Konsumen dan komunitas lokal juga dapat berperan dalam mendukung petani lokal melalui pembelian produk pangan yang dihasilkan secara berkelanjutan. Program-program seperti pertanian berbasis komunitas dapat memperkuat ikatan antara

petani dan konsumen, sekaligus mendukung swasembada pangan.

4. Rekomendasi dan Langkah Strategis

Menurut FAO (2021) terdapat beberapa rekomendasi dan langkah strategis yang dapat diambil:

- a. Pengembangan sistem pangan lokal: Mendukung produksi dan konsumsi pangan lokal akan mengurangi ketergantungan pada impor pangan serta menurunkan jejak karbon dalam rantai pasokan. Program *farm to table* dapat mempromosikan konsumsi pangan yang lebih sehat dan ramah lingkungan.
- b. Penyuluhan dan pelatihan pertanian berkelanjutan: Pemerintah perlu memperluas program penyuluhan dan pelatihan bagi petani agar mereka dapat mengadopsi praktik-praktik terbaik dalam pertanian berkelanjutan, seperti penggunaan bahan organik, rotasi tanaman, dan teknik konservasi air.
- c. Investasi dalam riset dan teknologi: Pengembangan teknologi pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan harus menjadi prioritas, seperti teknologi pengolahan limbah organik, irigasi cerdas, dan penggunaan energi terbarukan dalam produksi pangan.
- d. Diversifikasi pertanian: Petani harus didorong untuk menanam berbagai jenis tanaman yang tidak hanya meningkatkan ketahanan pangan tetapi juga membantu menjaga biodiversitas dan kesehatan ekosistem.
- e. Pembangunan kapasitas petani kecil: Petani kecil harus menjadi fokus dalam kebijakan swasembada pangan, mengingat mereka sering kali memiliki akses terbatas terhadap modal, teknologi, dan pasar. Program dukungan finansial dan teknis yang ditargetkan akan membantu petani kecil meningkatkan produktivitas mereka secara berkelanjutan.

10.6 Kesimpulan

Swasembada pangan di Indonesia merupakan merupakan dari strategi kemandirian ekonomi yang melibatkan

pembangunan produksi pangan yang berkelanjutan, efisien, dan tahan terhadap gangguan iklim. Salah satu strategis untuk swasembada pangan yaitu dengan sistem pertanian berkelanjutan. Pemanfaatan pertanian berperan dalam memenuhi kebutuhan pangan yang meningkat, tanpa merusak ekosistem dan berkelanjutan lingkungan. Pertanian berkelanjutan mencakup prinsip-prinsip konservasi tanah, penggunaan sumber daya alam yang efisien, dan peningkatan kesejahteraan petani dengan keseimbangan ekosistem. keseimbangan ekosistem melalui praktik-praktik yang tidak merusak lingkungan, produksi pangan dapat dipertahankan dalam jangka panjang. Penggunaan bahan organik, diversifikasi tanaman, serta teknologi tepat guna dapat meningkatkan produktivitas dan ketahanan terhadap perubahan iklim, yang semakin krusial dalam menghadapi tantangan global. Salah satu contoh penerapan pertanian berkelanjutan yaitu aplikasi bahan organik.

Pengelolaan bahan organik dalam sistem pertanian berkelanjutan berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas lahan. Bahan organik, seperti kompos, pupuk kandang, dan sisa-sisa tanaman, berfungsi sebagai sumber unsur hara tanaman dan mendukung siklus unsur hara dalam tanah. Pemanfaatan bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik juga berperan dalam mempertahankan kelembaban tanah, mencegah erosi, dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang membantu dalam dekomposisi bahan organik menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Pengelolaan bahan organik dapat penyerapan karbon di dalam tanah, membantu mitigasi perubahan iklim, dan mendukung ketahanan pangan dalam jangka panjang. Pengelolaan bahan organik berperan dalam perubahan iklim, baik melalui penyerapan karbon, adaptasi terhadap dampak iklim, maupun pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien. Kebijakan dan dukungan pemerintah berperan dalam mendorong pertanian berkelanjutan dan organik. Kebijakan pemerintah dapat memfasilitasi peralihan ke sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan dapat mendukung petani dengan teknologi dan pembiayaan.

Secara keseluruhan, pemanfaatan bahan organik seperti pupuk kandang, kompos, biochar, vermicompos berperan dalam mendukung berkelanjutan dan swasembada pangan. Pertanian organik dapat meningkatkan kualitas tanah, menjaga keanekaragaman hayati, dan mendukung siklus biologis alami. Sehingga dapat mendukung ketahanan pangan dengan meningkatkan kualitas hasil pertanian yang dihasilkan secara lokal, mendukung ketahanan dan swasembada pangan jangka panjang. Selain itu, bahwa pendekatan yang berfokus pada kemandirian pangan lokal, dengan menerapkan sistem berkelanjutan yang meningkatkan ketahanan pangan dan meningkatkan kemandirian ekonomi masyarakat agraris.

DAFTAR PUSTAKA

- Aganieszka, B. N and Sadowski, A. 2019. Food Security and Food Self-Sufficiency Around the World: A Typology of Countries. *Plos One Food security and food self-sufficiency around the world*. 14 (3): 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213448>
- Badgley, C., J. Moghtader, E. Quintero, E. Zakern, M. J. Chappter, K. A. V Vázquez, A. Samulon and I. Perfecto. 2007. Organic Agriculture and the Global Food Supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 22 (2): 86-108. <https://doi.org/10.1017/S1742170507001640>
- Conway, G. 1997. *The Doubly Green Revolution: Food for All in the 21st Century*. Cornell University Press.
- Dominguez, J. 2004. State of the Art and New Perspectives on Vermicomposting Research. In: *Earthworm Ecology*, C.A. Edwards (Ed.), CRC Press.
- FAO. 2021. *The State of Food and Agriculture 2021: Overcoming Water Challenges in Agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447en>
- Farooq, M., N. Gogoi and M. Piante. 2023. *SuSustainable Agriculture and The Environment*. Academic Press. Pp 557-566. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-03402-X>
- Godfray, H.C., J. R. Beddington, I. R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. F. Muir, J. Pretty, . S. Robinon, S. M. Thomas and C. Toulmin. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science Research*. 327 : 59-67.
- Heinonen-Tanski, H. and C. Van Wijk-Sijbesma. 2005. Human Excreta for Plant Production. *Bioresource Technology*. 96 (4): 403-411. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.036>
- Lal, Rattan. 2006. Enhancing Crop Yields in Developing Countries Through Restoration of Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands. *Land Degradation & Development*. 17 (2): 197-209.
- Laird, D.A. 2008. *The Charcoal Vision: A Win-Win-Win Scenario for Simultaneously Producing Bioenergy, Permanently*

- Sequestering Carbon, and Improving Soil and Water Quality. *Agronomy Journal*. 100 (1): 178-181. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0161>
- Lampkin, N., C. Foster, P. Midmore and S. Padel,. 2019. The Policy and Regulatory Environment for Organic Farming. In: *Organic Agriculture: A Global Perspective*. CABI Publishing. ISBN 3-933403-00-6.
- Leeuwis, C., & Aarts, N. 2011. Rethinking Communication in Innovation Processes: Creating Space for Change in Complex Systems. *The Journal of Agricultural Education and Extension*. 17 (1): 21-36. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2011.536344>
- Lehmann, J. and Joseph, S. 2015. *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan. New York
- Pretty, Jules. 1995. *Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability and Self-Reliance*. A Joseph Henry Press Book. United States of America.
- Pretty, Jules. 2008. *Agricultural Sustainability: Concepts, Principles and Evidence*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363, 447-465.
- Reganold, John and J. M. Wachter. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants Journal*. 2 (1) : 15-22
- Saleem, a., S. Anwar, T. Nawaz, S. Fahad, S. Fahad, S. Saud, T. U. Rahman. M. N. R. Khsan and T. Nawaz. 2024. Securing a sustainable future: the climate change threat to agriculture, food security, and sustainable development goals. *Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences*. 177 : 1-17. <https://doi.org/10.1007/s43994-024-00177-3>
- Scialabba, N.E.-H., & Müller-Lindenlauf, M. 2010. Organic Agriculture and Climate Change. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 25 : 158-169.
- Setianingsih, T. E, R. Suntari And C. Prayogo. 2021. Utilization of Slurry and Mushroom Baglog to Improve Growth and Yield on Strawberry on Degraded Volcanic Soils. *Journal Of Degraded And Mining Lands Management*. 8 (3):

2769-2777.

<https://doi.org/10.15243/jdmlm.2021.083.2769>

Stockdale, E.A., N.H. Lampkin, M. Hovi, R. Keatinge, E.K.M. Lennartsson, D.W. Macdonald, S. Padel, F.H. Tattersall, M.S. Wolfe, and C. A. Watson. 2001. Agronomic and Environmental Implications of Organic Farming Systems. *Advances in Agronomy*. 70: 261-262. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(01\)70007](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(01)70007)

BIODATA PENULIS



Ir. Sopialena, M.P., Ph.D

Dosen Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Penulis dilahirkan di Samarinda, 9 Oktober 1963. Menamatkan pendidikan S1 di Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman pada 1986. Menyelesaikan pendidikan S2 di Universitas Brawijaya KPK Universitas Gadjah Mada pada tahun 1991. Dan setelah itu menyelesaikan pendidikan S3 di University of The Philipines Los Banyos pada tahun 2004.

Sejak tahun 1988 diangkat menjadi Dosen Pertanian Universitas Mulawarman hingga sekarang Berbagai pengalaman yang telah dijalani yaitu bekerja pada Natural Resources Management-EPIC (Program under USAID) pada tahun 2000-2002, selanjutnya pada tahun 2001-2009 membantu pada The Concervancy dan pada tahun yang sama 2002-2007 membantu pada program International City County Management Association (Program under USAID). Sejak tahun 2013 hingga sekarang ini aktif mendapatkan hibah pada penelitian-penelitian dari Kementerian Riset dan Teknologi.

BIODATA PENULIS



Ali Zainal Abidin Alaydrus, S.TP, MP

Dosen Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Mata kuliah yang diampu selama mengajar antara lain Kewirausahaan, Teknologi Budidaya Tanaman Tanpa Tanah, Prinsip Pertanian Perkotaan, Pertanian Masa Depan, Mekanisasi Pertanian, Tanaman Bioenergi dll. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya dan melanjutkan S2 di Jurusan Magister Pertanian Tropika Basah Universitas Mulawarman. Memiliki pengalaman kerja di Hesandra Indonesia, Telkom PDC, LPK Cahaya Tepian dan LKP Cahaya Mutiara Ilmu. Penulis pernah menjabat sebagai sekretaris di organisasi BPD Asosiasi Eksportir dan Produsen Handicraft (ASEPHI) Kalimantan Timur dan aktif di berbagai organisasi lainnya seperti IKA Universitas Brawijaya Kaltim, Pemuda Tani, DPC Rabithah Alawiyah Samarinda, DPW Rabithah Alawiyah Kaltim-tara, Forum Taman Bacaan Masyarakat (FTBM) Samarinda, FTBM Kaltim & organisasi lainnya.

BIODATA PENULIS

Rahadian Adi P, S.P., M.Si.

Dosen Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Penulis lahir di Bogor tanggal 28 April 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Agroteknologi dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Tanah.

BIODATA PENULIS



Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro, STP., MT.

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Penulis lahir di Surabaya tanggal 20 Mei 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Keteknikan Pertanian dan melanjutkan S2 pada Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya. Penulis tertarik dalam penanganan pasca panen hasil pertanian, pengolahan pangan, keteknikan pertanian, dan biosistem dari sumber alam serta bentuk pengaplikasiannya. Sesuai dengan ketertarikan dalam bidang tersebut, penulis sangat terbuka untuk membangun kolaborasi dalam penelitian dan tulisan.

BIODATA PENULIS



Ardiansyah, S.Pt., M.Si.

Dosen Program Studi Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Merupakan Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur (2022-sekarang). Ia menamatkan Pendidikan S1 (2013) Jurusan Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan dan S2 (2016) Jurusan Ilmu Nutrisi dan Pakan di Fakultas Peternakan, IPB University, Bogor, Jawa Barat. Saat ini mengampu beberapa matakuliah seperti Ilmu Nutrisi Ternak, Nutrisi Ruminansia, Bahan Pakan dan Formulasi Ransum, Ilmu Ternak Potong dan Kerja, Ilmu Tanaman Pakan, Manajemen Pastura, Integrasi Peternakan di Lahan Pasca Tambang, Matematika terapan, Statistika, Metode Penelitian, dan Rancangan Percobaan. Ia juga aktif ikut menulis bersama beberapa buku seperti Dasar-Dasar Statistika, Pengantar Ilmu Peternakan, Pembangunan Pertanian dan Peternakan Berkelanjutan, Teknologi dan Industri Pakan Ternak, dan Buku Kumpulan Cerita Anak Kutai Timur “Bekantan Yang Sibuk”.

BIODATA PENULIS



Indah Sriwahyuni, B.Sc., M.P.

Dosen Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Penulis lahir di Samarinda tanggal 14 Juni 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Pangan Universiti Putra Malaysia dan selanjutnya menyelesaikan studi S2 pada Jurusan Agronomi Magister Pertanian Tropika Basah Universitas Mulawarman. Penulis pernah mengajar sebagai dosen tetap program studi Teknologi Industri Pertanian di Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Timur Program Studi Teknologi Industri Pertanian pada 2019-2021.

BIODATA PENULIS



Dr. Mohammad Annas, S.Tr.Par., M.M, CSCP, CHRP.

Dosen Program Studi Manajemen

Fakultas Bisnis Universitas Multimedia Nusantara

Penulis lulus dari Sekolah Tinggi Pariwisata Bandung pada tahun 1997, kemudian meniti karir profesional di industri perhotelan dan *hospitality*. Pada tahun 2011 penulis meneruskan pendidikan ke jenjang magister di Universitas Mercu Buana Jakarta dan lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang doctoral pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2019 di Universitas Muhammadiyah Jakarta. Sejak tahun 2016 sampai sekarang penulis menjadi pengajar penuh waktu di Fakultas Bisnis, Universitas Multimedia Nusantara. Fokus pada bidang *supply chain, logistic, HSE, digital industry* dan pengembangan sumber daya manusia. Penulis juga berperan aktif dalam asosiasi industri diantaranya menjadi pengurus harian di Asosiasi Profesi Produktivitas Indonesia, Forum Doktor Manajemen Pendidikan dan forum industri lainnya. Penulis juga merupakan seorang asesor kompetensi Badan Nasional Sertifikasi Profesi Republik Indonesia (BNSP RI) untuk bidang logistik dan sumber daya manusia. Email Penulis: mohammad.annas@umn.ac.id/annasjom@gmail.com

BIODATA PENULIS



Titin Eka Setianingih, S.P., M.P.

Dosen Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Penulis lahir di Banyuwangi tanggal 28 Oktober 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu Tanah dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Tanah Universitas Brawijaya. Penulis menekuni bidang Menulis dan Pengasuh Mata Kuliah Kesuburan Tanah dan Pemupukan di Program Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.