



# PERTANIAN BERKELANJUTAN

- Prof. Dr. Ir. Hasan Basri Jumin, M.Sc
- M. Nur, SP, MP
- Prof. Dr. Ir. Warnita, MP
- Prof. Dr. Ir. Hapsoh, MS
- Dr. Ir. Saripah Ulpah, M.Sc
- Dr. Mardaleni, SP., M.Sc
- Tati Maharani, S.P., M.P
- Dr. Ir. H. T. Edy Sabli, MP
- Dr. Ir. Ujang Paman, M.Agr
- Dr. Ir. Septina Elida, M.Si
- Dr. Fahrial, SP., SE., ME
- Sisca Vaulina, SP., MP
- Ilma Satriana Dewi, SP., M.Si
- Dr. Ir. Saipul Bahri, M.Ec
- Dr. Jarod Setiaji, SPi., MSc
- Prof. Dr. Ir. Hermansah, MS. M.Sc

ISBN :

9786236598856

**Perpustakaan Nasional:** Katalog dalam terbitan (KDT)

---

**ISBN :** 9786236598856

---

**PERTANIAN BERKELANJUTAN**  
**Hak Cipta 2024, pada penulis**

---

Dilarang mengutip sebagian dan seluruh isi buku ini dengan cara apa pun, termasuk dengan cara epnggunaan mesin fotokopi, tanpa izinsah dari penerbit

---

Cetakan pertama, **Februari 2024**

---

Hak Penerbitan pada Penerbit **UIR PRESS**

---

Disain cover oleh **M.Nur**

---

**Dicetak oleh UIR PRESS:**

Jalan Kaharuddin Nasuiton No.113 Perhentian Marpoyan  
Pekanbaru 28284, Riau. Telp (0761) 674674



**UIR PRESS**

## KATA PENGANTAR

Pertanian yang menjaga kelestarian dan meminimalkan kerusakan lingkungan sangat penting diterapkan. Gagasan seperti ini perlu dimiliki oleh para pengambil keputusan agar dalam pengelolaan pertanian dapat selalu mempertimbangkan keberlanjutan produksi dan sekaligus untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Saat ini teknologi budidaya pertanian berkembang sangat cepat, pada bagian lain teknologi itu, mengikuti perkembangan teknologi lainnya, seperti teknologi informasi serta teknologi yang mendukung secara langsung perkembangan budidaya pertanian. Budidaya pertanian diperkirakan akan dapat dengan cepat meningkatkan ketersediaan pangan dan bahan baku industri, ternyata masih diperlukan pemikiran baru agar perkembangan itu juga memenuhi standar keamanan pangan dan ketersediaan dan kualitas pangan. Hal ini sangat penting untuk dapat mengisi kecukupan pangan yang berkualitas dengan jumlah yang cukup serta bahan baku industri yang berkesinambungan untuk menjaga kestabilan harga komoditi. Buku ini berisi pemikiran para dosen Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Universitas Andalas Padang dan Universitas Riau Pekanbaru. Para dosen Fakultas Pertanian ketiga Universitas ini menyampaikan pemikiran mereka untuk menyajikan gagasan baru yang berhubungan dengan perkembangan teknologi pertanian dalam menjaga ketersediaan pangan hari ini dan masa depan dengan tetap menjaga kelestarian dengan harapan dapat menjadi sumbangan pemikiran yang berarti untuk memajukan teknologi budaya pertanian saat ini yang berprinsip produksi pangan meningkat dan lingkungan tetap lestari.

Dalam buku ini juga tersedia pemikiran agribisnis yang berhubungan dengan strategi agribisnis terbaru agar

para pembaca dapat mengikuti ide-ide yang ditampilkan guna ikut menyumbangkan gagasan untuk dalam upaya daya saing yang tinggi dengan produk impor.

Tak kalah penting dalam buku ini juga disajikan perkembangan keracunan logam berat pada lahan pertanian yang langsung berdampak pada kualitas hasil dan keamanan pangan dari bahan berbahaya bagi lingkungan hidup. Hal ini bertujuan untuk menjaga kelangsungan pertanian masa depan yang berkesinambungan.

Sebagai karya manusia buku ini sudah pasti memiliki banyak kekurangan, tetapi kekurangan itu tidak akan menjadi penghalang untuk tetap mau dalam menyampaikan ide dan pemikiran untuk dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Harapan para penulis hanya saran dari para pembaca untuk perbaikan selanjut.

Akhirnya dengan rasa syukur Alhamdulillah atas izin Allah SWT, buku kecil ini dapat terbit untuk dibaca oleh mahasiswa dan para dosen atau siapa saja yang bergelut dalam dunia pertanian atau praktisi agroteknologi. Buku ini berupa pemikiran para ahli pertanian yang berhubungan dengan teknologi budidaya dan agribisnis dalam lingkup pertanian berkelanjutan.

Pekanbaru. Februari 2024

Editor

**Hasan Basri Jumin**

**M Nur**

## DAFTAR ISI

<b>Isi</b>	<b>Halaman</b>
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
PENDAHULUAN.....	1
BAB I Kelakuan tanaman pada kondisi stress (Hasan Basri Jumin).....	6
BAB II Teknologi budidaya tanaman kentang ramah lingkungan (Warnita).....	27
BAB III Budidaya padi dengan sistem low external input sustainable agriculture (LEISA) mendukung pertanian berkelanjutan (Hapsoh, Isna Rahma Dini, Desita Salbiah, Wawan).....	43
BAB IV Penerapan rekayasa ekologi pada pertanian berkelanjutan (Saripah Ulpah).....	63
BAB V Kualitas serat daun nanas berdasarkan letak daun dan lama perendaman pada proses pembuatan serat (Mardaleni dan Sri Mulyani) .....	77
BAB VI Integrasi aquakultur dengan hidroponik pada pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan (M. Nur dan Ernita).....	93
BAB VII Upaya peningkatan kesehatan tanah dengan penggunaan pupuk organik dalam bingkai pertanian berkelanjutan (Tati Maharani).....	103

BAB VIII Pengembangan sistem sawah terapung di daerah rawan banjir untuk pertanian berkelanjutan (T. Edy Sabli) .....	116
BAB IX Teknologi mekanisasi untuk ketahanan pangan berkelanjutan (Ujang Paman).....	129
BAB X Sagu komoditas strategis untuk ketahanan pangan, dan industri (Septina Elida) .....	146
BAB XI Strategi agribisnis pupuk organik bagi pelaku UMKM dalam pembangunan pertanian berkelanjutan (Fahrial) .....	163
BAB XII Kelapa dalam : sikap petani dan pertanian berkelanjutan (Sisca Vaulina dan Elinur) .....	183
BAB XIII Pengembangan usahatani cabai merah pada daerah non sentra produksi guna mendukung pertanian berkelanjutan (Ilma Satriana Dewi) .....	188
BAB XIV Peningkatan produktivitas pertanian : Strategi mengurangi kemiskinan pedesaan (Saipul Bahri).....	203
BAB XV Produksi antibiotik ramah lingkungan (Jarod Setiaji) .....	214
BAB XVI Potensi pengembalian hara Silica (si) dan Posfor (p) melalui sisa tanaman padi ke sistim persawahan (Hermansah).....	228

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Chemical analyzes of waste-water of nasipadang, general restaurants and housing wastewater.....	11
Tabel 2. Hasil pengamatan pertumbuhan dan produksi tanaman padi dengan penerapan sistem LEISA .....	51
Tabel 3. Rata-rata panjang daun nanas (cm) berdasarkan letak/posisi daun dan lama perendaman.....	82
Tabel 4. Rata-rata lebar daun nanas (cm) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.....	84
Tabel 5. Rata-rata panjang serat daun nanas (cm) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.....	85
Tabel 6. Rata-rata berat basah serat per 10 helai daun (g) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.....	87
Tabel 7. Rata-rata berat kering serat per 10 daun nanas (g) berdasarkan letak daun pada batang dan lama perendaman.....	88
Tabel 8. Luas Lahan dan Produksi Sagu di Provinsi Riau, Tahun 2020.....	151
Tabel 9. Matriks IFE (Internal Factor Evaluation) Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau.....	195
Tabel 10. Matriks EFE (External Factor Evaluation) Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau.....	197

Tabel 11.	Bobot biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah tanaman padi pada beberapa elevasi lahan sawah Gunung Talang .....	233
Tabel 12.	Hasil analisis Si dan P pada sisa tanaman bagian atas dan bagian bawah tanaman padi pada lahan sawah di Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok .....	237
Tabel 13.	Potensi angkutan hara biomassa sisa tanaman bagian atas (batang dan daun) dan bagian atas (akar) padi di berbagai elevasi .....	240

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>		<b>Halaman</b>
Gambar 1	Revolusi bumi, posisinya mengelilingi matahari (Earth revolution definition. 2021). Revolusi bumi dan rotasi bumi yang paling menentukan dinamika iklim di bumi. ....	11
Gambar 2	Akibat pemanasan global mencairkan salju abadi green land, dan menghilangkan berjuta juta ton es abadi tersebut (Herring and Lindsey, 2021). Pemanasan global berakibat berobahnya iklim global atau iklim mikro pertanian.....	13
Gambar 3.	Kandungan logam dan komposisi logam berat dalam fly ash(Jumin et al, 2016, and Jumin et al, 2019) .....	23
Gambar 4.	Mekanisme infeksi rhizobium ke dalam bulu akar tanaman leguminosa .....	23
Gambar 5.	Hubungan aktivitas fotosintesis dengan fiksai nitrogen bebas di atmosfer.....	24
Gambar 6.	Benih kentang Go dan tanaman kentang Granola (koleksi pribadi) .....	30
Gambar 7.	Pola produksi bibit kentang bebas penyakit di Indonesia .....	30
Gambar 8.	Lokasi demplot percobaan budidaya tanaman padi dengan aplikasi kombinasi pupuk organik hayati, pestisida nabati, dan agens hayati Beauveria bassiana.....	50
Gambar 9.	Contoh pemanfaatan pagar rumah sebagai tempat budidaya tanaman, selain dapat dimanfaatkan hasil berupa sayuran juga menciptakan keindahan rumah (koleksi pribadi).....	95
Gambar 10.	Contoh rangkaian filtrasi untuk menghasilkan nitrat dari metabolisme ikan (koleksi pribadi)	97

Gambar 11. Hasil penelitian bersama mahasiswa berbagai jenis selada dengan teknik budidaya akuaponik (koleksi pribadi).....	99
Gambar 12. Jenis selada berdasarkan berat tanaman tanpa akar : a. Butterhead (59,9 gram), b. Monde (69.9 gram), c. Romaine (88.4 gram) d. Selada merah (38,4 gram).....	100
Gambar 13. Jenis-jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan menggunakan teknik budidaya akuaponik seperti a. Sawi, b. Seledri c. Paprika dan d. tomat (koleksi pribadi).....	101
Gambar 14. Sistem Sawah Terapung di Kalimantan (Foto: <a href="https://kalimantanpost.com">https://kalimantanpost.com</a> dan <a href="https://indonesia.wetlands.org">https://indonesia.wetlands.org</a> ).....	125
Gambar 15. Luas Lahan, Produksi Sagu Indonesia, Tahun 2019-2022 <i>Sumber: Statistik Perkebunan Unggulan Nasional, 2020-2022</i> .....	149
Gambar 16. Sebaran Tanaman Sagu, Tahun 2020 <i>Sumber: Statistik Perkebunan Unggulan Nasional, 2020-2022</i> .....	150
Gambar 17. Potensi Pemanfaatan Sagu <i>Sumber: Bintaro, 2011</i> .....	155
Gambar 18. Perkebunan Kelapa Dalam.....	178
Gambar 19. Sikap Petani untuk Keberlanjutan Usahatani Kelapa.....	181
Gambar 20. Tipologi Tiga Pilar .....	182
Gambar 21. Kuadran SWOT Usahatani Cabai Merah .....	198
Gambar 22. Jalur Biosintesis Bakteri <i>Bacillus</i> sp. (Warna Salem Jalur Mevalonat) yang Menghasilkan Senyawa Terpenoid.....	218
Gambar 23. Kromatogram HPLC Ekstrak Metabolit Sekunder <i>Bacillus</i> sp. (254 nm dan 366 nm).....	220

## TEKNOLOGI MEKANISASI UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN

Ujang Paman

Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Pekanbaru

E-mail: pamanu@agr.uir.ac.id

### Pendahuluan

Pangan merupakan produk pertanian esensial dan sangat berguna untuk memenuhi kebutuhan dasar dan sekaligus kelangsungan hidup manusia di muka bumi ini. Dewanti (2018) menyatakan bahwa pangan merupakan kebutuhan dasar utama bagi manusia yang harus dipenuhi setiap saat. Jenis pangan yang banyak dikonsumsi sebagai makanan pokok adalah beras atau nasi. Ini berarti bahwa permasalahan pangan merupakan juga persoalan kemanusiaan yang perlu mendapat perhatian dan ditangani secara lebih serius terutama pangan beras yang merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Susenas BPS September 2022 melaporkan bahwa 98,35% rumah tangga di Indonesia mengkonsumsi beras dengan tingkat konsumsi per kapita sebanyak 124 kg per tahun. Dibandingkan dengan 5 negara di Asia lainnya, konsumsi beras per kapita per tahun penduduk Indonesia masih cukup tinggi, seperti China 60 kg, Jepang 50 kg, Korea 40 kg, Thailand dan Malaysia 80 kg. Begitupun pentingnya pangan sebagai kebutuhan dasar manusia, maka pangan harus tersedia dengan jumlah yang cukup dan dengan harga terjangkau untuk menjaga ketahanan pangan nasional atau penduduk.

Pengertian ketahanan pangan menurut Undang-undang No. 18 tahun 2012 tentang Pangan adalah *kondisi*

*terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan.* UU Pangan tersebut juga memperjelas dan memperkuat pencapaian ketahanan pangan dengan mewujudkan kedaulatan pangan (*food sovereignty*) dengan kemandirian pangan (*food resilience*) serta keamanan pangan (*food safety*). Selanjutnya, pangan yang diinginkan adalah yang aman, bermutu dengan kandungan gizi yang cukup dan bermanfaat bagi tubuh, serta berguna untuk pertumbuhan dan kesehatan manusia. Sementara itu, kecukupan pangan bagi penduduk merupakan hak asasi yang harus dipenuhi.

Ketahanan pangan yang tangguh sangat diperlukan untuk mendukung keberlanjutan kehidupan manusia dan generasi penerus bangsa yang berujung pada keberlangsungan negara. Jika terjadi kekurangan pangan dalam masyarakat atau negara dapat menjadi pemicu kelaparan dan kekurangan gizi (*stunting*) dan akhirnya berdampak kepada kemiskinan. Kondisi ketersediaan pangan yang lebih kecil dari yang dibutuhkan dapat menciptakan ketidak-stabilan ekonomi. Kondisi pangan yang tidak tersedia dalam jumlah yang cukup dapat pula membahayakan stabilitas ekonomi dan juga stabilitas Nasional.

Pemenuhan kebutuhan akan pangan tersebut di atas perlu mendapatkan perhatian bersama, sehingga ketahanan pangan dapat diwujudkan, kelaparan dapat dicegah dan kemiskinan dapat dihindari. Peneduduk yang

kekurangan gizi akibat dari kekurangan pangan tidak dapat tumbuh sehat dan normal. Oleh sebab itu, sebagai salah satu yang memegang peran penting dalam kelangsungan kehidupan manusia, ketahanan pangan yang bersifat berkelanjutan menjadi sangat penting dan syarat mutlak.

Produksi pertanian khususnya tanaman pangan seperti padi merupakan pemasok utama bahan pangan tersebut. Oleh karena itu, meningkatkan produksi tanaman pangan akan menciptakan ketahanan pangan penduduk. Teknologi terutama mekanisasi pertanian memegang peranan penting dalam meningkatkan produksi pangan. Menurut Prastyanto dkk. (2022), perkembangan teknologi pertanian berdampak pada kemampuan produksi komoditas pertanian yang mampu memenuhi kebutuhan manusia yang semakin meningkat. Teknologi mekanisasi pertanian mengacu kepada penggunaan teknologi moderen (mesin pertanian) untuk mengerjakan aktivitas/operasi pertanian secara mekanis (Wijaya dan Nurcahyo, 2022). Inovasi teknologi mekanisasi pertanian yang terus berlangsung akan memberikan dampak besar bagi kemajuan pertanian.

Mekanisasi pertanian dapat didefinisikan sebagai aplikasi teknologi dan manajemen penggunaan berbagai alat dan mesin pertanian mulai dari pengolahan tanah, tanam, penyediaan air (irigasi), pemupukan, perawatan tanaman, pemungutan hasil sampai produk yang siap dipasarkan atau diolah lebih lanjut (Priyanto, 1977; Gunawan, 2014; ). Sedangkan menurut Goyal et al. (2014), mekanisasi pertanian merupakan input penting dalam pertanian untuk melaksanakan operasi lapangan yang tepat waktu, mengurangi biaya operasi, memaksimalkan efisiensi

penggunaan input (benih, pupuk, pestisida, dan air), memperbaiki kualitas produk, mengurangi kejerihan dalam operasi lapangan dan meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja. Adopsi teknologi bertujuan untuk meningkatkan produksi (Chi, 2008). Oleh karena itu, teknologi mekanisasi pertanian merupakan pilihan yang tepat digunakan untuk memacu peningkatan produksi pangan.

Dalam prakteknya, teknologi mekanisasi melibatkan penyediaan dan penggunaan semua bentuk sumber tenaga dan bantuan mekanis dalam pertanian mulai dari peralatan sederhana, tenaga ternak dan teknologi mekanis (mesin) untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja (Sims and Kinzle, 2006). Penerapan teknologi mekanisasi pertanian di atas akan memberikan manfaat bagi ketahanan pangan dalam kaitannya untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja, meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, menurunkan biaya produksi, menekan kehilangan hasil pada saat panen dan pasca panen dan membuat daya tarik bagi generasi muda terhadap pertanian yang selama ini kurang diminati. Tulisan ini mencoba menjelaskan tentang ketahanan pangan khususnya pangan beras dan peran teknologi mekanisasi dalam ketahanan pangan yang berkelanjutan.

### **Ketahanan Pangan: Permasalahan dan Tantangan**

Ada tiga masalah utama sektor pertanian bila dikaitkan dengan ketersediaan dan ketahanan pangan yaitu produksi, distribusi, dan keterjangkauan harga. Masalah produksi terkait dengan kapasitas dan produktivitas.

Sedangkan, permasalahan yang terkait dengan distribusi yaitu panjangnya saluran pemasaran dan keberadaan pelaku-pelaku yang dominan di pasar. Disamping itu juga, ada beberapa pelaku pasar saja yang menguasai dalam pembentukan harga. Keterjangkauan harga pun permasalahan juga ditemukan. Selanjutnya, beberapa pelaku utama pasar saja yang menguasai struktur pasar produk pertanian. Permasalahan tersebut perlu ditangani dengan baik agar ketahanan pangan nasional dapat terwujud secara berkesinambungan. Masalahnya, ketika ketahanan pangan tidak berjalan dengan baik, kerentanan pangan akan mengganggu perekonomian dan juga kesejahteraan masyarakat.

Timbulnya masalah ketahanan pangan tidak bisa dipisahkan dari sifat produksi komoditas pangan itu sendiri yang bersifat musiman dan berfluktuatif karena rentan dipengaruhi oleh iklim. Variabilitas atau perubahan iklim yang berlangsung sekarang telah mengganggu proses produksi dan ketersediaan pangan serta mendorong kenaikan harga pangan yang berakhir pada peningkatan kerentanan sistem pangan masyarakat. Saat ini dampak anomali iklim semakin sulit diramal sehingga produksipun sulit diprediksi dengan tepat. Hal punya potensi untuk menimbulkan ketidakpastian produksi, seperti adanya gagal panen atau puso. Selain itu, kelangkaan dan kompetisi pemanfaatan sumber daya alam (lahan dan air) pun terus berlanjut yang mengakibatkan produksi pangan semakin sulit dipertahankan. Penurunan produksi padi yang disebabkan penurunan luas lahan dan perubahan iklim mempengaruhi keamanan pangan beras tidak saja di level rumah tangga tetapi juga nasional (Paman et al., 2023).

Perilaku produksi yang sangat rentan terhadap pengaruh iklim tersebut mempunyai efek yang signifikan terhadap ketersediaan pangan baik nasional maupun dalam masyarakat. Ketika perilaku produksi yang rentan terhadap perubahan iklim tersebut tanpa dilengkapi dengan kebijakan pangan yang tangguh maka akan sangat merugikan, baik bagi petani maupun konsumen, khususnya petani berskala produksi kecil dan konsumen berpendapatan rendah. Karakteristik komoditas pangan yang mudah rusak, lahan pertanian yang semakin sempit, masih kurang memadainya sarana dan prasarana pendukung pertanian dan penanganan panen dan pasca panen yang masih lemah mendorong Pemerintah melakukan intervensi dengan mewujudkan kebijakan ketahanan pangan nasional.

Berkaitan dengan permasalahan yaitu kecenderungan penurunan produksi pangan tersebut, maka diperlukan upaya yang komprehensif dan terintegrasi yang mampu menciptakan dan mendesain sistem pangan yang tangguh (*resilient*). Tujuannya adalah untuk meningkatkan produksi dan produktivitas pangan dalam rangka mencukupi kebutuhan pangan masyarakat dan menyediakan akses pangan yang lebih mudah. Hal ini memerlukan strategi bagi peningkatan produktivitas yang tepat untuk menjaga produksi dan stok pangan dalam kondisi aman untuk menjamin konsumsi rumah tangga terpenuhi secara baik. Ketersediaan pangan yang cukup merupakan salah satu aspek penting dalam mewujudkan ketahanan pangan yang dimulai dengan memaksimalkan produksi dan produktivitas, menjaga stabilitas pangan, meningkatkan efisiensi, diversifikasi dan ketahanan pangan

lokal, dan penguatan pengetahuan dan keterampilan petani.

Di pihak lain, penambahan penduduk dan tingginya pertumbuhan ekonomi di Indonesia, secara tidak langsung menyebabkan semakin meningkatnya permintaan terhadap kebutuhan bahan pangan. Kenaikan harga bahan bakar, khususnya energi (bahan bakar), akan berdampak terhadap harga pupuk dan pakan sehingga mendorong meroketnya kenaikan harga pangan. Pasalnya, alih fungsi lahan beririgasi teknis terus meningkat yang diperkirakan mencapai luas 40 ribu ha per tahun. Isu lain terkait pengelolaan SDA di Indonesia adalah banyak sumber air seperti sungai, danau, telaga, waduk dan rawa yang semakin menyempit, bahkan hilang sama sekali karena terdesak keperluan pembangunan pemukiman, infrastruktur jalan dan kawasan industri.

### **Teknologi Mekanisasi dan Ketahanan Pangan**

Teknologi mekanisasi pertanian yang semakin berkembang di Indonesia sudah pasti sangat diperlukan karena teknologi tersebut memberi dampak positif yang signifikan terhadap kinerja sektor pertanian. Karena perannya yang sangat besar tersebut, teknologi mekanisasi telah membantu banyak negara terutama negara-negara sedang berkembang termasuk Indonesia untuk memecahkan berbagai masalah pertanian dan sekaligus persoalan pangan. Sebagai contoh, permasalahan umum yang banyak dijumpai dalam usahatani sekarang adalah semakin langkanya ketersediaan dan meningkatnya upah tenaga kerja manusia, dan rendahnya tingkat produktivitas lahan atau produksi usahatani. Kedua permasalahan

tersebut dapat dengan mudah diatasi dengan mengaplikasi mesin pertanian untuk mengambil alih tenaga kerja manusia dan mengganti peralatan manual yang sudah tidak efektif dan efisien pada masa sekarang.

Aplikasi mesin pertanian telah merubah sistem pertanian tradisional menjadi pertanian moderen. Pertanian mderen adalah sistem pertanian yang menggunakan teknologi atau inovasi mesin pertanian yang lebih maju (canggih). Jadi, alat-alat yang digunakan secara manual (*human power technology*) dan penggunaan tenaga ternak (*animal power technology*) telah digantikan dengan tenaga mesin/mekanis (*mechanical power technology*). Perkembangan selanjutnya adalah mesin pertanian sederhana seperti traktor tangan (*hand tractor*) dan mesin perontok (*power thresher*) digantikan pula dengan mesin yang lebih moderen dengan tipe dan mekanisnya lebih kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa proses mekanisasi pertanian sangat dinamis dan berkembang ke arah yang lebih baik.

Berikut beberapa implikasi teknologi mekanisasi pertanian yang berkaitan dengan ketahanan pangan yang keberkelanjutan:

1. *Teknologi mekanisasi pertanian dapat meningkatkan produksi dan produktivitas*

Teknologi mekanisasi pertanian memainkan peran kunci dalam meningkatkan produksi dan produktivitas usahatani. Produksi dan produktivitas usahatani merupakan output yang ingin dicapai dari kegiatan usahatani dan menjadi tujuan utama dalam proses produksi. Produktivitas merupakan rasio dari output terhadap input sehingga tingkat produktivitas sangat

dipengaruhi oleh besarnya input dan output pertanian. Input penting dari pertanian terdiri dari tenaga kerja, lahan, teknologi, dan modal. Teknologi dapat diukur dari penggunaan bibit, pupuk, pestisida serta alat dan mesin pertanian (Alsintan) yang digunakan dan diperoleh dari penggunaan dan pengalokasian modal. Penggunaan teknologi mekanisasi pertanian ini harus mempertimbangkan sumber daya manusia (SDM) yang tersedia karena SDM merupakan pelaku penting dalam peningkatan produksi pertanian. Mereka yang berperan dalam mengadopsi teknologi pertanian untuk membantu operasi usahatani. Jika adopsi inovasi teknologi usahatani tidak berkembang mengakibatkan produktifitas menjadi stagnan (Nainggolan dkk. 2021).

Suharjo (2022) mengungkapkan bahwa perbedaan hasil penggunaan alat dan mesin pertanian (Alsintan) dengan yang tidak berbeda secara signifikan dengan rata-rata skor produktivitas padi sawah petani yang mengaplikasikan alsintan sebesar 44,0 dan skor produktivitas padi tiak mengaplikasikan alsintan sebesar 39,4. Kemudian kita lihat pula dalam kasus usahatani jagung misalnya, ada potensi sekitar 28% meningkatnya produksi jagung dengan mengadopsi teknologi mekanisasi (Ajao et al., 2005). Hasil penelitian Suyatno dkk (2018) menunjukkan bahwa penggunaan traktor untuk pengolahan tanah dapat meningkatkan produktivitas padi sebesar 667 kg/ha. Sementara itu, penggunaan transplanter secara khusus akan menghasilkan produksi gabah kering panen (GKP) lebih tinggi yaitu 6,80 ton/ha dibandingkan dengan 6,41 ton/ha yang tidak menggunakan mesin tanam tersebut (Sahara dkk., 2013).

Dari hasil beberapa penelitian empiris di atas maka dapat dikatakan bahwa penggunaan teknologi mekanisasi pertanian yang terlibat dalam proses produksi akan memberikan dampak yang positif bagi peningkatan produksi dan produktivitas usahatani. Produktivitas tanaman pangan khususnya padi merupakan hal yang penting untuk keberlanjutan ketahanan pangan, karena itu produktivitasnya harus dapat di pertahankan dan ditingkatkan dari tahun ke tahun.

## 2. *Teknologi mekanisasi pertanian dapat meningkatkan Indeks Pertanaman (IP).*

Usaha peningkatan produksi dalam mendukung ketahanan pangan dapat ditempuh dengan cara peningkatan Indeks Pertanaman (IP). Sedangkan peningkatan produksi pangan dengan ekstensifikasi hanya dapat praktekkan pada wilayah yang mempunyai potensi lahan yang cukup memadai untuk dapat dikembangkan sebagai lahan pertanian baru. Sebaliknya, untuk daerah yang tidak mungkin lagi dikembangkan, upaya mempertinggi tingkat produktivitas tanaman maupun luas tanam dapat dilakukan dengan peningkatan IP pada lahan pertanian dan cara ini merupakan pilihan yang dapat ditempuh guna menunjang peningkatan produksi pangan yang berkelanjutan.

Peranan teknologi mekanisasi dalam meningkatkan IP sangat besar. Menurut Anil (2019), penggunaan mesin pertanian yang benar dapat meningkatkan indeks pertanaman 5 – 20%. Dalam kasus tanaman padi, memang ada permasalahan yang dihadapi dalam rangka peningkatan IP terutama pada lahan sawah tadah hujan (*rain-fed paddy field*) dan lahan kering (*dry land*) seperti

keterbatasan air yang disebabkan oleh sumber pengairannya tergantung sepenuhnya dari curah hujan yang bersifat musiman. Oleh sebab itu, untuk menyokong usaha peningkatan Indeks Pertanian (IP) pada jenis lahan tersebut, maka perlu adanya pasokan air tambahan untuk kebutuhan air tanaman dengan menggunakan teknologi mekanisasi seperti pompa air. Kekurangan tenaga kerja juga merupakan faktor penghambat lainnya dalam upaya peningkatan IP dan pemecahannya juga dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi mekanisasi berupa mesin mesin pertanian yang sesuai dengan tahapan kerja yang ada.

### *3. Teknologi mekanisasi pertanian dapat mengurangi kehilangan hasil*

Peran teknologi mekanisasi dalam proses produksi pertanian sangat penting karena dapat mengurangi kehilangan hasil selama panen dan pascapanen. Kehilangan hasil pada tahap panen dan pascapanen sangat merugikan petani karena dapat mengurangi jumlah produksi total. Kehilangan hasil tersebut merupakan salah satu masalah penting dalam hampir semua produksi usahatani termasuk padi. Penggunaan teknologi mekanisasi moderen akan dapat membantu mengurangi kehilangan hasil selama tahap panen dan pascapanen tersebut.

Hasil penelitian Pondan et al. (2016) menunjukkan bahwa pemanenan secara tradisional dengan menggunakan alat manual berupa ani-ani atau sabit terdapat kehilangan hasil rata-rata sebesar 12,7%, sedangkan dengan menggunakan teknologi modern seperti Combine Harvester kehilangan hasil dapat ditekan menjadi rata-rata sebesar 4,61%. Selanjutnya, Sikome dkk. (2023) juga telah

melaporkan bahwa total kehilangan hasil dengan menggunakan combine harvester Kubota DC 70 plus sebesar  $(4.9 \pm 1.31)\%$ . Kehilangan hasil tersebut bersumber dari kehilangan hasil karena tercecer pada saat panen sebesar  $(4.7 \pm 1.26)\%$ , kehilangan karena tidak terpanen sebesar  $(0.018 \pm 0.006)\%$ , kehilangan karena tertinggal pada mesin sebesar  $(0.18 \pm 0.040)\%$ , dan kehilangan yang terjadi pada saat perontokan sebesar  $(0.010 \pm 0.0004)\%$ . Menurunkan tingkat kehilangan hasil yang signifikan tersebut akan berdampak pada ketersediaan produksi pangan akan meningkat sehingga keberlanjutan ketahanan pangan dapat dipertahankan.

#### *4. Teknologi mekanisasi pertanian dapat meningkatkan pendapatan*

Dari uraian sebelumnya, teknologi mekanisasi pertanian memberikan kontribusi yang signifikan terhadap meningkatnya produksi dan produktivitas, meningkatnya indeks pertanaman dan menurunnya kehilangan hasil, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan usahatani atau petani. Menurut Jena and Tanti (2023), peningkatan pendapatan petani berkaitan erat dengan mekanisasi pertanian dan adopsi mesin pertanian moderen dapat meningkatkan pendapatan bersih pertanian sebesar 31% dan pendapatan rumah tangga petani sebesar 19%.

Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Suyatno dkk., (2018) menunjukkan bahwa aplikasi traktor pada pengolahan tanah misalnya telah meningkatkan pendapatan petani sebesar Rp. 2.663.900/ha, walaupun ada kenaikan biaya sebagai akibat dari substitusi tenaga kerja manusia oleh traktor. Selanjutnya, teknologi mekanisasi dalam produksi padi akan lebih efisien penggunaan

sumberdaya dan lebih menguntungkan (Suleiman and Ibrahim, 2014). Hal ini terbukti bahwa penggunaan mesin pertanian dapat menghemat 20-30% waktu, 15 - 20% benih dan pupuk dan 20 - 30% tenaga kerja (Anil, 2019).

Dari hasil penelitian di atas memperlihatkan bahwa teknologi mekanisasi pertanian memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan usahatani atau petani. Dengan meningkatkan pendapatan usahatani, diharapkan keuntungan juga makin meningkat sehingga menjadi bisnis yang menarik. Usahatani yang menguntungkan diharapkan akan meningkatkan motivasi petani untuk berusaha secara terus menerus. Ini berarti produksi pangan akan dapat dipertahankan dan ketahanan pangan dapat dijaga secara berkelanjutan.

##### 5. Teknologi mekanisasi pertanian menarik minat generasi muda

Masa depan sektor pertanian sedang mendapat tantangan besar yaitu semakin berkurangnya minat generasi muda menggeluti bidang pertanian, khususnya pertanian tanaman pangan. Pada hal pembangunan pertanian sangat tergantung pada tenaga kerja produktif yang tentunya didominasi oleh generasi muda. Konsekuensinya, ketika tak ada lagi generasi muda yang mau menjadi petani atau berusaha, maka ke depannya ketersediaan produksi pangan pasti akan terancam. Akibatnya jumlah petani atau rumah tangga petani akan terus menurun dari tahun ke tahun. Data menunjukkan bahwa jumlah rumah tangga petani pada tahun 2003 sekitar 202 ribu dan kemudian pada tahun 2013 berkurang

menjadi 180 ribu rumah tangga petani atau turun sekitar 11,01% (Anonim, 2023).

Penurunan rumah tangga petani tersebut juga didorong oleh banyaknya kegiatan usaha/bisnis lain yang lebih menjanjikan keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan usaha bidang pertanian. Disamping itu, sifat pertanian yang kumuh, sukar dan dibarengi dengan pendapatan yang rendah dibanding dengan industri lainnya menjadi pemicu pula kurangnya minat generasi muda untuk bertani. Namun demikian, sekarang sudah mulai berbalik arah dimana sektor pertanian mulai menarik generasi muda untuk berperan dalam aktivitas pertanian. Hal ini didorong oleh modernisasi sektor pertanian melalui aplikasi teknologi mekanisasi terutama alat dan mesin pertanian yang semakin maju dan berkembang.

Penggunaan inovasi teknologi mekanisasi bisa mendorong pembangunan model bisnis baru yang dapat membantu meningkatkan hasil pertanian, efisiensi, pendapatan, dan profitabilitas. Sistem pertanian moderen akan menarik minat golongan muda untuk terjun ke dunia pertanian, karena mereka akan dapat mengelola usahatani secara tepat, cepat, akurat dan murah. Contohnya, melalui peningkatan akses internet, *artificial intelligence*, *machine learning*, *cloud computing*, dan *Internet of Things* (TOT). Teknologi Revolusi Industri 4.0 tersebut akan melahirkan konsep baru pertanian moderen yang melahirkan agripreneur muda yang sukses dan professional.

Modernisasi pertanian melalui aplikasi teknologi mekanisasi merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi kekurangan pangan dengan menggantikan pola usahatani

manual dengan alat dan teknologi (mesin) pertanian moderen. Ketika inovasi teknologi mekannisasi pertanian terus berkembang lebih maju dan semakin banyaknya generasi mudah yang terjun di sektor pertanian khususnya pangan maka produksi pangan akan terus meningkat dan ketahanan pangan masyarakat terus berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajao, A. O., Ajetomobi, J. O., & Olarinde, L. O. (2005). Comparative efficiency of mechanized and non-mechanized farms in Oyo State of Nigeria: a stochastic frontier approach. *Journal of Hum. Ecol.*, 18 (1): 27-30.
- Anil, K., Yarazari, S. P., Devegowda, S. R., & Pavan, M. K. (2019). Custom hiring services of farm machinery in India. *Agrobios Newsletter*, 18(4): 123 – 124.
- Chi, T, T, N. (2008). Factors affecting technology adoption among rice farmers in the Mekong Delta through the lens of the local authorial managers: an analysis of qualitative data. *Omonrice*, 16: 107-112.
- Dewanti, D. (2018). Peranan world food programme (WFP) melalui program food for assets (FFA) dalam upaya mengurangi potensi rawan pangan di Indonesia (Studi kasus: Nusa Tenggara Barat. *Global Political Studies Journal*, 2(2): 101 – 132.
- Goyal, S. K., Prabha, Singh, S. R., Rai, J. P., & Singh, S. N. (2014). Agricultural mechanization for sustainable agricultural and rural development in Eastern Up - a review. *Agriculture for Sustainable Development*, 2(1): 75 – 81.
- Gunawan, B. (2014). *Mekanisasi Pertanian*. Surabaya: Jaudar Press.

- Jena, P. R., & Tanti, P. C. (2023). Effect of farm machinery adoption on household income and food security: evidence from a nationwide household survey in India. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 1 – 24.
- Nainggolan, S., Fitri, Y., & Malik, A. (2021). Model Fungsi Produktivitas dan Risiko Produksi Usaha Tani Padi Sawah Di Kabupaten Kerinci. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 5(2): 243 – 253.
- Paman, U., Bahri, S., & Pramono, A. (2023). Rice food security on small farmer households under current mechanization level in Kampar Region, Indonesia. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 13(5): 1805 – 1812.
- Pondan, V. T., Lengkey, L. C. C. E., & Ludong, D. P. M. (2016). Kajian kehilangan hasil pada pemanenan padi sawah menggunakan mesin mini combine harvester MAXXI-M (Studi kasus di Desa Toraut Kecamatan Tompasso Baru Kabupaten Minahasa Selatan). *Cocos*, 7(6): 1-6.
- Prastyanto, D., Mutiara, F., & Kholil, A. Y. (2022). Penerapan teknologi usahatani cabai merah di Desa Bocek Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. *Jurnal OPTIMA*, 6(1): 23 – 29.
- Priyanto, A. (1997). Penerapan mekanisasi pertanian. *Buletin Keteknikaan Pertanian*. 11(1): 54 – 58.
- Sahara, D., Kushartanti, E., & Suhendrata, T. (2013). Kinerja usahatani padi dengan mesin transplanter dalam rangka efisiensi tenaga kerja. *SEPA*, 10(1): 55 – 62.
- Sikome, A. S., Ludong, D. P., & Lengkey, L. C. Ch. E. (2023). Analisis kehilangan hasil panen padi menggunakan combine harvester kubota DC 70 plus di Desa Tuyat Kecamatan Lolak Kabupaten Bolaang. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(1): 72 – 79.

- Sims, B. G., & Kienzle, J. (2006). *Farm power and mechanization for small farms in sub-Saharan Africa*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 20 P.
- Suharjo. (2022). Penerapan mekanisasi dalam meningkatkan produktivitas petani di Kelurahan Unaasi Kecamatan Anggaberu Kabupaten Konawe. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2): 17377-16382.
- Suleiman, H.R., & Ibrahim, H. (2014). Relative economic efficiency of mechanized and non-mechanized rice farmers in Nasarawa State, Nigeria. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 5(2): 01-08.
- Suyatno, A., Imelda & Komariyati. (2018). Pengaruh penggunaan traktor terhadap pendapatan dan penggunaan tenaga kerja pada usahatani padi di Kabupaten Sambas. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 4(2): 92 – 100.
- Undang-undang Republik Indonesia. Nomor 18 tahun 2012. Tentang pangan. Jakarta.
- Wijaya, A., & Nurcahyo, R. (2022, March 7-10). *Agricultural Mechanization in Indonesia and Comparison to Southeast Asia Countries*. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey.
- Anonim. (2023). *Sistem mekanisasi atasi kekurangan buruh tani*. Retrieved from: <https://www.kaltimprov.go.id/berita/-sistem-mekanisasi-atasi-kekurangan-buruh-tani>. Diakses tanggal 30 Desember 2023.