PERTANIAN PRESS

Transformasi Pertanian
Dari "Mekani-Sapi" Ke Mekanisasi

Andi Amran Sulaiman, dkk.

Transformasi Pertanian:
dari “Mekani-Sapi” ke Mekanisasi

Andi Amran Sulaiman, dkk.

PERTANIAN PRESS

2025

Transformasi Pertanian: dari "Mekani-Sapi" ke Mekanisasi

©Andi Amran Sulaiman, dkk

Penulis	: Andi Amran Sulaiman | Fausiah T.Ladja | Elita Rahmarestia Widjaya | Sri Hantoro | Deasy Fitriati | Uning Budiharti | Budi Raharjo | Yani Rahmawati | Tri Saksono
Penelaah substansi	: Dr. Ir. Sam Herodian, MS, IPU, APEC Eng | Arief Rahman, STP, MA, ME
Editor	: Eni Kustanti | Ricka Resita Isniar | Nashihin Nizhamuddin
Desain kover dan tata letak	: Rifki Oktiar Rachman | Hidayat Raharja
Editor pruf	: Boy Dewa Priambada

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Judul dan Penanggung Jawab	: Transformasi pertanian: dari mekani-sapi ke mekanisasi / Andi Amran Sulaiman, Fausiah T.Ladja, Elita Rahmarestia Widjaya, Sri Hantoro, Deasy Fitriati [dan 4 lainnya] ; editor, Eni Kustanti, Ricka Resita Isniar, Nashihin Nizhamuddin
Publikasi	: Bogor: Pertanian Press, 2025
Deskripsi Fisik	: xiv, 143 halaman: ilustrasi ; 21 cm
Identifikasi	: ISBN 978-979-582-380-3 ISBN 978-979-582-381-0 (PDF)
Subjek	: Mekanisasi pertanian
Klasifikas	: 631.1 [23]
PERPUSNAS ID	: https://isbn.perpusnas.go.id/bo-penerbit/penerbit/isbn/data/view-kdt/1239868
Sumber gambar kover	: Pexels.com/RUDI GUZTI Pixabay/limortipul

Penerbit:
Pertanian Press, Anggota Ikapi
Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian
Jl. Harsono RM No.3, Ragunan, Jakarta Selatan

Alamat Redaksi:
Balai Besar Perpustakaan dan Literasi Pertanian
Jl. Ir. H. Juanda No.20 Bogor 16122
Website: https//epublikasi.pertanian.go.id/pertanianpress

Diterbitkan pertama pada 2025 oleh Penerbit Pertanian Press
Tersedia untuk diunduh secara gratis: epublikasi.pertanian.go.id/pertanianpress

Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike 4.0 International license (CC BY-NC-SA 4.0).
Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC-BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, buku berjudul *Transformasi Pertanian: dari "Mekani-Sapi" ke Mekanisasi* ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini merupakan hasil kolaborasi dari berbagai pemikiran, pengalaman, dan penelitian yang bertujuan untuk mendokumentasikan perjalanan panjang transformasi pertanian Indonesia dari sistem tradisional menuju modernisasi berbasis teknologi.

Pertanian adalah fondasi ketahanan pangan dan kedaulatan bangsa. Namun, hingga hari ini, sebagian besar praktik budi daya di berbagai wilayah Indonesia masih mengandalkan cara-cara tradisional, salah satunya yang dikenal dengan istilah "mekani-sapi", gabungan dari sedikit mesin dan bantuan tenaga hewan atau manusia. Meskipun sistem ini diwariskan secara turun-temurun dan telah berjasa menjaga keber-langsungan pangan, kita tak bisa menutup mata terhadap tantangan zaman yang semakin kompleks yaitu alih fungsi lahan, krisis iklim, keterbatasan tenaga kerja, dan tuntutan produksi yang terus meningkat.

Buku ini hadir sebagai pengingat dan ajakan, sudah saatnya kita bertransformasi. Bukan lagi sekadar bertani seperti biasa, tetapi harus bertani dengan cerdas, yaitu mengandalkan mesin, teknologi, dan inovasi. Mekanisasi pertanian bukan berarti menghapus nilai-nilai lokal atau

peran petani, tetapi justru memperkuat keduanya dengan dukungan alat yang meringankan pekerjaan dan meningkatkan hasil.

Kenapa ini penting? Karena kita sedang berpacu dengan waktu. Kebutuhan pangan terus meningkat, sementara jumlah petani menurun dan lahan semakin sempit. Mekanisasi merupakan jawaban agar pertanian kita tidak tertinggal. Di dalamnya, pembaca akan menemukan uraian mengenai kebijakan strategis, program-program sinergi, dan unggulan inovasi pemerintah.

Harapan dari buku ini, pembaca bisa melihat bahwa transformasi yang terjadi bukan mimpi, tetapi sebuah proses nyata yang sedang berjalan dan kita semua bisa menjadi bagian darinya.

Akhir kata, kami terbuka terhadap masukan dan saran untuk penyempurnaan buku ini pada masa mendatang. Semoga karya ini bermanfaat bagi semua pihak yang peduli terhadap masa depan pertanian Indonesia.

Andi Amran Sulaiman

DAFTAR ISI

PRAKATA v

DAFTAR ISI..... vii

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR TABEL xv

BAB 1 PERTANIAN TRADISIONAL DI INDONESIA..... 1

A. Praktik Pertanian Tradisional Indonesia 1

B. Transisi Pertanian Modern Indonesia 3

BAB 2 URGENSI TRANSFORMASI PERTANIAN DI ERA MODERN 9

A. Krisis Pangan Global 9

B. Keseimbangan Produksi dan Pertumbuhan Penduduk 13

1. Produksi Padi 13

2. Produksi Jagung 15

C. Pemanfaatan Surplus Demografi Generasi Milenial..... 17

D. Pertanian Modern: Optimalisasi, Efisiensi, dan Produktivitas 20

1. Penggunaan Teknologi Pertanian 23

2. Pengembangan Varietas Unggul..... 30

3. Penggunaan Data dan Analisis 33
4. Pertanian Presisi (*Precision Farming*) 35
5. *Internet of Things* (IoT) 41
6. *Low Cost Precision Farming* 44
7. Pertanian Berkelanjutan 56

BAB 3 PERTANIAN MODERN: dari "Mekani-sapi" ke Mekanisasi 61

A. Perubahan Paradigma: dari Subsisten ke Komersial 61
B. Elemen Pertanian Modern 67
C. Penggunaan Platform Digital di Kementan..... 75

BAB 4 EKOSISTEM PERTANIAN MODERN..... 81

A. Ekosistem Riset dan Kolaborasi Lintas Sektoral 81
B. Pendidikan dan Pelatihan untuk Petani Muda ... 85
C. Infrastruktur Pertanian Modern 91
D. Skema Pembiayaan Pertanian Modern..... 100

BAB 5 INTERVENSI PEMERINTAH MENDORONG PERTANIAN MODERN 107

A. Bantuan Alsintan Prapanen 107
1. Periode Bantuan Alsintan Prapanen Tahun 2011–2014 108

2. Periode Bantuan Alsintan Prapanen Tahun 2015–2019 110
3. Periode Bantuan Alsintan Prapanen Tahun 2020–2024 111
B. Bantuan Alsintan Pascapanen 113
C. Kinerja Intervensi Alsintan Terhadap Peningkatan Produksi 115
BAB 6 MENATA MASA DEPAN PERTANIAN INDONESIA 119
A. Membangun Sistem Pertanian yang Tangguh .. 119
B. Refleksi dan Harapan 123
DAFTAR PUSTAKA 127
LAMPIRAN 133
BIOGRAFI PENULIS 139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peralatan pertanian tradisional Indonesia 2

Gambar 2. Level mekanisasi Indonesia tahun 1983–2025 ... 6

Gambar 3. Luas panen padi tahun 2023–2025* (dalam juta hektare) 14

Gambar 4. Produksi beras tahun 2023–2025* (dalam juta ton) 15

Gambar 5. Luas panen jagung pipilan tahun 2023–2025* (dalam juta hektare) 16

Gambar 6. Luas panen jagung pipilan tahun 2023–2025* (dalam juta ton) 16

Gambar 7. *Autonomous Tractor*, Menteri Pertanian RI Amran Sulaiman meluncurkan inovasi teknologi mekanisasi pertanian modern di BBP Mektan, Tangerang (28/9/2018) 21

Gambar 8. Penerapan inovasi teknologi *smart field irrigation* untuk tanaman padi di TSEP BBPSI Mekanisasi Pertanian, Serpong..... 24

Gambar 9. Penerapan inovasi teknologi modern pada pertanaman padi 28

Gambar 10. Pengembangan varietas unggul padi 31

Gambar 11. Proses penggunaan data dan sistem analisis data pada pertanian presisi 35

Gambar 12. Sistem automatisasi pertanian presisi kerja sama BSIP Mektan dengan FarmAgain, India 38

Gambar 13. Proses input data, analisis data dan penerapan pertanian presisi 41

Gambar 14. Inovasi teknologi drone untuk pertanian mendukung pembangunan pertanian modern Indonesia 44

Gambar 15. Menteri Pertanian meninjau penerapan sistem Pertanian Presisi dalam rangkaian acara peringatan Hari Kemerdekaan RI ke 79 tahun 2024 48

Gambar 16. Hidrophonik pada *smart greenhouse* BRMP Mekanisasi Pertanian..... 49

Gambar 17. Penerapan *Internet of Thing* (IoT) pada pengembangan *smart green house* dan penggunaan sensor di lahan pertanian 51

Gambar 18. Alat tanam (*seeder*) membantu petani dalam pertanaman 54

Gambar 19. Alat mesin pertanian pengumpul dan pencetak jerami “baller” 59

Gambar 20. Sistem informasi Siap Tanam 77

Gambar 21. Sistem informasi aplikasi siap tanam dengan contoh pilihan informasi Kecamatan Subang, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat 78

Gambar 22. SISCrop 2 beserta tampilan menu informasi 79

Gambar 23. Penandatangan nota kesepahaman Kementan dan Kemendiktisaintek 83

Gambar 24. Tindak lanjut Nota Kesepahaman Kementan dan Kemendiktisaintek 84

Gambar 25. Transformasi pertanian konvensional menuju pertanian modern..... 94

Gambar 26. Penandatanganan Perjanjian Kerja Sama Pembiayaan (PKP) dengan perbankan 104

Gambar 27. Kredit Usaha Alsintan tahun 2024 105

Gambar 28. Kredit Usaha Alsintan tahun 2025 105

Gambar 29. Pengembangan level mekanisasi pada kondisi optimal 120

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Matrik klasifikasi Kelembagaan UPJA berdasarkan Permentan 25/2008 65

Tabel 2. Provinsi dengan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian (UPJA) terbanyak tahun 2024 ... 66

Tabel 3. Pelatihan petani muda–Brigade Pangan 89

Tabel 4. Bantuan pemerintah terkait infrastruktur pertanian modern 96

Tabel 5. Perkembangan bantuan Alsin prapanen tahun 2011–2014 109

Tabel 6. Perkembangan bantuan Alsin prapanen tahun 2015–2019 110

Tabel 7. Perkembangan bantuan Alsin prapanen tahun 2020–2024 112

Tabel 8. Perkembangan bantuan Alsin pascapanen tahun 2020–2024 114

BAB 1.
PERTANIAN TRADISIONAL DI INDONESIA

A. Praktik Pertanian Tradisional Indonesia

Indonesia merupakan negara agraris yang menjadikan sektor pertanian sebagai poros utama penggerak ekonomi negara dan punya peran penting terhadap ketahanan nasional. Praktik pertanian secara umum berkembang dari kegiatan berburu dan meramu. Awalnya, manusia mengumpulkan tanaman liar dan berburu hewan untuk makanan. Seiring waktu, manusia mulai menanam tanaman secara sadar dan memelihara hewan ternak, yang menandai transisi menuju apa yang kita sebut saat ini sebagai 'pertanian' (Naithani, 2021).

Praktik pertanian tradisional sering dikaitkan pada sistem bercocok tanam menggunakan metode, teknik, dan alat yang telah diwariskan secara turun-temurun dari generasi ke generasi. Pertanian tradisional biasanya dilakukan dengan tenaga manusia dan hewan, mengandalkan alam, lahan berpindah-pindah, serta berpatokan pada musim.

Pertanian tradisional lebih banyak menggunakan teknik-teknik bertani dengan kearifan lokal, bergantung kepada ketersediaan sumber daya alam. Pertanian tradisional Indonesia banyak dikaitkan pada penggunaan

alat-alat sederhana seperti cangkul, sabit, arit, ani-ani, dan lain-lain, juga menggunakan tenaga hewan untuk kebutuhan tenaga yang lebih besar, seperti membajak sawah, menggiling padi, dan mengangkut hasil pertanian.

Gambar 1. Peralatan pertanian tradisional Indonesia
Sumber: Putra, 2024; wikipedia.org; orgomedia.com

Indonesia yang dikenal sebagai negara agraris, pada dasarnya menerapkan pertanian tradisional yang bukan saja bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dasar pangannya, melainkan juga terdapat unsur sosial budaya kemasyarakatan. Kegiatan gotong-royong, beramai-ramai dalam menanam padi, serta memanen padi merupakan warisan budaya yang melekat di perdesaan dalam

menjalankan pertanian Indonesia. Penggunaan mekanisasi pada sektor tanaman pangan di Indonesia sampai awal tahun 80-an masih tergolong rendah dengan hambatan faktor sosial budaya sistem pertanian tradisional tersebut.

Traktor pertanian diciptakan pada tahun 1902 oleh insinyur Skotlandia, David Brown, yang menggunakan mesin diesel. Traktor kemudian menjadi populer di tahun 1910-an ketika Henry Ford memperkenalkan traktor Fordson pada tahun 1917. Penggunaan traktor pertanian di Indonesia dimulai sekitar tahun 1970-an dengan penggunaan yang lebih banyak di perkebunan.

Pada tahun 1980-an, pemerintah Indonesia menargetkan program swasembada pangan dengan menggunakan teknologi benih unggul, penggunaan pupuk kimia dan metode perawatan tanaman menggunakan bahan kimia, serta penggunaan tenaga pertanian secara padat karya (*labour intensive*) untuk mengejar produksi dan produktivitas. Indonesia mendapatkan swasembada pangan, terutama beras di tahun 1984.

B. Transisi Pertanian Modern Indonesia

Indonesia dengan jumlah penduduk yang cukup besar dan terus meningkat, harus bisa mencukupi kebutuhan pangannya sendiri terutama beras. Swasembada pangan perlu berkelanjutan. Penggunaan teknologi mekanisasi mulai diperkenalkan, seperti penggunaan traktor roda 2, *power thresher*, dan penggilingan padi menggunakan

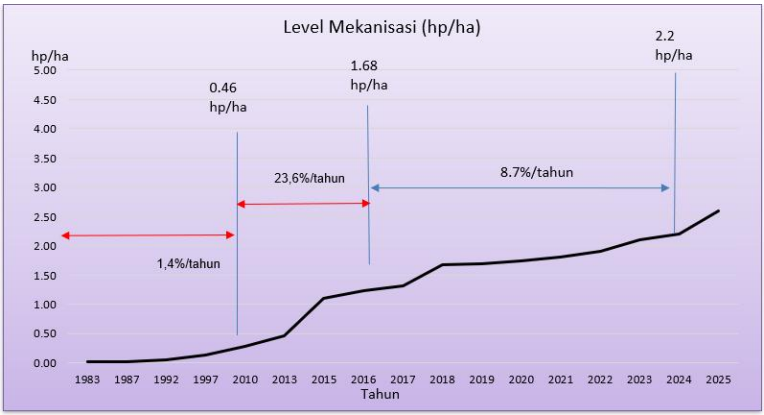
mesin penggerak motor diesel ataupun listrik yang digunakan pada sektor tanaman pangan. Penggunaan tenaga semi mekanis, seperti *pedal thresher* dan alat-alat semi mekanis lainnya juga masih digunakan untuk mengurangi hambatan sosial dengan ketersediaan tenaga kerja pertanian.

Secara ekonomi, penggunaan alat pertanian bertenaga mesin penggerak motor bakar ataupun motor listrik dapat meningkatkan efisiensi waktu, dan secara tidak langsung dapat meningkatkan produksi pertanian. Sedangkan pada praktik pertanian tradisional memiliki keterbatasan yaitu rendahnya produktivitas dan efisiensi. Secara perlahan kegiatan usaha tani mulai berorientasi pada ekonomi, mengejar peningkatan produksi, dan efisiensi untuk mendapatkan nilai tambah. Penggunaan teknologi untuk meningkatkan kapasitas produksi telah diadopsi. Penggunaan benih hibrida, pupuk, dan zat tumbuh lainnya dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi.

Seiring dengan industrialisasi di pertengahan tahun 1980-an, sumber daya pertanian mulai beralih ke sektor industri. Penggunaan mekanisasi pertanian mulai meningkat. Namun, peningkatan jumlah penduduk yang cukup cepat, dari 178.5 juta jiwa pada tahun 1990 menjadi 259 juta jiwa pada tahun 2010, memaksa peningkatan produksi pertanian harus lebih besar lagi untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional. Di sisi lain, peningkatan urbanisasi dengan jumlah penduduk

perkotaan melonjak secara signifikan, dari 55.4 juta jiwa (30.9% dari total penduduk) pada tahun 1990 menjadi 118.3 juta jiwa (49.8% dari total penduduk) pada tahun 2010, menyebabkan tenaga kerja pertanian semakin menurun ketersediaannya. Ancaman perubahan iklim juga merupakan faktor yang menyebabkan cara-cara bertani secara tradisional harus mulai ditransformasikan secara cepat dengan penggunaan teknologi modern. Hal tersebut untuk mengejar produksi nasional agar dapat mencukupi kebutuhan jumlah penduduk yang terus meningkat.

Pada tahun 2014–2018, pemerintah saat itu telah mengambil langkah revolusioner dengan introduksi teknologi mekanisasi pertanian untuk mengejar produksi dan mengantisipasi kelangkaan tenaga kerja di bidang pertanian serta masalah perubahan iklim.



Gambar 2. Level mekanisasi Indonesia tahun 1983–2025
Sumber: Ladja, et al., 2024

Gambar tersebut memperlihatkan lonjakan indeks mekanisasi akibat adanya intervensi pemerintah melalui Kementerian Pertanian. Program bantuan/fasilitasi adalah bentuk intervensi langsung pemerintah yang cukup dominan dalam bidang alsintan (alat dan mesin pertanian). Sebagai gambaran, pada 2015–2016, Kementerian Pertanian telah menyalurkan bantuan alat mesin pertanian (alsintan) sebanyak 180.000 unit, meningkat 2.000% dibanding tahun sebelumnya (Sulaiman, et.al., 2018). Salah satu jenis bantuan alsintan adalah traktor roda dua untuk pengolahan.

Saat ini pemberian bantuan ini terus berlanjut, sebagai upaya untuk terus mentransformasi pertanian Indonesia dalam upaya mewujudkan ASTA CITA ‘*memantapkan sistem pertahanan keamanan negara dan mendorong kemandirian bangsa melalui swasembada*

pangan, energi, air, ekonomi kreatif, ekonomi hijau dan ekonomi biru'. Bantuan alsintan diharapkan lebih beragam jenis dan jumlahnya, sesuai perkembangan teknologi saat ini dan tentu perlu berorientasi pada pertanian berkelanjutan sebagai ciri khas masyarakat modern.

BAB 2
URGENSI TRANSFORMASI PERTANIAN DI ERA MODERN

A. Krisis Pangan Global

Krisis pangan global menjadi isu yang menuntut perhatian serius dari berbagai pemangku kebijakan, akademisi, dan masyarakat internasional. Populasi dunia yang tumbuh pesat, yaitu diperkirakan mencapai 9,7 miliar jiwa pada tahun 2050, akan meningkatkan permintaan terhadap bahan pangan secara drastis (FAO, 2017). Di sisi lain, ketersediaan lahan pertanian produktif semakin menyempit akibat urbanisasi, kompetisi dengan sektor industri, pemukiman, bahkan perkebunan, degradasi lingkungan, dan perubahan iklim. Ketimpangan tersebut menciptakan tekanan besar pada sistem pangan global, terutama di negara-negara berkembang yang infrastruktur dan ketahanan pangannya masih rapuh.

Perubahan iklim turut memperburuk situasi. Fenomena cuaca ekstrem seperti kekeringan, banjir, dan badai menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan di berbagai belahan dunia. Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), peningkatan suhu global sebesar 1,5°C saja dapat menurunkan hasil produksi gandum dan jagung hingga 10–15% di wilayah sub tropis. Hal ini mengindikasikan

bahwa sistem pertanian konvensional tidak lagi memadai untuk menjawab tantangan krisis pangan masa kini dan masa depan. Dibutuhkan pendekatan yang adaptif dan inovatif berbasis teknologi modern.

Ketergantungan terhadap impor pangan juga menjadi indikator nyata dari kerentanan sistem pangan nasional di banyak negara. Negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, masih mengimpor komoditas pokok seperti gandum, kedelai, dan beras dalam jumlah besar. Ketika terjadi gangguan rantai pasok global akibat pandemi COVID-19 atau konflik geopolitik, seperti perang Rusia-Ukraina, harga pangan melonjak tajam dan pasokan menjadi tidak menentu (World Bank, 2023). Keadaan tersebut menunjukkan bahwa ketahanan pangan tidak hanya bergantung pada aspek produksi, tetapi juga pada kemandirian dan diversifikasi sumber pangan lokal.

Peningkatan produktivitas pertanian tidak saja melalui teknologi agronomi, tetapi juga mekanisasi, transformasi digital, dan teknologi cerdas yang menjadi solusi utama untuk segera diimplementasikan. Teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan sistem pertanian presisi telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi risiko kegagalan panen (Klerkx et al., 2019). Selain itu, integrasi antara pertanian dan sektor lain, seperti energi dan industri pangan perlu dikembangkan untuk menciptakan ekosistem pangan yang berkelanjutan dan tangguh.

Dengan demikian, krisis pangan global bukan sekadar tantangan, melainkan isu mendesak untuk mereformasi sistem pertanian menuju arah yang lebih modern, inklusif, dan berkelanjutan. Transformasi ini harus didukung oleh kebijakan publik yang progresif, pendidikan petani, akses pembiayaan, serta kolaborasi antara sektor publik dan swasta. Tanpa perubahan paradigma ini, dunia akan semakin sulit memastikan akses pangan yang cukup, aman, dan bergizi bagi seluruh umat manusia di masa depan.

Dampak krisis pangan global secara langsung maupun tidak langsung telah dirasakan di Indonesia. Sebagai negara dengan populasi terbesar keempat di dunia, Indonesia memiliki tanggung jawab besar dalam menjamin ketersediaan dan keterjangkauan pangan bagi lebih dari 270 juta penduduknya. Ketergantungan terhadap impor pangan pokok, seperti gandum, kedelai, dan bawang putih membuat Indonesia sangat rentan terhadap fluktuasi harga dan gangguan pasokan global (Badan Ketahanan Pangan, 2022).

Krisis pangan global menjadi peringatan keras bahwa Indonesia harus memperkuat kemandirian dan ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, pembangunan sistem pertanian yang modern, berbasis teknologi, dan ramah lingkungan menjadi kebutuhan mutlak. Transformasi pertanian yang adaptif terhadap iklim dan efisien secara sumber daya harus menjadi fokus utama untuk memastikan bahwa krisis global tidak serta-

merta menjelma menjadi krisis domestik yang berkepanjangan.

Padi dalam konteks ketahanan pangan nasional merupakan komoditas strategis yang memiliki dimensi ekonomi, sosial, dan politik yang sangat kuat di Indonesia. Sekitar 95% penduduk Indonesia menjadikan beras sebagai makanan pokok utama, menjadikan ketergantungan terhadap komoditas ini sangat tinggi (Badan Pusat Statistik, 2023). Namun, produksi padi di dalam negeri semakin menghadapi tantangan, mulai dari konversi lahan pertanian ke nonpertanian, penurunan kesuburan tanah hingga ketergantungan terhadap pupuk kimia yang semakin mahal dan langka. Dalam situasi krisis pangan global, tekanan terhadap ketersediaan beras semakin besar, terlebih ketika negara produsen seperti India atau Vietnam membatasi ekspor beras untuk menjaga cadangan domestik mereka.

Kondisi tersebut menempatkan Indonesia pada posisi yang krusial. Ketidakstabilan pasokan dan harga beras di pasar internasional bisa memicu gejolak sosial dalam negeri jika tidak disikapi dengan penguatan produksi domestik. Oleh karena itu, transformasi pertanian modern di sektor padi menjadi prioritas nasional. Inovasi seperti penggunaan benih padi unggul tahan kekeringan dan banjir, mekanisasi pertanian, sistem tanam jajar legowo hingga integrasi dengan teknologi digital seperti pemantauan cuaca dan irigasi

otomatis menjadi kunci untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi.

B. Keseimbangan Produksi dan Pertumbuhan Penduduk

Indonesia tengah menikmati bonus demografi dengan mayoritas penduduk berada dalam usia produktif. Menurut proyeksi BPS, jumlah penduduk Indonesia diperkirakan mencapai 321 juta jiwa pada tahun 2045, dari sekitar 278,7 juta jiwa pada tahun 2023. Populasi masyarakat Indonesia tahun 2024 berjumlah 281,6 juta jiwa dan laju pertumbuhan penduduk 1,11% (BPS, 2024). Pertumbuhan ini mencerminkan potensi besar, bukan hanya dalam hal konsumsi, tetapi juga dalam pengembangan sektor pertanian sebagai penyedia pangan nasional.

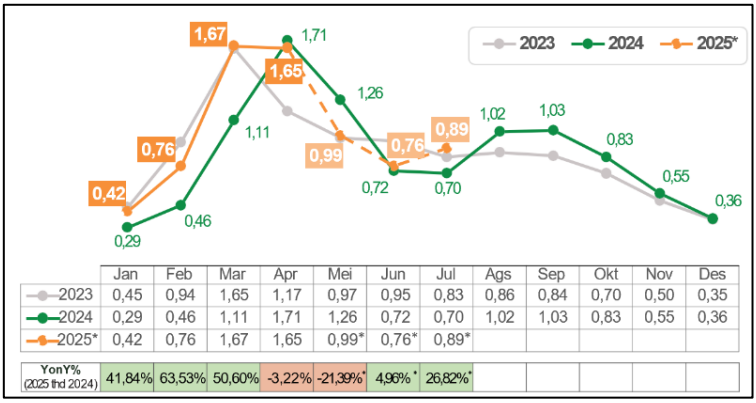
Di tengah peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan pangan tentu ikut meningkat. Namun, hal ini bukan menjadi beban, melainkan pemicu semangat untuk terus meningkatkan kapasitas produksi pangan nasional. Peningkatan produksi padi secara strategis terus dioptimalkan melalui berbagai program pemerintah.

1. Produksi Padi

Potensi luas panen padi bulan Januari–Juli 2025 diperkirakan mencapai 7,14 juta hektare, atau meningkat sebesar 14,01% dibandingkan bulan Januari–Juli 2024 (Gambar 3). Demikian pula dengan produksi beras bulan

Januari–Juli 2025 yang diperkirakan mencapai 21,76 juta ton beras, atau meningkat sebesar 14,93% dibandingkan bulan Januari–Juli 2024 (Gambar 4). Peningkatan produksi padi selaras dengan bantuan pemerintah yang terus meningkat.

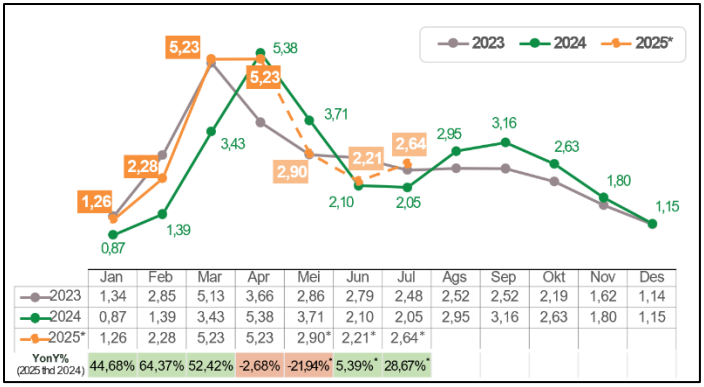
Bantuan pemerintah, baik berupa fisik maupun nonfisik terus diberikan kepada kelompok tani (poktan) yang mendukung percepatan peningkatan tanam dan panen. Fasilitasi alat dan mesin pertanian merupakan salah satu bantuan fisik yang diberikan kepada poktan. Optimalisasi bantuan alsintan didukung dengan program bimbingan teknis dan pembinaan yang masuk dalam program nonfisik dari pemerintah, baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.



	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2023	0,45	0,94	1,65	1,17	0,97	0,95	0,83	0,86	0,84	0,70	0,50	0,35
2024	0,29	0,46	1,11	1,71	1,26	0,72	0,70	1,02	1,03	0,83	0,55	0,36
2025*	0,42	0,76	1,67	1,65	0,99*	0,76*	0,89*					
YonY% (2025 thd 2024)	41,84%	63,53%	50,60%	-3,22%	-21,39%*	4,96%*	26,82%*					

Gambar 3. Luas panen padi tahun 2023–2025* (dalam juta hektare)

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025



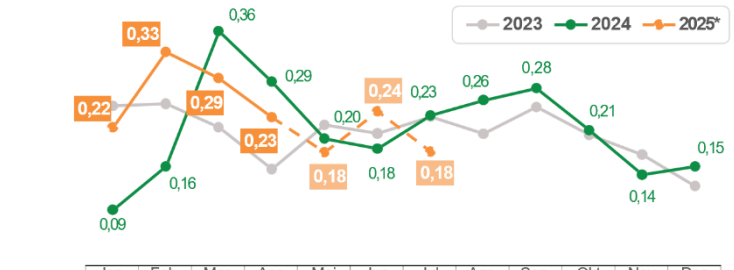
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2023	1,34	2,85	5,13	3,66	2,86	2,79	2,48	2,52	2,52	2,19	1,62	1,14
2024	0,87	1,39	3,43	5,38	3,71	2,10	2,05	2,95	3,16	2,63	1,80	1,15
2025*	1,26	2,28	5,23	5,23	2,90*	2,21*	2,64*					
YonY% (2025 thd 2024)	44,68%	64,37%	52,42%	-2,68%	-21,94%*	5,39%*	28,67%*					

Gambar 4. Produksi beras tahun 2023–2025* (dalam juta ton)
Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025

2. Produksi Jagung

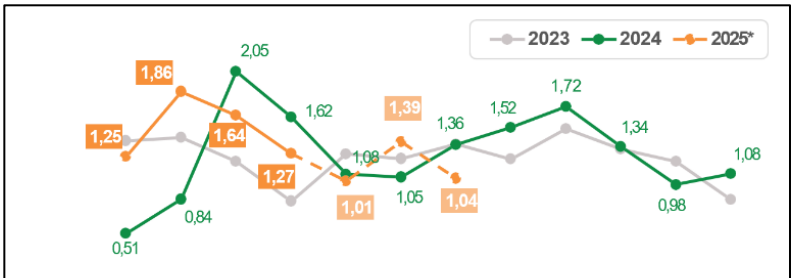
Luas panen jagung bulan Januari–Juli 2025 diperkirakan mencapai 1,66 juta hektare, atau meningkat sebesar 10,39% dibandingkan bulan Januari–Juli 2024 (Gambar 5). Produksi jagung pipilan kering (JPK) KA 14% bulan Januari–Juli 2025 diperkirakan mencapai 9,45 juta ton, atau meningkat sebesar 11,08% dibandingkan bulan Januari–Juli 2024. Sebagaimana komoditas padi, pemerintah secara berkelanjutan menerapkan program peningkatan produksi jagung. Dukungan alat dan mesin pertanian jagung yang diberikan pemerintah kepada poktan sejak beberapa tahun terakhir terdiri dari mesin perontok jagung (*corn sheller*), mesin panen jagung (*corn combine*

harvester), dan alsintan pengering jagung (*ultraviolet dryer*, *horizontal dryer*, dan *vertical dryer*).



	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2023	0,25	0,25	0,22	0,15	0,22	0,21	0,23	0,21	0,25	0,20	0,17	0,12
2024	0,09	0,16	0,36	0,29	0,20	0,18	0,23	0,26	0,28	0,21	0,14	0,15
2025*	0,22	0,33	0,29	0,23	0,18*	0,24*	0,18*					
YonY% (2025 thd 2024)	146,15%	114,17%	-20,08%	-19,28%	-10,72%*	31,48%*	-23,98%*					

Gambar 5. Luas panen jagung pipilan tahun 2023–2025* (dalam juta hektare)
Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025



	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2023	1,39	1,43	1,20	0,82	1,27	1,22	1,36	1,22	1,51	1,32	1,20	0,84
2024	0,51	0,84	2,05	1,62	1,08	1,05	1,36	1,52	1,72	1,34	0,98	1,08
2025*	1,25	1,86	1,64	1,27	1,01*	1,39*	1,04*					
YonY% (2025 thd 2024)	142,75%	122,06%	-20,27%	-21,43%	-6,30%*	32,27%*	-23,60%*					

Gambar 6. Luas panen jagung pipilan tahun 2023–2025* (dalam juta ton)
Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025.

C. Pemanfaatan Surplus Demografi Generasi Milenial

Indonesia tengah berada dalam fase yang sangat menentukan masa depan yaitu era bonus demografi. Ini adalah periode ketika jumlah penduduk usia produktif (15–64 tahun) mencapai proporsi tertinggi dalam struktur penduduk. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2022) menunjukkan bahwa pada dekade 2030-an, sebanyak 68,3% penduduk Indonesia akan berada dalam kelompok usia produktif. Kondisi tersebut belum tentu terulang kembali di masa depan.

Mayoritas dari kelompok ini adalah generasi milenial dan generasi Z, kelompok muda yang tumbuh dalam dunia serba digital, terbiasa dengan teknologi, cepat beradaptasi, dan cenderung kritis terhadap lingkungan sosial mereka. Jika dikelola dengan tepat, generasi ini bukan sekadar bonus statistik, tetapi bisa menjadi kekuatan utama dalam mendorong perubahan besar di berbagai sektor, termasuk pertanian.

Bonus demografi adalah peluang, bukan jaminan. Bila tidak dimanfaatkan dalam waktu 10 hingga 20 tahun ke depan, Indonesia berisiko menghadapi masa penuaan penduduk, yang jumlah kelompok usia nonproduktif akan meningkat, sementara angkatan kerja produktif menurun. Dalam konteks pertanian, situasi ini bisa menjadi krisis yang sangat serius.

Hal tersebut dapat terjadi karena sektor pertanian Indonesia justru tengah mengalami masalah regenerasi.

Jumlah petani terus menurun, khususnya petani pengguna lahan pertanian. Hasil Sensus Pertanian 2023 dari BPS mencatat jumlah petani pengguna lahan tinggal 27,8 juta orang, turun 7,45% dibandingkan satu dekade sebelumnya. Ini bukan sekadar angka, tetapi gambaran nyata bahwa anak-anak muda Indonesia mulai menjauh dari dunia pertanian.

Regenerasi petani adalah fondasi penting untuk menjamin keberlanjutan pangan nasional. Jika tidak ada generasi yang meneruskan estafet kerja di sawah dan ladang, jangan heran bila ke depan Indonesia akan makin bergantung pada impor pangan. Produktivitas turun, desa kehilangan denyut kehidupan, dan ketahanan pangan terguncang.

Di sini, generasi milenial memiliki peran strategis. Mereka lahir di antara awal 1980-an hingga awal 2000-an, tumbuh dalam lingkungan yang akrab dengan gawai, internet, dan inovasi. Mereka melek teknologi, adaptif terhadap perubahan, dan menyukai pekerjaan yang memberi makna sosial dan fleksibilitas. Karakteristik ini sangat cocok untuk menjawab tantangan pertanian modern yang tak lagi bisa bergantung pada cara-cara lama.

Transformasi pertanian dari tradisional ke modern tidak akan berhasil tanpa melibatkan generasi muda. Sayang, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sektor ini masih didominasi oleh petani berusia lanjut, sementara minat generasi muda untuk masuk ke

pertanian masih rendah. Tanpa intervensi kebijakan dan dukungan nyata, krisis regenerasi petani akan menjadi kenyataan yang tak terelakkan. Oleh karena itu, surplus demografi harus diubah menjadi mesin transformasi. Pemerintah dan para pemangku kepentingan perlu menyiapkan strategi yang terstruktur untuk membuka ruang seluas-luasnya bagi anak muda masuk ke sektor ini. Beberapa program konkret yang bisa didorong antara lain:

- Pendidikan dan pelatihan pertanian berbasis teknologi,
- Pelatihan *Smart Farming*,
- Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam pertanian,
- Pengembangan ekosistem bisnis pertanian berbasis startup.

Generasi milenial juga memiliki potensi besar sebagai agen perubahan sosial. Dengan keahlian digital dan akses terhadap media sosial, mereka bisa membangun narasi baru tentang dunia pertanian bahwa bertani bukan pekerjaan kuno, tetapi profesi masa depan yang menjanjikan secara ekonomi dan membanggakan secara sosial.

Transformasi pertanian tidak cukup hanya dengan pendekatan teknis. Diperlukan juga pendekatan sosiologis dan demografis yang menyasar pelaku perubahan generasi milenial. Dalam pendekatan ini, anak muda tak hanya dianggap sebagai tenaga kerja, tetapi juga sebagai pemimpin inovasi, pelaku usaha tani cerdas,

dan pionir pembangunan pertanian masa depan. Melalui strategi yang tepat dan dukungan menyeluruh, generasi milenial bisa menjadi wajah baru pertanian Indonesia yang modern, inovatif, dan berdaya saing global.

D. Pertanian Modern: Optimalisasi, Efisiensi, dan Produktivitas

Pertanian modern bertujuan untuk mengoptimalkan sumber daya dengan cara yang lebih cerdas, meningkatkan efisiensi, dan mendorong produktivitas pertanian melalui berbagai teknik dan inovasi yang mutakhir. Penerapan teknologi terbaru, seperti penggunaan benih unggul yang tahan terhadap hama dan cuaca ekstrem, serta strategi pemupukan terencana yang didasarkan pada analisis tanah yang mendalam, menjadi langkah-langkah krusial untuk mencapai hasil yang optimal.

Metode pertanian presisi yang memanfaatkan data analitik dan sensor teknologi dapat membantu petani dalam menganalisis kondisi lahan secara akurat serta mengambil keputusan yang lebih terinformasi. Praktik-praktik pertanian yang ramah lingkungan menjadi kunci utama. Tidak hanya meningkatkan hasil jangka pendek, tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem dan kelestarian sumber daya untuk generasi mendatang. Perpaduan inovasi dan keberlanjutan dapat menciptakan solusi yang holistik dan berkelanjutan untuk tantangan yang dihadapi dalam sektor pertanian saat ini.

Gambar 7. *Autonomous Tractor*, Menteri Pertanian RI Amran Sulaiman meluncurkan inovasi teknologi mekanisasi pertanian modern di BBP Mektan, Tangerang (28/9/2018)

Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2018

Selain inovasi teknologi, pendekatan holistik dalam manajemen pertanian juga penting untuk meningkatkan produktivitas. Misalnya, menerapkan sistem rotasi tanaman dapat membantu memperbaiki kualitas tanah dan mencegah hama serta penyakit tanaman. Integrasi antara pertanian dan pemeliharaan lingkungan, seperti penggunaan metode pengendalian hama alami dan budi daya kompos, juga dapat merangsang pertumbuhan yang sehat serta meningkatkan keberagaman ekosistem.

Kolaborasi antara petani, peneliti, dan pemangku kepentingan lainnya sangat penting untuk menciptakan solusi yang sesuai dengan kebutuhan lokal. Inisiatif pendidikan dan pelatihan untuk petani dalam memahami teknologi dan praktik terbaru dapat memberikan dampak positif yang signifikan. Petani akan lebih mampu beradaptasi dengan perubahan iklim dan tantangan pasar global melalui peningkatan keterampilan dan pengetahuan mereka.

Pentingnya teknologi informasi dalam pertanian modern tidak dapat diabaikan. Penggunaan aplikasi dalam pemantauan tanaman, analisis data cuaca, dan pengelolaan rantai pasok dapat mempercepat respons terhadap kebutuhan pasar dan mengurangi limbah. Semua ini mendukung tujuan untuk menghasilkan produk pertanian yang tidak hanya berkualitas tinggi, tetapi juga berkelanjutan dan lebih efisien.

Akhirnya, untuk mewujudkan visi pertanian modern yang optimal, dukungan dari pemerintah dan kebijakan yang mendukung inovasi serta investasi dalam infrastruktur pertanian sangat diperlukan. Sektor pertanian dapat berkembang pesat dengan menghadirkan kebijakan yang proaktif dan mendukung petani. Hal ini dapat mendorong kesejahteraan petani dan menciptakan ketahanan pangan yang lebih baik. Melalui semua langkah ini, pertanian tidak hanya produktif, tetapi juga berkelanjutan dan ramah lingkungan di masa depan.

Penerapan teknik-teknik serta teknologi-teknologi baru yang inovatif dan adaptif bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, sekaligus efisiensi dalam berbagai aspek kegiatan pertanian. Di tengah tantangan global yang semakin kompleks, seperti perubahan iklim yang tidak terduga, peningkatan populasi yang pesat, dan kebutuhan pangan yang terus bertambah setiap tahunnya, terdapat beberapa pendekatan mutakhir yang dapat diadopsi oleh para petani. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk membantu memaksimalkan hasil pertanian, tetapi juga memastikan keberlanjutan dan kelestarian sumber daya alam yang menjadi dasar kehidupan manusia dan ekosistem di bumi.

1. Penggunaan Teknologi Pertanian

Penggunaan teknologi canggih, seperti *drone* yang dilengkapi dengan sensor dan kamera berkualitas tinggi untuk pemantauan lahan, merupakan inovasi yang kini menjadi semakin umum dan krusial dalam pertanian modern. Teknologi ini mampu memberikan gambaran yang jelas dan terperinci tentang kondisi tanaman serta kebutuhan mereka secara *real-time*. Hal tersebut memungkinkan para petani untuk mengambil keputusan yang lebih cepat dan tegas dalam menghadapi tantangan di lapangan. Misalnya, dengan bantuan *drone*, para petani dapat mendeteksi lebih awal bagian tanaman yang mungkin terkena penyakit atau kekurangan nutrisi, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil sebelum

masalah tersebut membesar menjadi krisis yang signifikan.

Gambar 8. Penerapan inovasi teknologi *smart field irrigation* untuk tanaman padi di TSEP BBPSI Mekanisasi Pertanian, Serpong
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

Sistem irigasi otomatis yang dilengkapi dengan sensor kelembapan tanah dan pengatur tekanan air telah menjadi solusi yang sangat efisien di era modern ini. Sistem ini tidak hanya menghemat penggunaan air dan mengurangi biaya operasional, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan yang lebih bijaksana terhadap sumber daya alam. Alat pertanian cerdas dari mesin pemanen otomatis hingga alat penanam yang presisi hadir dalam berbagai bentuk dan fungsi membantu mengurangi beban kerja manual yang melelahkan bagi para petani. Inovasi-inovasi ini memungkinkan para petani untuk lebih fokus pada pengembangan praktik pertanian yang

berkelanjutan dan meningkatkan hasil panen secara keseluruhan.

Teknologi pertanian modern seperti *drone, combine harvester,* dan *power thresher* menghadirkan berbagai manfaat yang luar biasa bagi dunia pertanian.

a. Meningkatkan produktivitas: Penerapan teknologi canggih dalam pertanian dapat mendorong peningkatan produktivitas tanaman hingga 20–30%. Hal ini tidak hanya berkontribusi pada hasil panen yang jauh lebih baik tetapi juga menciptakan efisiensi yang lebih tinggi dalam pengelolaan lahan.
b. Memperpendek waktu pemanenan: Waktu yang dibutuhkan untuk proses panen dengan mesin *Combine Harvester* dapat berkurang lebih dari 50%. Ini memungkinkan petani dapat lebih optimal dalam memanfaatkan musim tanam, juga meningkatkan rotasi tanaman dan kesehatan tanah.
c. Mengurangi kehilangan hasil *(losses)*: Petani dapat menurunkan *losses* mencapai 10% dengan menggunakan mesin *combine harvester* dibandingkan dengan panen manual.
d. Mengurangi biaya produksi: Teknologi modern dapat menurunkan biaya produksi antara 10–20%. Penghematan yang signifikan ini terutama berasal dari efisiensi tenaga kerja dan pengurangan penggunaan input secara tidak efisien, sehingga menjadikan pertanian lebih berkelanjutan secara ekonomi.

e. Meminimalkan kerugian pascapanen: Teknologi mutakhir berperan penting dalam meminimalkan kerugian pascapanen dengan perkiraan pengurangan hingga 15%. Proses pengolahan yang lebih cepat serta teknik penyimpanan yang lebih inovatif membantu menjaga kualitas hasil pertanian.

Para petani tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi operasional dengan penerapan teknologi pertanian modern, tetapi juga turut berkontribusi pada penguatan ketahanan pangan yang lebih luas dan berkelanjutan.

a. Peningkatan keberlanjutan: Teknologi modern berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan. Petani dapat mengoptimalkan penggunaan air dan input lainnya dengan penggunaan sistem presisi, seperti pengukuran kelembapan tanah melalui sensor yang secara langsung berdampak pada konservasi sumber daya alam dan pengurangan dampak lingkungan.
b. Pemantauan dan analisis data: Mesin *drone* tidak hanya mempermudah pengamatan lahan, tetapi juga memberikan data yang akurat dan *real-time*. Data tersebut memungkinkan petani untuk menganalisis secara mendalam mengenai kesehatan tanaman, kebutuhan nutrisi, dan pola pertumbuhan, sehingga mereka dapat mengambil keputusan yang lebih informasi dan strategis.

c. Kemudahan akses dan manajemen: Teknologi informasi dalam pertanian mempermudah akses ke pasar dan informasi penting mengenai tren pertanian dan harga. Melalui aplikasi *mobile* dan sistem manajemen, petani dapat mengelola operasi mereka dengan lebih efisien, merencanakan penanaman dengan lebih baik, dan beradaptasi dengan perubahan pasar secara lebih cepat dan tepat.
d. Peningkatan kualitas hasil pertanian: Penggunaan teknologi pertanian modern juga berpengaruh positif terhadap kualitas hasil panen melalui teknik pemrosesan yang lebih baik dan kontrol yang ketat dalam setiap tahap produksi. Produk yang dihasilkan lebih berkualitas dan dapat memenuhi standar yang diharapkan oleh konsumen.

Keseluruhan, adopsi teknologi pertanian modern tidak hanya memberikan keunggulan kompetitif kepada petani, tetapi juga berperan penting dalam menciptakan sistem pertanian yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan. Transformasi ini diharapkan dapat menjawab tantangan pertanian di masa depan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan.

Gambar 9. Penerapan inovasi teknologi modern pada pertanaman padi
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2024

Gambar di atas memperlihatkan pengujian pada skala demplot, tanam benih langsung menggunakan inovasi teknologi mesin pertanian modern berupa mesin Jarwo Riding Tabela, *pneumatic seeder*-traktor roda 4, *direct seeder*-traktor roda 4 dengan pengaturan otomatis jumlah benih per hektare dan sebar benih langsung dengan drone. Pengujian ini dilakukan di lahan sawah Kebun Percobaan Muara, Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian (BRMP) pada Desember 2024.

Hasil pengujian memperlihatkan kapasitas penanaman masing-masing 0.67 ha/jam untuk *pneumatic seeder*, 1 ha/jam untuk penggunaan drone, 0.7 ha/jam untuk jarwo riding tabela, 0.63 ha/jam untuk *direct seeder*. Pengujian ini memberikan gambaran inovasi teknologi modern tanam benih langsung yang telah tersedia saat ini baik secara mekanis maupun yang telah

menggabungkan teknologi kontrol otomatis dan penggunaan teknologi 4.0 drone pertanian.

Penerapan teknologi modern dalam kegiatan budi daya pertanian memberikan berbagai keuntungan yang signifikan, terutama dalam hal efisiensi waktu, tenaga, dan biaya operasional. Salah satu inovasi yang mulai banyak diterapkan adalah penggunaan *drone* pertanian untuk sistem tanam benih langsung (tabur benih).

Penggunaan *drone* pertanian dalam sistem tabur benih langsung dapat dikerjakan 1 ha/jam, sedangkan dengan menggunakan sistem tanam benih langsung dengan tenaga traktor roda 4 kapasitas 0.7 ha/jam, menggunakan traktor roda 2 kapasitas 0.4 ha/jam. Biaya operasional penggunaan *drone* kurang lebih Rp300.000,00/ha. Sedangkan sewa traktor roda 4 saat ini pada kisaran Rp400.000,00–Rp700.000,00/ha (belum termasuk bahan bakar).

Penggunaan *combine harvester* jauh lebih efisien, membutuhkan waktu 2–3 jam per hektare sedangkan tenaga manual 25 hari orang kerja (HOK). Kehilangan hasil juga dapat dikurangi sebesar 10%, karena proses pemotongan padi sekaligus perontokan dalam satu unit mesin, mengurangi kehilangan hasil dibandingkan dengan 2 tahapan, panen manual dan perontokan manual sistem gebot atau menggunakan mesin *power thresher*. Biaya jasa penggunaan *combine harvester* 40% lebih murah dibandingkan tenaga panen manual.

Penggunaan alat dan mesin pertanian secara langsung berpengaruh terhadap efisiensi waktu, memungkinkan pekerjaan dilakukan secara lebih cepat, sehingga dapat meningkatkan Indeks Pertanaman. Selain itu, dengan kondisi upah tenaga kerja pertanian saat ini, pada umumnya penggunaan alat dan mesin pertanian lebih murah dibandingkan dengan sepenuhnya menggunakan tenaga manual. Beberapa alat mesin pertanian seperti *combine harvester* menunjukkan kehilangan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan tenaga panen dan perontokan manual ataupun penggunaan *power thresher*. Saat ini penggunaan *combine harvester* lebih diminati karena selain lebih murah, hasil panen yang didapat lebih banyak.

2. Pengembangan Varietas Unggul

Riset dalam pengembangan varietas tanaman yang lebih unggul memainkan peran yang sangat penting dalam menghadapi berbagai tantangan yang muncul akibat perubahan iklim yang semakin nyata dan ekstrem, serta kebutuhan pangan yang mendesak. Para petani bukan hanya dapat memperoleh hasil yang lebih optimal, melainkan juga mengurangi kerugian yang mungkin disebabkan oleh faktor-faktor eksternal yang sulit diprediksi, seperti serangan hama yang tiba-tiba, kekeringan, atau banjir besar. Keberadaan varietas unggul ini sangat strategis dalam memastikan bahwa pasokan pangan tetap stabil dan mampu memenuhi kebutuhan

masyarakat yang terus berkembang di seluruh dunia, sekaligus mendukung upaya global dalam mencapai ketahanan pangan.

Gambar 10. Pengembangan varietas unggul padi
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2024

Pengembangan varietas unggul padi dan jagung merupakan bagian penting dari penelitian dan pengembangan pertanian. Melalui rekayasa teknologi, varietas baru, seperti Inpari 51, Inpari 52 Nayanika dan Inpari 53 berhasil dikembangkan dengan ketahanan yang lebih baik terhadap hama dan penyakit, serta produktivitas yang lebih tinggi. Varietas unggul tersebut juga dirancang dengan kondisi iklim dan tanah lokal, sehingga meningkatkan ketahanan pangan. Proses ini biasanya melibatkan pemuliaan tanaman yang cermat dan aplikasi teknologi terkini dalam bioteknologi untuk mencapai hasil yang optimal.

Badan penelitian dan pengembangan pertanian dapat mempercepat proses pengembangan varietas unggul dengan memanfaatkan teknik seperti kultur jaringan dan pemetaan genetik. Upaya ini tidak hanya meningkatkan kualitas hasil pertanian, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan pertanian dengan mengurangi ketergantungan pada pestisida dan pupuk kimia. Beberapa varietas padi hasil perakitan maupun rekayasa genetik yang adaptif terhadap kondisi lingkungan Indonesia di antaranya Inpari 29 tahan rendaman, Inpari Salin 34,35 toleran terhadap salinitas, Inpago 5, 8, 9, 10 dan Inpari 10, 38, 39, 40, 41 yang toleran terhadap kekeringan.

Program pengembangan varietas unggul juga sering kali berkolaborasi dengan petani lokal untuk memastikan bahwa varietas yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pasar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan membawa manfaat ekonomi bagi petani dan masyarakat luas. Keberhasilan pengembangan varietas unggul ini merupakan langkah penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan peningkatan populasi global.

Pengembangan varietas unggul padi juga berfokus pada aspek ketahanan terhadap perubahan iklim, seperti kekeringan dan banjir. Melalui pemilihan dan pengembangan varietas yang lebih adaptif, diharapkan produktivitas tetap terjaga meskipun dalam kondisi yang

tidak ideal. Hal ini sangat penting untuk memastikan ketahanan pangan di masa depan, terutama di daerah yang rentan terhadap perubahan iklim.

Keberhasilan dalam pengembangan varietas tanaman ini diharapkan tidak hanya berdampak pada sektor pertanian, tetapi juga pada perekonomian lokal dan nasional, serta konservasi sumber daya alam. Dengan demikian, pendekatan yang integratif dan berbasis ilmu pengetahuan sangat penting untuk mencapai tujuan ini.

3. Penggunaan Data dan Analisis

Pemanfaatan *big data* dan analisis canggih dalam pertanian modern membuka banyak perspektif baru bagi para petani yang ingin bersaing di pasar yang semakin kompetitif dan dinamis. Melalui pengumpulan dan analisis data dari berbagai aspek secara menyeluruh, mulai dari jenis tanah yang digunakan, pola cuaca yang berlangsung, hingga kondisi kesehatan tanaman secara keseluruhan, petani dapat mengambil keputusan yang lebih baik dan berbasis bukti dalam pengelolaan lahan mereka.

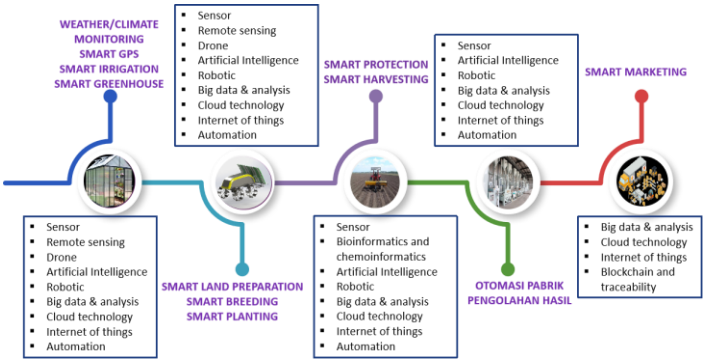
Teknologi seperti pemetaan lahan yang memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG), memungkinkan pengidentifikasian bagian-bagian tertentu dari tanah yang mungkin memerlukan perhatian lebih, sehingga perawatan tanaman dapat dilakukan dengan lebih tepat sasaran dan efisien. Pendekatan

berbasis data ini tidak hanya memberikan wawasan berharga dalam merencanakan rotasi tanaman yang optimal, tetapi juga dalam menentukan waktu yang ideal untuk penanaman dan panen, dengan mempertimbangkan berbagai variabel yang memengaruhi produksi sehingga hasil yang maksimal dapat tercapai.

Pertanian tidak hanya dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan, tetapi juga membuka peluang yang luas bagi petani untuk beradaptasi dan berkembang di tengah berbagai tantangan yang terus berubah dalam dunia pertanian ini. Inovasi dan pengetahuan baru ini diharapkan akan menjadikan pertanian lebih berdaya saing, efisien, dan mampu memastikan ketersediaan pangan yang cukup bagi umat manusia di masa depan. Ini merupakan langkah penting yang perlu diambil menuju ketahanan pangan global, sambil tetap menjaga kelestarian lingkungan untuk generasi mendatang. Melalui kolaborasi antara penelitian, teknologi, dan praktik pertanian yang baik, kita dapat menciptakan masa depan pertanian yang lebih cerah dan berkelanjutan bagi semua.

Dalam konteks ini, salah satu contoh yang sangat mencolok adalah dengan menerapkan pertanian presisi. Melalui pemanfaatan alat dan teknologi canggih yang terus berkembang, metode pertanian presisi memungkinkan petani untuk mengaplikasikan input seperti benih, pupuk, dan air dengan cara yang lebih tepat dan terukur, serta pada waktu yang sangat spesifik sesuai

dengan kebutuhan tanaman yang bervariasi berdasarkan fase pertumbuhannya. Menggunakan alat-alat modern yang dilengkapi dengan berbagai teknologi mutakhir, seperti sensor tanah, sistem GPS yang terintegrasi, dan *drone* pemantauan yang canggih, petani kini dapat memetakan lahan dengan tingkat detail yang belum pernah ada sebelumnya. Terjadinya perubahan iklim, keterbatasan sumber daya alam, modal, serta teknologi adalah beberapa kendala dalam budi daya pertanian saat ini. Oleh karena itu, efisiensi harus dilakukan agar usaha tani tetap produktif.



Gambar 11. Proses penggunaan data dan sistem analisis data pada pertanian presisi

Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

4. Pertanian Presisi (*Precision Farming*)

Pertanian presisi (*precision farming*) menjadi pendekatan inovatif yang semakin relevan dan vital di tengah

tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian global saat ini. Melalui pemanfaatan teknologi modern, seperti perangkat lunak canggih dan alat sensor yang sangat akurat, metode ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Oleh karena itu, petani dapat lebih mudah memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan pesatnya pertumbuhan populasi dan perubahan iklim yang tidak menentu. Sesuai dengan filosofi pertanian cerdas, pendekatan ini tidak hanya bergantung pada pengalaman dan intuisi petani yang telah diwariskan turun-temurun, tetapi juga mengandalkan data yang akurat, analisis mendalam, dan model prediktif untuk membuat keputusan yang lebih baik dan tepat sasaran.

Dalam praktiknya, pertanian presisi melibatkan penggunaan berbagai alat dan teknik mutakhir. Misalnya, citra satelit memberikan gambaran luas dan detail tentang kondisi tanah, kesehatan tanaman, dan potensi hama yang mungkin muncul. Sensor lapangan yang dipasang di berbagai titik dalam lahan pertanian dapat mengukur berbagai parameter, mulai dari kelembapan tanah hingga kebutuhan nutrisi tanaman, dan mengirimkan data secara *real-time*. Di sisi lain, teknologi *Global Positioning System* (GPS) berperan penting dalam membantu petani merencanakan dan melaksanakan kegiatan pertanian dengan presisi tinggi, serta memungkinkan pemetaan yang lebih akurat untuk

menentukan zona-zona yang memerlukan perhatian khusus.

Salah satu keuntungan utama dari pertanian presisi adalah kemampuannya dalam mengoptimalkan penggunaan input seperti air, pupuk, dan pestisida. Petani dapat menghindari pemborosan sumber daya yang tidak perlu dengan memberikan informasi yang lebih mendetail dan relevan. Hal ini pada gilirannya dapat berujung pada penghematan biaya yang signifikan dan peningkatan keuntungan secara keseluruhan. Melalui penggunaan data ini, mereka dapat menentukan waktu yang tepat untuk penyiraman, seperti ketika cuaca mulai kering, atau memutuskan jumlah pupuk yang harus diterapkan, sehingga tidak hanya efisien secara biaya tetapi juga bermanfaat bagi kualitas hasil panen.

Lebih jauh lagi, penggunaan input yang lebih efisien dalam pertanian presisi berdampak positif pada lingkungan, membantu mengurangi risiko pencemaran tanah dan air yang sering kali terjadi akibat penggunaan bahan kimia yang berlebihan. Dengan taman yang dikelola secara cermat dan berkelanjutan, petani dapat membuat ekosistem yang seimbang, yang tidak hanya menguntungkan bagi usaha mereka tetapi juga menjaga kelestarian sumber daya alam untuk generasi mendatang.

Setiap aspek dari proses pertanian dapat dipantau, dianalisis, dan dikelola dengan lebih baik melalui penerapan teknologi dalam pertanian presisi. Ini tidak hanya berkontribusi terhadap hasil panen yang lebih

melimpah dan berkualitas tinggi, tetapi juga memastikan bahwa praktik pertanian yang dilakukan tetap ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan demikian, pertanian presisi bukan hanya sebuah metode, tetapi sebuah revolusi dalam cara kita berpikir dan menjalankan pertanian. Ini menjadi solusi yang menjanjikan untuk memenuhi tantangan besar yang dihadapi oleh dunia pertanian modern, menjadikannya lebih adaptif dan siap menghadapi masa depan yang kompleks dan tak terduga.

Gambar 12. Sistem automatisasi pertanian presisi kerja sama BSIP Mektan dengan FarmAgain, India

Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

Precision farming mengandalkan perangkat teknologi untuk mendukung proses budi daya secara presisi sehingga mampu menghitung kebutuhan benih, menerapkan jarak tanam, menghitung kebutuhan pupuk

dan menetapkan umur panen dan jumlah panen yang tepat. Komponen dari *precision farming* terdiri dari:

a. Input

Pada pertanian presisi, input mencakup berbagai data yang sangat penting, seperti informasi tentang karakteristik tanah, tingkat kelembapan dalam tanah, parameter cuaca lokal, serta kondisi kesehatan dan pertumbuhan tanaman. Data-data ini tidak hanya diambil secara sembarangan, tetapi dikumpulkan dengan menggunakan berbagai teknologi canggih, seperti sensor tanah yang dapat memberikan informasi *real-time*, citra satelit yang memungkinkan pemetaan area pertanian secara menyeluruh, dan drone yang dapat memantau pertumbuhan tanaman dari udara. Melalui pemanfaatan teknologi ini, petani dapat memperoleh gambaran yang akurat dan mendetail tentang kondisi lapangan mereka, yang sangat penting untuk pengambilan keputusan yang tepat.

b. Proses

Proses dalam pertanian presisi melibatkan langkah-langkah yang teliti dan sistematis. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah analisis mendalam dari semua informasi yang ada. Analisis ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan spesifik setiap bagian dari lahan pertanian secara individual, termasuk kebutuhan pupuk, jumlah air untuk penyiraman, serta tindakan pencegahan terhadap serangan hama. Mari kita

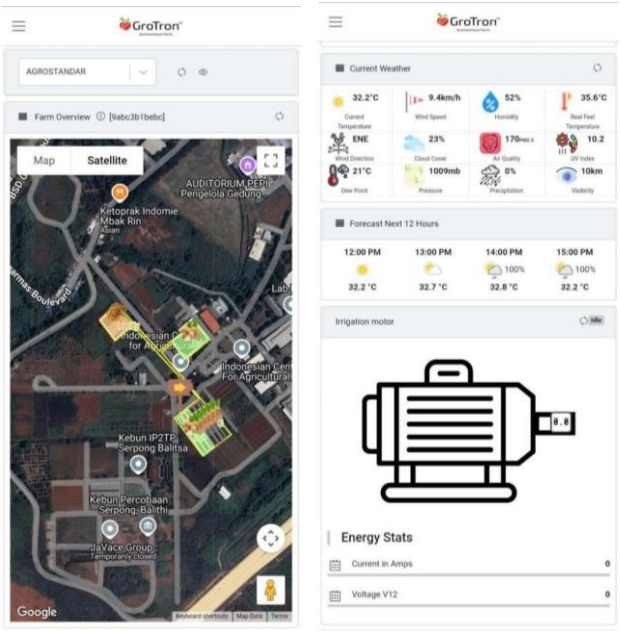
bayangkan bagaimana teknologi seperti Field Monitoring System (FMS) beroperasi. Perangkat lunak ini tidak hanya menyajikan data, tetapi juga memprosesnya untuk menyusun rekomendasi yang berdasarkan pada algoritma yang rumit. Dengan demikian, petani dapat mengambil keputusan yang lebih cerdas dan responsif terhadap dinamika yang terjadi di lapangan, memanfaatkan sumber daya dengan lebih efisien. Proses ini tidak hanya memerlukan keterampilan teknis, tetapi juga pemahaman mendalam mengenai ekosistem pertanian yang sedang dikelola.

c. *Output*

Output dari pertanian presisi sangat mengesankan dan berkualitas tinggi. Hasil pertanian yang dikumpulkan tidak hanya lebih baik dalam segi kuantitas, tetapi juga dalam kualitas, yang pada gilirannya meningkatkan kepuasan konsumen.

Efisiensi penggunaan *input* terjadi karena teknologi yang tepat sasaran memungkinkan pengurangan limbah dan penggunaan sumber daya yang lebih hemat. Selain itu, dampak lingkungan yang minimal menjadi salah satu ciri khas dari praktik pertanian presisi. Melalui cara ini, petani dapat berkontribusi pada keberlanjutan ekosistem di sekitar mereka. Petani juga mengalami peningkatan produktivitas yang signifikan dengan menerapkan teknik-teknik ini dan sering kali berujung kepada keuntungan yang lebih besar. Hal ini tidak hanya menguntungkan

petani secara finansial, tetapi juga menstimulasi pertumbuhan ekonomi dalam komunitas pertanian secara keseluruhan.



Gambar 13. Proses input data, analisis data dan penerapan pertanian presisi

Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

5. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) dalam pertanian presisi berbiaya rendah menerapkan teknologi modern yang menghubungkan berbagai perangkat dan sistem pertanian dengan cara yang cerdas untuk meningkatkan efisiensi operasional dan hasil panen yang lebih baik.

Melalui IoT, petani dapat memanfaatkan jaringan sensor di lapangan, yang mampu mengukur berbagai variabel penting seperti kelembapan tanah, suhu, dan kualitas udara secara *real-time*. Informasi yang dikumpulkan ini tidak hanya membantu dalam pemantauan kondisi tanaman, tetapi juga memberikan wawasan berharga yang memungkinkan petani untuk membuat keputusan berbasis data yang lebih akurat dan tepat waktu.

Pendekatan inovatif ini berpotensi mengurangi biaya operasional yang biasanya dikeluarkan dalam proses pertanian tradisional. Petani dapat menekan pengeluaran sekaligus meningkatkan produktivitas serta keberlanjutan praktik pertanian melalui pengoptimalan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk. Teknologi irigasi cerdas yang dipadukan dengan data cuaca terkini dapat menentukan kapan dan seberapa banyak air yang diperlukan tanaman, sehingga mencegah pemborosan dan meningkatkan kesehatan tanaman.

Lebih menarik lagi, IoT dalam pertanian presisi memiliki biaya rendah yang membuat teknologi canggih ini lebih dapat diakses oleh petani dari berbagai latar belakang dan ukuran usaha. Berkat kemajuan dalam produksi perangkat yang memiliki biaya terjangkau, seperti sensor dan alat pemantau, petani kecil pun kini dapat mengintegrasikan solusi pintar tersebut ke dalam praktik mereka tanpa harus mengeluarkan biaya yang sangat besar. Hal ini tidak hanya memberikan peluang bagi mereka untuk bersaing di pasar yang lebih luas,

tetapi juga memberdayakan mereka untuk meningkatkan hasil panen dan kualitas produk.

Melalui penggabungan teknologi IoT dalam proses pertanian, para petani tidak hanya mempersiapkan lahan mereka untuk tantangan yang akan datang, tetapi juga berkontribusi pada pencapaian pertanian berkelanjutan yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan. Inovasi ini menjanjikan transformasi yang luar biasa dalam cara kita memahami dan melaksanakan pertanian di era digital. Hal ini menjadikan pertanian presisi sebagai pilihan yang lebih cerdas dan lebih berkelanjutan untuk masa depan.

Gambar 14. Inovasi teknologi drone untuk pertanian mendukung pembangunan pertanian modern indonesia
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

6. *Low Cost Precision Farming*

Penerapan teknologi dan metode yang ekonomis untuk meningkatkan efisiensi dalam praktik pertanian semakin berkembang. Dalam konteks global yang terus berubah dan menuntut peningkatan produktivitas pertanian, pendekatan ini muncul sebagai solusi yang menawarkan kesempatan emas bagi para petani terutama mereka yang memiliki sumber daya terbatas untuk mengoptimalkan hasil pertanian mereka. Melalui memanfaatkan inovasi terkini dalam dunia teknologi, hal ini memberikan kesempatan bagi para petani untuk menggali potensi penuh dari lahan pertanian mereka tanpa terjebak dalam pengeluaran yang berlebihan.

Pendekatan ini memungkinkan para petani untuk memanfaatkan data analitik dan alat-alat modern guna memahami lebih dalam mengenai kondisi lahan, pola cuaca, dan kebutuhan tanaman yang spesifik. Melalui pemantauan yang akurat dan berkelanjutan, mereka dapat mengidentifikasi berbagai faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman, seperti tingkat kelembapan tanah, ketersediaan nutrisi, dan pengaruh hama serta penyakit. Selain itu, metode ini sering kali melibatkan penggunaan sensor yang canggih, bukan hanya untuk memantau kondisi tanah, melainkan juga untuk mengawasi kelembapan dan berbagai variabel lingkungan lainnya yang dapat berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil panen.

Di samping itu, perangkat lunak analitik yang tersedia saat ini telah berevolusi menjadi alat yang sangat berguna. Perangkat ini memungkinkan para petani untuk mengambil keputusan yang lebih tepat dan berbasis fakta dalam pengelolaan lahan pertanian. Adanya informasi yang mendalam dan terperinci mengenai kondisi lahan serta kebutuhan spesifik tanaman, mereka tidak hanya berupaya untuk meningkatkan hasil panen tetapi juga berusaha untuk meminimalkan penggunaan sumber daya yang terbatas, seperti air dan pupuk, yang semakin langka dan mahal.

Dengan demikian, para petani tidak hanya dapat mencapai peningkatan hasil panen yang signifikan, tetapi juga dapat mereduksi biaya produksi yang dihadapi. Hal

ini pada gilirannya, berkontribusi positif terhadap keberlanjutan pertanian yang ramah lingkungan dan efisien. Di sinilah *low cost precision farming* menunjukkan nilai tambahnya, tidak hanya sebagai alat untuk mengoptimalkan hasil, tetapi juga sebagai strategi untuk mengurangi risiko yang dihadapi oleh para petani.

Pendekatan ini tidak hanya mendukung efisiensi operasional tetapi juga mendorong inovasi berkelanjutan dalam industri pertanian, menciptakan peluang baru untuk teknologi pertanian yang lebih baik. Melalui pemanfaatan teknologi dan pendekatan yang tepat, *low cost precision farming* tidak hanya menumbuhkan produktivitas, tetapi juga membantu dalam menjaga keseimbangan ekologis. Hal tersebut memastikan bahwa pertanian dapat bertahan dan berkembang di masa depan, sehingga melindungi sumber daya alam bagi generasi mendatang. Pendekatan seperti ini mengingatkan kita bahwa dengan kreativitas dan pemikiran yang inovatif, kita dapat menciptakan masa depan pertanian yang lebih cerah dan lebih berkelanjutan.

Berkat teknologi yang terus maju, mereka dapat mengidentifikasi area yang mungkin memerlukan perawatan lebih intensif secara dini, melakukan pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman secara *real-time*, dan mendapatkan data cuaca terkini yang sangat relevan serta analisis mendetail mengenai potensi hama dan penyakit. Hal tersebut memungkinkan mereka untuk melakukan intervensi yang cepat dan tepat,

sehingga mengurangi kerugian hasil panen akibat faktor-faktor yang dapat diantisipasi. Keberadaan data ini bukan hanya membantu dalam pembuatan keputusan yang lebih berkualitas dan relatif lebih bertanggung jawab, melainkan juga membuka peluang untuk menciptakan strategi manajemen yang lebih baik dalam melangsungkan siklus pertumbuhan tanaman. Contohnya, dengan memanfaatkan data yang diperoleh dari pemanfaatan sensor, petani dapat memutuskan kapan waktu yang paling tepat untuk melakukan irigasi atau pemupukan, sehingga tidak ada sumber daya yang terbuang.

Hasil panen serta kualitas produk yang dihasilkan dapat meningkat secara signifikan dan menjadikan pertanian lebih efisien, serta menguntungkan melalui pendekatan yang bertanggung jawab dan berdasarkan data. Seiring waktu, teknologi ini tidak hanya menjadi alat penggerak, tetapi juga mengubah wajah pertanian tradisional menjadi industri yang sangat terinformasi dan menakjubkan, di mana setiap keputusan dibuat dengan penuh pertimbangan, bertumpu pada bukti dan analisis yang cermat.

Gambar 15. Menteri Pertanian meninjau penerapan sistem pertanian presisi dalam rangkaian acara peringatan Hari Kemerdekaan RI ke 79 Tahun 2024
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2024

Teknik luar biasa lain yang menjadi bagian integral dari pertanian modern adalah hidroponik. Hidroponik merupakan sebuah metode tanaman yang tumbuh tanpa menggunakan tanah, melainkan menggunakan larutan nutrisi yang kaya akan mineral dan unsur hara. Metode ini tidak hanya menawarkan solusi kreatif untuk mengatasi keterbatasan lahan pertanian, tetapi juga membawa serta banyak keuntungan lain yang jarang ditemukan dalam sistem pertanian konvensional. Keuntungan-keuntungan tersebut di antaranya penghematan ruang yang signifikan, pengurangan risiko terhadap serangan hama, serta

pengendalian lingkungan tumbuh yang lebih baik dan terarah, yang pada akhirnya dapat memberikan hasil yang lebih konsisten dan tinggi, terutama di daerah perkotaan yang terbatas lahan.

Gambar 16. Hidrophonik pada *smart greenhouse* BRMP Mekanisasi Pertanian
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

Melalui hidroponik, petani memiliki kemampuan yang luar biasa untuk bercocok tanam di area yang secara geografis atau struktural tidak bisa dijangkau atau kurang subur, seperti lahan perkotaan atau bahkan lahan yang telah terkontaminasi. Proses penanaman hidroponik dikelola dengan penuh ketelitian dan sistematis, di mana setiap faktor (pencahayaan yang efektif, kelembapan yang terjaga, hingga komposisi larutan nutrisi) harus dipantau secara berkala dan disesuaikan untuk mencapai efisiensi tertinggi.

Para petani menggunakan berbagai teknologi canggih, termasuk lampu LED yang dapat disesuaikan dengan spektrum cahaya tertentu untuk fotosintesis, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Pendekatan yang cermat dan terencana ini memungkinkan petani untuk memaksimalkan hasil dan kualitas tanaman, agar dapat menghasilkan sayuran segar dan buah-buahan berkualitas tinggi yang tidak hanya terlihat menggugah selera, tetapi juga kaya akan nutrisi dan bebas dari residu bahan kimia berbahaya. Tak jarang, produk ini mendapatkan pengakuan yang tinggi di pasar karena memenuhi standar kualitas tinggi yang dicari konsumen saat ini.

Pasar lokal mendapatkan manfaat besar dari produk ini karena mereka dapat mengakses sayuran dan buah-buahan tersebut lebih cepat dan dalam kondisi terbaik. Hal ini juga turut mendukung kesehatan masyarakat secara menyeluruh dengan menjaga kesegaran produk. Proses ini dapat dipandang sebagai kombinasi antara seni dan sains, di mana setiap elemen harus diperhatikan dengan penuh kehati-hatian untuk memastikan hasil panen yang optimal dan berkelanjutan. Dalam konteks yang lebih luas, hidroponik berpotensi untuk membantu mengurangi jejak karbon dan dampak negatif terhadap lingkungan yang sering kali ditimbulkan oleh sistem pertanian tradisional. Hidroponik menjadi pilihan ramah lingkungan bagi petani yang sangat memperhatikan keberlanjutan.

Gambar 17. Penerapan Internet of Thing (IoT) pada pengembangan *smart green house* dan penggunaan sensor di lahan pertanian

Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

Penggunaan varietas tanaman unggul telah dikembangkan melalui proses pemuliaan modern. Hal ini memiliki peranan penting dalam menjamin ketahanan tanaman terhadap berbagai tantangan yang dihadapi, seperti perubahan iklim yang semakin ekstrem, banjir, atau serangan hama yang kian bervariasi. Melalui penelitian yang mendalam dan pengembangan yang berkelanjutan, variasi-variasi ini tidak hanya dirancang untuk memiliki kemampuan menghasilkan buah yang lebih besar dan lebih banyak, tetapi juga memiliki ketahanan yang lebih baik dalam menghadapi kondisi cuaca ekstrem.

Setiap varietas baru yang dikembangkan merupakan hasil dari penelitian bertahun-tahun, di mana para ilmuwan agronomi melakukan berbagai uji coba yang ketat dan seleksi yang cermat untuk memastikan bahwa varietas tersebut dapat bertahan dan tumbuh dengan baik meskipun berada dalam situasi yang tidak menguntungkan atau kurang ideal. Sebagai contoh, varietas yang dapat bertahan di daerah dengan sedikit curah hujan atau varietas yang tahan terhadap hama tertentu bisa jadi merupakan hasil dari penelitian yang sistematis dan serius. Kesuksesan dalam hal ini tidak hanya meningkatkan hasil panen secara keseluruhan, tetapi juga berperan besar dalam mendukung ketahanan pangan global di tengah tantangan yang semakin kompleks.

Semakin meningkatnya kesadaran tentang perlunya keragaman genetik, para petani juga semakin menyadari pentingnya pelestarian berbagai varietas lokal yang mungkin memiliki keunggulan tertentu. Keunggulan ini bukan hanya dalam hal ketahanan, melainkan juga dalam citarasa yang unik dan nilai gizi yang dapat mencapai kesehatan konsumen. Hal ini tidak hanya untuk meningkatkan produktivitas, tetapi juga membuka pintu bagi terciptanya hubungan yang lebih dekat antara petani dan konsumen, serta membangun komunitas yang mendukung produk lokal dan berkelanjutan di pasar yang semakin kompetitif saat ini.

Pertanian modern banyak mengintegrasikan penggunaan data analitik dan sensor canggih yang dirancang untuk memantau kondisi tanaman serta tanah secara efektif dan efisien. Melalui alat modern yang terhubung dengan internet dan memproses data secara *real-time*, petani dapat mengevaluasi kelembapan tanah, suhu, dan kondisi tanaman dengan lebih akurat, sehingga memberi mereka kekuatan dan fleksibilitas untuk mengambil tindakan yang cepat dan tepat ketika diperlukan.

Pengetahuan ini memberi mereka wawasan berharga yang dapat digunakan sebagai panduan dalam pengambilan keputusan yang bermanfaat bagi keberlangsungan usaha pertanian mereka. Data yang dikumpulkan melalui sensor ini tidak hanya memungkinkan petani untuk memprediksi hasil panen dengan lebih baik, tetapi juga untuk menyesuaikan praktik pertanian mereka berdasarkan analisis yang mendalam dan akurat. Misalnya, jika sensor menunjukkan kelembapan tanah telah menyusut di bawah tingkat yang aman, maka petani dapat segera melakukan irigasi yang tepat dan terukur untuk memastikan tanaman tidak

mengalami stres, yang dapat berujung pada penurunan kualitas hasil yang diharapkan.

Gambar 18. Alat tanam (*seeder*) membantu petani dalam pertanaman

Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

Teknologi tidak hanya menjadi alat, tetapi juga mitra strategis yang dapat membantu keberhasilan pertanian dan memberikan vitalitas baru bagi model bisnis pertanian tradisional. Dengan demikian, teknologi membawa pertanian menuju arah yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hal ini pada akhirnya memberikan kontribusi terhadap moda pertanian yang lebih bertanggung jawab dan dapat diandalkan, sekaligus meningkatkan daya saing petani di tingkat global. Pertanian modern menawarkan banyak solusi untuk berbagai tantangan yang dihadapi para

petani saat ini, seperti keterbatasan sumber daya, ketidakpastian pasar, dan perubahan iklim yang semakin ekstrem, sekaligus berkontribusi secara signifikan terhadap pengelolaan sumber daya yang lebih efisien serta praktik berkelanjutan.

Demi menciptakan siklus berkelanjutan yang menguntungkan bagi semua pihak yang terlibat, kita harus memastikan bahwa kebutuhan pangan saat ini terpenuhi tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk melakukan hal yang sama. Dengan semangat inovasi dan keberlanjutan yang tiada henti, dunia pertanian dapat terus maju, memenuhi tantangan zaman yang ada, dan memberikan harapan yang lebih cerah bukan hanya bagi petani, melainkan juga untuk seluruh masyarakat. Melalui dukungan yang tepat, lingkungan yang kondusif, serta adopsi dan pemanfaatan teknologi yang diarahkan pada kemaslahatan bersama, masa depan pertanian modern terlihat semakin cerah dan menjanjikan.

Era baru ini tidak hanya membuka peluang untuk keberlangsungan industri pertanian di seluruh dunia, tetapi juga memberikan landasan yang kuat bagi generasi selanjutnya untuk berkembang, memberikan kontribusi bagi kesehatan masyarakat, serta memastikan keberlanjutan lingkungan dalam jangka panjang. Dengan semangat ini, kita semua dapat berkontribusi terhadap terciptanya dunia yang lebih baik dan berkelanjutan, di mana kebutuhan pangan dapat terpenuhi dengan cara

yang etis, bertanggung jawab, dan selaras dengan prinsip-prinsip keberlanjutan yang harus diterapkan di berbagai aspek kehidupan, baik itu dalam skala kecil di masing-masing kebun maupun dalam skala besar di industri pertanian global. Dengan demikian, diharapkan setiap individu, komunitas, dan pemangku kepentingan dapat saling berkolaborasi dalam mewujudkan visi pertanian yang lebih baik untuk masa depan.

7. Pertanian Berkelanjutan

Pendekatan pertanian berkelanjutan sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan ekosistem yang semakin rentan terhadap aktivitas manusia yang tidak bertanggung jawab. Konsep ini mencakup penerapan teknik seperti rotasi tanaman yang cermat, pengolahan tanah yang minim, penggunaan pupuk organik yang kaya nutrisi serta bebas dari bahan kimia berbahaya, serta pengendalian hama yang ramah lingkungan dan tidak merusak kehidupan hewan lain. Selain itu, pemanfaatan metode konservasi juga sangat penting, seperti penanaman penutup tanah yang berfungsi untuk meningkatkan kelembapan tanah dan mengurangi erosi.

Petani dapat menjaga kesuburan tanah, mendorong keanekaragaman hayati untuk ketahanan lingkungan, dan memelihara habitat alami berbagai spesies yang berkontribusi dalam keseimbangan ekosistem. Penggunaan metode tersebut tidak hanya meningkatkan

kualitas tanah dan hasil panen, tetapi juga mengurangi dampak negatif dari praktik pertanian konvensional, seperti pencemaran dan penurunan kualitas tanah. Lebih dari itu, pertanian berkelanjutan menawarkan kesempatan yang luas bagi para petani untuk menciptakan produk yang lebih sehat dan lebih aman bagi konsumen. Hal tersebut selaras dengan tren global menuju makanan yang organik dan berkelanjutan, sehingga secara langsung mendukung kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

Praktik penggunaan alat dan mesin (alsin) pertanian juga sejalan dengan konsep pertanian berkelanjutan, salah satunya adalah penggunaan alsin panen "*combine harvester*" yang diikuti dengan alsin pengolahan tanah di lahan rawa pasang surut Sumatra Selatan. Waktu pengolahan tanah yang singkat pada musim kemarau (15–20 hari setelah panen padi musim hujan), ditujukan untuk memanfaatkan ketersedian air pada akhir musim hujan, menjadikan mekanisasi sangat vital dalam mempercepat proses pengolahan tanah dan perombakan jerami sisa panen padi sebelumnya.

Penggunaan traktor roda 4 (empat) dengan bajak *rotary* atau penggunaan alsin "rotavator" akan dengan cepat mengolah tanah sekaligus menghancurkan dan mencampur jerami dengan tanah yang tersebar merata akibat penggunaan mesin panen "*combine harvester*". Penggunaan dekomposer berupa pupuk hayati yang

dibuat secara *in situ* dapat mempercepat proses dekomposisi jerami.

Pada praktik sebelumnya, yaitu membakar jerami sisa panen yang polutif (CH_4,NO_x dan CO serta bahan-bahan *toxic*) menghasilkan asap yang berdampak pada kesehatan. Aktifitas ini sudah lama dilarang oleh pemerintah dan ditinggalkan oleh petani. Hal ini juga didorong oleh perkembangan mekanisasi penggunaan alsintan yang masif sejak tahun 2014. Perubahan ini sejalan dengan implementasi pertanian berkelanjutan terutama untuk mengatasi isu perubahan iklim.

Pemanfaatan jerami di Indonesia masih terbatas, padahal sekitar 50% produk biomassa padi berupa jerami. Kondisi ini memberikan peluang untuk memanfaatkan jerami lebih luas. Pemanfaatan jerami sebagai pakan ternak akan berdampak mengurangi proses dekomposisi jerami di lahan, sehingga proses pengolahan tanah akan lebih cepat. Untuk itu diperlukan Alsin pengumpul jerami dan Alsin pencetak jerami menjadi pakan ternak “baller”.

Terdapat mesin pengumpul jerami yang terpisah dengan mesin pencetak pakan ternak, dan juga terdapat mesin pengumpul jerami di lapangan dan sekaligus mencetak jerami. Untuk jenis mesin pengumpul jerami yang terpisah, jerami yang dikumpulkan dapat dimanfaatkan untuk kegunaan lain, di antaranya sebagai media untuk budi daya jamur merang. Hal penting lainnya adalah adanya potensi tambahan pendapatan petani dari

penjualan jerami untuk aneka pemanfaatannya. Sebagai contoh, petani di Delta Mekong Vietnam mendapatkan tambahan pendapatan 13 – 52,2 U$ per hektare dari menjual jerami padi (Nguyen Thanh Nghi dan Nguyen Van Hieu, 2018).

Gambar 19. Alat mesin pertanian pengumpul dan pencetak jerami "baller"

Sumber: Nguyen Thanh Nghi dan Nguyen Van Hieu, 2018

BAB 3
PERTANIAN MODERN: dari ”Mekani-sapi” ke Mekanisasi

A. Perubahan Paradigma: dari Subsisten ke Komersial

Selama puluhan tahun, sektor pertanian Indonesia didominasi oleh sistem pertanian subsisten, yaitu pola bertani untuk mencukupi kebutuhan keluarga sendiri. Pada saat itu, petani menanam sesuai musim menggunakan alat tradisional dan menjual hasil panen hanya jika ada kelebihan. Paradigma ini membuat pertanian sulit berkembang, stagnan, dan kurang adaptif terhadap perubahan teknologi dan pasar.

Seiring dengan kemajuan teknologi, kebutuhan pangan yang meningkat, dan dorongan globalisasi, paradigma pertanian mulai bergeser ke arah komersial. Petani didorong untuk melihat usaha tani sebagai unit bisnis produktif yang dikelola secara modern, efisien, dan menguntungkan. Mereka tidak lagi sekadar produsen, tetapi juga pengusaha yang memperhatikan biaya produksi, rantai pasok, dan permintaan pasar. Petani juga berpindah dari pertanian yang konvensional ke pertanian modern, salah satunya melalui pemanfaatan alat mesin pertanian untuk dilakukan percepatan tanam.

Transformasi ke arah pertanian komersial membuka berbagai peluang besar. Pertama, orientasi pasar memungkinkan petani mengembangkan usaha taninya sebagai bisnis yang menguntungkan, bukan sekadar aktivitas bertahan hidup. Proses produksi dapat dipercepat dan biaya dapat ditekan melalui pemanfaatan teknologi dan alat mesin pertanian (alsintan). Bahkan peluang ini meluas melalui *e-commerce* atau kemitraan dengan *offtaker* yang menjamin kepastian pasar dan harga.

Pertanian komersial membuka ruang kolaborasi. Petani tidak lagi berjalan sendiri, melainkan dapat terhubung dalam skema koperasi, Badan Usaha Milik Desa (BUMDes), atau korporatisasi petani yang memperkuat posisi tawar di pasar. Dukungan dari pemerintah dan sektor swasta dalam bentuk pembinaan, fasilitasi modal, dan akses infrastruktur menjadi kunci agar petani bisa naik kelas.

Transformasi ini bukan tanpa hambatan. Banyak petani masih menghadapi kendala dalam hal akses modal, literasi bisnis, dan ketersediaan infrastruktur pendukung. Maka pemerintah memberikan dukungan untuk dapat mentransformasi pertanian subsisten ke arah komersial salah satunya dengan penerapan mekanisasi pertanian. Bantuan alat mesin pertanian diberikan kepada petani melalui mekanisme bantuan pemerintah, yang diharapkan dapat mempercepat proses produksi dan transformasi pertanian.

Alat dan mesin pertanian (Alsintan) mempunyai peranan yang sangat penting dan strategis dalam rangka mendukung pemenuhan produksi pertanian yang terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk, menurunnya daya dukung lahan, rendahnya intensitas pertanaman, dan kepemilikan alsintan secara individu yang kurang menguntungkan. Hal ini mutlak diperlukan karena alsintan dapat mempercepat dan meningkatkan mutu pengolahan tanah, penyediaan air, meningkatkan intensitas pertanaman (IP), meningkatkan produktivitas ternak, mengurangi kehilangan hasil, menjaga kesegaran dan keutuhan, meningkatkan nilai tambah melalui pengolahan produk komoditas pertanian, dan melestarikan fungsi lingkungan.

Pengelolaan alat dan mesin pertanian dengan mengembangkan sistem kelembagaan Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) dapat menjadi strategi perubahan paradigma dari pertanian subsisten ke komersial. Kendala yang kerap ditemui di lapangan terkait dengan pemanfaatan alat mesin pertanian ini di antaranya: kemampuan petani dalam mengolah lahan usaha tani terbatas (0.5 ha/ musim tanam), pengelolaan alsintan secara perorangan kurang efisien, dan kemampuan permodalan usaha tani yang lemah. Maka hal tersebut perlu sebuah kelembagaan dalam optimalisasi pendayagunaan alsintan yang telah dialokasikan melalui bantuan pemerintah, swadaya, atau swasta sehingga dapat menggerakan roda perekonomian petani.

Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 25/Permentan/PL.130/5/2008 tanggal 22 Mei 2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan UPJA dalam rangka mengoptimalkan peran dan fungsi kelembagaan yang ada di perdesaan, khususnya kelembagaan usaha yang bergerak di bidang jasa alat dan mesin pertanian (alsintan.

UPJA merupakan suatu lembaga ekonomi perdesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alat mesin pertanian untuk mendapatkan keuntungan usaha, baik di dalam maupun di luar kelompok tani atau gabungan kelompok tani. UPJA diklasifikasikan berdasarkan pelayanan jasa alsintannya menjadi UPJA Pemula, UPJA Berkembang dan UPJA Profesional.

UPJA Pemula adalah kelompok usaha pelayanan jasa alsintan dalam rangka optimalisasi pengelolaan alat dan mesin pertanian yang belum berkembang karena hanya memiliki alsintan 1–4 unit dan 1–2 jenis alsintan saja. UPJA Berkembang adalah kelompok usaha pelayanan jasa alsintan dalam rangka optimalisasi pengelolaan alat dan mesin pertanian yang telah berkembang dengan jumlah alsintan yang dimiliki 5–9 unit dan jenis alsintan 3–4 jenis serta telah memiliki sistem organisasi lengkap. UPJA Profesional adalah kelompok usaha pelayanan jasa alsintan dalam pengelolaan alat dan mesin pertanian yang telah

optimal dan maju serta memiliki alsintan lebih dari 10 unit dan memiliki lebih dari lima jenis alsintan.

Tabel 1. Matrik klasifikasi kelembagaan UPJA berdasarkan Permentan 25/2008

URAIAN	PEMULA	BERKEMBANG	PROFESIONAL
1. ORGANISASI			
Legalitas :			
• AD/ART	Belum Ada	Ada	Ada
Struktur Organisasi			
• Manajer	Ada	Ada	Ada
• Petugas Adm	Belum Ada	Ada	Ada
• Teknisi	Belum Ada	Ada	Ada
• Operator	Ada	Ada	Ada
Asosiasi UPJA	Belum jadi anggota	Anggota, Pasif	Anggota, Aktif
Pertemuan Rutin UPJA	Belum Ada	Sewaktu-waktu	Ada
2. TEKNIS			
• Jenis Alsintan yg dikelola	1 – 2 jenis	3 – 4 jenis	≥ 5 jenis
• Jumlah Alsintan yg dikelola	1 – 4 unit	5 – 9 unit	≥ 10 unit
• Gudang penyimpan Alsintan	Belum Ada	Ada	Ada
• Kondisi Alsintan	Terawat	Terawat	Terawat
• Bengkel Alsintan Milik UPJA	Belum Ada	Belum Ada	Ada
Pelatihan-pelatihan :			
• Manajer	Belum	Sudah	Sudah
• Petugas Administrasi	Belum	Belum	Sudah
• Operator	Belum	Sudah	Sudah
3. EKONOMI			
• Penambahan Alsintan	Belum	Sudah	Sudah
• Sumber biaya penambahan Alsintan	Swadaya	Swadaya, Bank	Swadaya, Bank
• Penambahan pelanggan	Belum Ada	Ada	Ada

UPJA berfungsi melakukan kegiatan ekonomi dalam bentuk pelayanan jasa alsintan dalam penanganan budi daya, seperti jasa penyiapan lahan dan pengolahan tanah, pemberian air irigasi, penanaman, pemeliharaan, perlindungan tanaman termasuk pengendalian kebakaran, kegiatan panen, pascapanen dan pengolahan hasil pertanian seperti jasa pemanenan, perontokan,

pengeringan dan penggilingan padi. UPJA juga turut mendorong pengembangan produk dalam rangka peningkatan nilai tambah, perluasan pasar, daya saing dan perbaikan kesejahteraan petani.

Keberadaan UPJA di daerah sentra produksi tidak saja menjadi solusi dalam mengatasi kebutuhan alsintan bagi petani untuk mengolah lahan pertanian, pengairan, panen dan pascapanen, tetapi juga menjadi solusi dalam mengatasi kelangkaan tenaga kerja di perdesaan.

Tabel 2. Provinsi dengan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian (UPJA) terbanyak tahun 2024

No	Provinsi	UPJA			Jumlah (Unit)
		Pemula	Berkembang	Profesional	
1	Sulawesi Selatan	365	34	5	**404**
2	Jawa Tengah	158	63	19	**240**
3	Bali	184	2	2	**188**
4	Riau	159	16	0	**175**
5	Jawa Timur	159	11	0	**170**

Sumber: Ditjen PSP Kementan, 2025

Transformasi dari pertanian subsisten ke komersial bukan hanya soal teknologi, melainkan soal pembentukan ekosistem mulai dari pendidikan petani, pembiayaan, kelembagaan, hingga infrastruktur. Modernisasi pertanian membutuhkan dukungan lintas sektor dan perubahan pola pikir di tingkat akar rumput. Bila tantangan bisa diatasi, Indonesia tidak hanya akan lebih siap menghadapi krisis pangan global, tetapi juga

menjadikan sektor pertanian sebagai motor pertumbuhan ekonomi perdesaan yang inklusif dan berkelanjutan.

Transformasi dari pertanian subsisten ke komersial adalah langkah tak terelakkan jika Indonesia ingin menciptakan sektor pertanian yang kompetitif, sejahtera, dan berkelanjutan. Pemerintah memiliki peran utama dalam menciptakan ekosistem yang kondusif mulai dari penyediaan akses pembiayaan, pendidikan bagi para petani muda, infrastruktur modern, hingga dukungan kelembagaan seperti UPJA.

Langkah ini juga menjadi sangat penting dalam menyambut era bonus demografi dan digitalisasi. Generasi muda Indonesia, yang tumbuh bersama teknologi dan informasi, hanya akan tertarik pada sektor pertanian jika mereka melihat pertanian sebagai usaha yang menjanjikan secara ekonomi dan status sosial. Di sinilah transformasi paradigma menjadi krusial dari bertani sekadar bertahan hidup menjadi bertani sebagai pilihan karier masa depan.

B. Elemen Pertanian Modern

Transformasi mekanisasi modern dalam sektor pertanian di Indonesia sangat bergantung pada penerapan elemen teknologi yang mampu mengatasi berbagai keterbatasan struktural, seperti fragmentasi lahan, keterbatasan tenaga kerja, dan rendahnya produktivitas petani kecil. Pemanfaatan alat dan mesin pertanian (alsintan) dalam tahapan prapanen dan pascapanen menjadi solusi nyata

dalam meningkatkan efisiensi usaha tani. Sebagai contoh, penggunaan traktor dan rice transplanter di beberapa daerah sentra produksi padi, seperti Jawa Timur dan Sumatra Selatan, telah mampu mempercepat waktu olah tanah dan tanam hingga 40% dibandingkan metode tradisional (Kementerian Pertanian RI, 2021). Di tahap pascapanen, teknologi pengering dan penggiling padi mampu mengurangi kehilangan hasil hingga 20%, sekaligus menjaga mutu gabah.

Seiring meningkatnya akses internet di perdesaan, pertanian digital mulai berkembang sebagai pendekatan baru dalam mengelola usaha tani di Indonesia. Pertanian digital mencakup pemanfaatan aplikasi berbasis web dan *mobile* untuk memantau kondisi lahan, cuaca, harga pasar, dan rekomendasi pemupukan. Aplikasi seperti SI Mantri, Petani, dan Pak Tani Digital telah diperkenalkan di berbagai daerah sebagai upaya untuk meningkatkan akses informasi petani secara *real-time* (Ardiyanto & Kusnandar, 2022). Penggunaan *big data* dan informasi spasial yaitu aplikasi Katam (kalender tanam) juga mulai diterapkan oleh lembaga seperti Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Sumber Daya Lahan Pertanian (BRMP-SDLP) untuk mendukung pengambilan kebijakan berbasis peta.

Pemanfaatan drone untuk pemetaan lahan dan penyemprotan pestisida, serta sistem irigasi tetes otomatis berbasis sensor telah menunjukkan potensi dalam menghemat air hingga 30% dan meningkatkan

hasil panen secara signifikan (Handoko et al., 2023). Walaupun skalanya masih terbatas, *smart farming* menjadi model penting dalam pembangunan pertanian berkelanjutan di masa depan.

Sensor pertanian menjadi perangkat kunci dalam mendukung pertanian presisi. Sensor tanah, kelembapan, dan suhu lingkungan yang terintegrasi dengan sistem pengendali memungkinkan petani melakukan pemupukan dan penyiraman secara efisien dan tepat waktu. Penggunaan sensor di pertanian hortikultura seperti cabai dan tomat di Lembang dan Batu telah berhasil meningkatkan hasil panen dan menekan biaya produksi (Maulana et al., 2021). Di sisi lain, tantangan utama dalam adopsi sensor ini masih terletak pada biaya investasi awal dan keterbatasan kapasitas teknis petani.

Sistem tanam benih langsung (tabela) belum banyak diadopsi oleh petani di Indonesia dan hanya berkembang di lahan rawa pasang surut khususnya di Sumatra Selatan. Padahal di negara-negara produsen padi utama di asia, sistem tanam tabela merupakan sistem tanam yang utama (IRRI, 2024). Praktik tradisional tabela dengan cara dihambur yang populer disebut “sonor” terus diperbaiki dengan memodifikasi penggunaan alat tanam benih langsung (atabela) mulai dari tabela “drum seeder” manual ditarik manusia dan seiring dengan masifnya penggunaan traktor baik traktor roda 2 dan traktor roda 4

yang digunakan sebagai tenaga penariknya (Raharjo *et al*.,2013 dan Herwenita *et al*.,2024).

Modernisasi sistem tanam benih langsung untuk meningkatkan presisi dan efektivitas sistem tabela terus berkembang dengan penggunanaan alat tanam “pneumatic seeder” dan pemanfaatan drone tanam. Khusus untuk penggunaan drone tanam masih harus terus diperbaiki terutama dalam mekanisme penjatuhan benihnya agar ada jarak antar baris tanaman (jajar tanam) yang rapih. Seiring dengan tuntutan peningkatan produktivitas dan produksi padi dengan ketersediaan Alsintan bantuan, maka sistem tanam tabela dapat lebih diperluas penerapannya di lahan sawah lainnya.

Perkembangan penggunaan mesin pengering gabah menggunakan bahan bakar sekam merupakan contoh bagaimana peningkatan provitas dan produktivitas di lahan rawa mendorong berkembangnya suatu inovasi. Pada awal pembukaan reklamasi lahan yang dilanjutkan dengan penempatan petani dari Jawa dan Bali di Sumatra Selatan pada tahun 1980-an, produktivitas padi yang dihasilkan oleh petani masih sangat rendah < 2 ton/ha yang berlangsung hingga tahun 1990-an mendekati tahun 2000. Pada kurun waktu ini sudah banyak dikenalkan alsintan pengering gabah terutama tipe bak atau *“flat-bed dryer”* berupa *proto-type* maupun produksi dari pabrikan. Meski demikian, adopsi oleh petani masih sangat rendah dengan berbagai macam penyebabnya, dan sebab utamanya adalah produksi yang rendah masih dapat

menggunakan pengeringan tradisional di bawah sinar matahari *“sun drying”*.

Pada pertengahan dekade 2000, seiring dengan peningkatan provitas dan produksi padi di lahan-lahan eks reklamasi pasang surut Sumatra Selatan, praktik pengeringan tradisional menggunakan terpal jemur sebagai alas gabah menjadi kendala untuk menghasilkan mutu gabah baik dan menyebabkan *losses* yang tinggi. Maka introduksi mesin pengering mendapatkan momentumnya, yang sebelumnya adopsi masih rendah terutama oleh pelaku usaha penggilingan padi.

Pada tahun 2004, penggunaan mesin pengering *box dryer* oleh para petani/pemilik RMU (*Rice Milling Unit*) -- mesin penggiling padi menjadi beras-- telah berkembang pesat, terutama di Delta Telang dan Delta Saleh. Adapun kendala dari mesin pengering ini adalah investasi alat yang harganya mahal dan tidak terjangkau karena menggunakan bahan plat besi untuk bak pengering. Hal tersebut dapat diatasi dengan pembuatan bak pengering dari bahan tembok yang harganya lebih murah, sehingga investasi alat dapat ditekan sekitar 50%. Biaya atau ongkos pengeringan menggunakan *box dryer* lebih murah daripada dikeringkan dengan cara dijemur. Pada tahun 2002, biaya pengeringan menggunakan *box dryer* membutuhkan BBM sekitar Rp.40/Kg GKP lebih rendah dibandingkan dengan biaya penjemuran yaitu Rp. 50/Kg GKP (Sutrisno *et al*., 2024, Sutrisno *et al*. 2005 dan Raharjo *et al*.,2005).

Saat ini dengan perkembangan penggunaan alsintan pascapanen, penggunaan mesin pengering padi kapasitas besar berbahan bakar sekam menjadi kebutuhan oleh penggilingan-penggilingan padi modern. Teknologi mesin pengering *box dryer* BBS merupakan inovasi teknologi yang ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah hasil pertanian dan mengurangi pelepasan zat karbon ke atmosfer karena di dalam tungku, sekam diubah menjadi arang dan bukan abu. Secara tidak disengaja, inovasi ini pada awalnya fokus untuk menjawab permasalahan rendah mutu gabah yang dihasilkan petani, namun akhirnya dapat memecahkan permasalahan lain, yaitu salah satu isu lingkungan pemanasan global.

Permasalahan utama rendahnya kualitas hasil pertanian di Indonesia adalah tidak adanya insentif bagi petani yang melakukan perbaikan pada kualitas. Aktivitas setelah panen tidak menyediakan tambahan pendapatan yang signifikan. Sementara itu, petani tidak dapat menunda penjualan produknya karena terbentur akan kebutuhan dasar yang penting. Selain itu, petani sangat bergantung kepada pedagang/pengumpul yang menampung hasil panen mereka.

Permasalahan lain yang sering dihadapi petani saat ini adalah sulitnya tenaga kerja panen terutama pada saat panen raya. Pada wilayah tertentu misalnya Kalimantan dan Jawa, masyarakat lebih memilih untuk menjadi buruh perusahaan sawit ataupun pabrik/industri.

Pengembangan pertanian tidak dapat dipisahkan dari teknologi mekanisasi pertanian (Sims and Kienzle, 2017). Mesin pertanian merupakan kebutuhan utama pada sektor pertanian sebagai akibat dari langkanya tenaga kerja. Kehadiran mesin pertanian diperuntukan sebagai solusi atas langkanya tenaga kerja dan hewan ternak di mana upah tenaga kerja dan penggunaan hewan ternak untuk panen sangatlah tinggi.

Produksi yang dilakukan secara manual dan tradisional tidak mampu mendukung pasokan dan permintaan (Uslianti et al., 2014; Rugumamu et al, 2011). Mesin yang tepat akan mengurangi waktu proses, biaya produksi, jumlah tenaga kerja, kehilangan hasil kuantitatif/kualitatif selama proses pascapanen. Pascapanen yang tepat adalah salah satu cara untuk memaksimalkan dan terus meningkatkan produksi sampai ke tangan konsumen. Kehilangan hasil pascapanen baik kuantitatif maupun kualitatif dapat terjadi pada setiap tahapan antara panen dan konsumsi. Selain itu, topik kehilangan hasil telah berkembang secara signifikan untuk memastikan kecukupan pangan pada pertumbuhan populasi yang sangat cepat dan penekanan terhadap pengembangan *Good Handling Practises* sangat diperlukan (Steur et al., 2016; Garbaba et al., 2017; Engstrom and Carlsson-Kanyama, 2004; Mezgebe et al., 2016; Munsol et al., 2017; Mogale et al., 2017).

Penggunaan bantuan sarana pascapanen yang diberikan pemerintah merupakan stimulan penerapan pascapanen yang baik dan benar, sehingga diharapkan mampu mendukung peningkatan produksi melalui peningkatan produktivitas, efisiensi kerja, dan peningkatan kualitas. Pemanfaatan alsintan pascapanen dapat optimal dengan adanya proporsi jumlah unit ketersediaan yang tepat di wilayah tertentu.

Integrasi Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (*Artificial Intelegent* atau AI) dalam pertanian Indonesia mulai berkembang. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data dari berbagai perangkat seperti kamera, alat ukur kelembaban, dan aktuator yang terhubung ke internet untuk mengendalikan proses produksi secara otomatis. Sementara itu, AI digunakan dalam pengolahan citra untuk identifikasi penyakit tanaman dan dalam sistem prediktif untuk estimasi panen. Penelitian oleh Setiawan et al. (2022) di IPB menunjukkan bahwa model AI mampu memprediksi hasil panen padi dengan akurasi lebih dari 85% berdasarkan data NDVI dan kondisi iklim lokal.

Indonesia dapat mengakselerasi transformasi pertanian dari skala kecil ke skala komersial yang produktif, efisien, dan berkelanjutan dengan mengadopsi elemen-elemen pertanian modern. Namun, keberhasilan implementasi teknologi ini sangat bergantung pada pendekatan sistemik yang mencakup pelatihan petani, dukungan kebijakan fiskal, penguatan riset terapan, serta

peningkatan akses pembiayaan dan infrastruktur digital di perdesaan. Transformasi mekanisasi modern tidak cukup hanya mengandalkan alat dan teknologi, tetapi juga membutuhkan sinergi lintas sektor yang terencana dan berkelanjutan.

C. Penggunaan Platform Digital di Kementan

Konsep modern dalam masyarakat dunia saat ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pendapatan sebesar-besarnya, tetapi perlu mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan dan kehidupan masyarakat yang berkualitas. Dalam konsep Society 5.0 digambarkan bahwa di masa depan teknologi diharapkan dapat digunakan untuk memberikan solusi bagi masalah sosial, meningkatkan kualitas hidup, dan membawa dampak positif pada masyarakat secara keseluruhan.

Petani dalam bidang pertanian modern adalah aktor utama sebagai pemegang peran dalam memanfaatkan teknologi dan informasi. Kondisi Indonesia yang beragam tidak dapat didekati secara sentralistik. Petani pada era pertanian modern akan mengembangkan usaha pertaniannya secara selektif dan spesifik lokasi. Keberhasilan pertanian modern tergantung adanya keterkaitan antarpelaku usaha, akses terhadap sumber daya, teknologi, manajemen, investasi, pasar, dan dukungan kebijakan pemerintah. Pemanfaatan teknologi informasi seperti penggunaan platform digital merupakan sarana yang diharapkan dapat digunakan oleh petani dan

pemangku kepentingan lainnya dalam menciptakan keberhasilan pertanian.

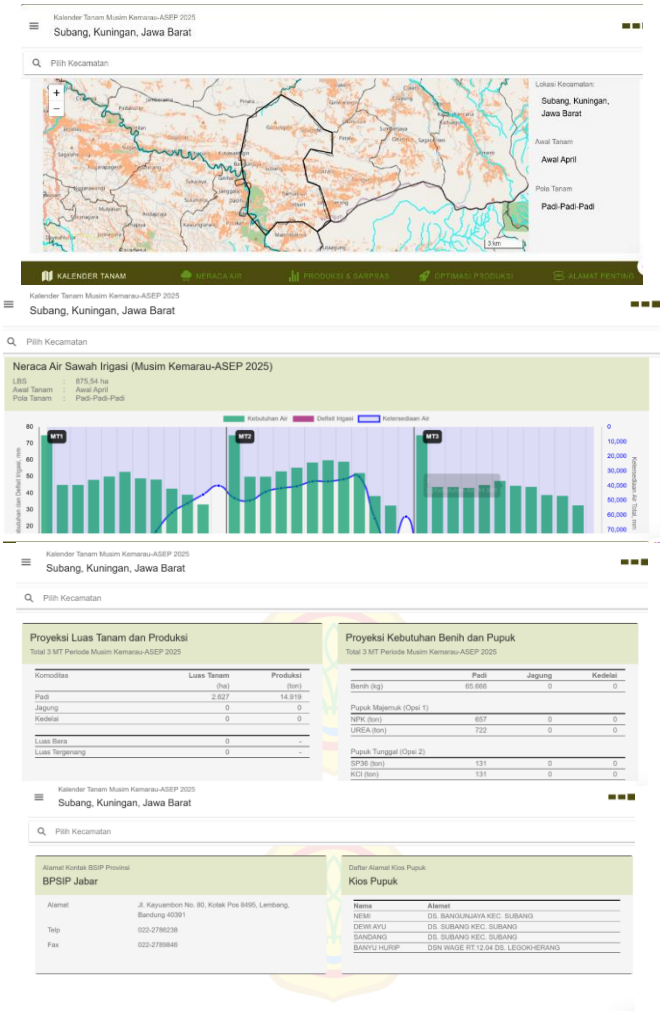
Kementerian Pertanian (Kementan) telah membuat sistem informasi geospasial berbasis aplikasi *mobile* dan *website* untuk mendukung kegiatan pertanian yang lebih efisien dan berbasis data. Sistem informasi geospasial dapat membantu petani, pengambil kebijakan, dan pemangku kepentingan dalam perencanaan tanam yang disusun berdasarkan prediksi iklim, ketersediaan air, rekomendasi varietas, dan pupuk.

Informasi yang disajikan berbasis geospasial di tingkat kecamatan di antaranya kalender tanam, neraca air, optimasi produksi, *standing crop* tanaman padi, dan potensi pengembangan indeks pertanaman, yang dituangkan dalam bentuk Aplikasi SIAP TANAM (https://siaptanam.brmpkementan.id) dan Aplikasi SISCrop (https://scs1.brmpkementan.id). Aplikasi SIAP TANAM berhubungan dengan rekomendasi waktu tanam, sedangkan SISCrop memberikan informasi tegakan padi eksisting.

SISCrop merupakan sistem informasi berbasis penginderaan jauh yang memberikan informasi tentang kondisi faktual tanaman padi dan tanaman lainnya di lapangan. SISCrop pada awalnya dibangun oleh Badan Penelitan dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) Kementan (pada masanya) bekerja sama dengan LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksan Nasional). Sistem informasi ini memanfaatkan data citra satelit Sentinel-1

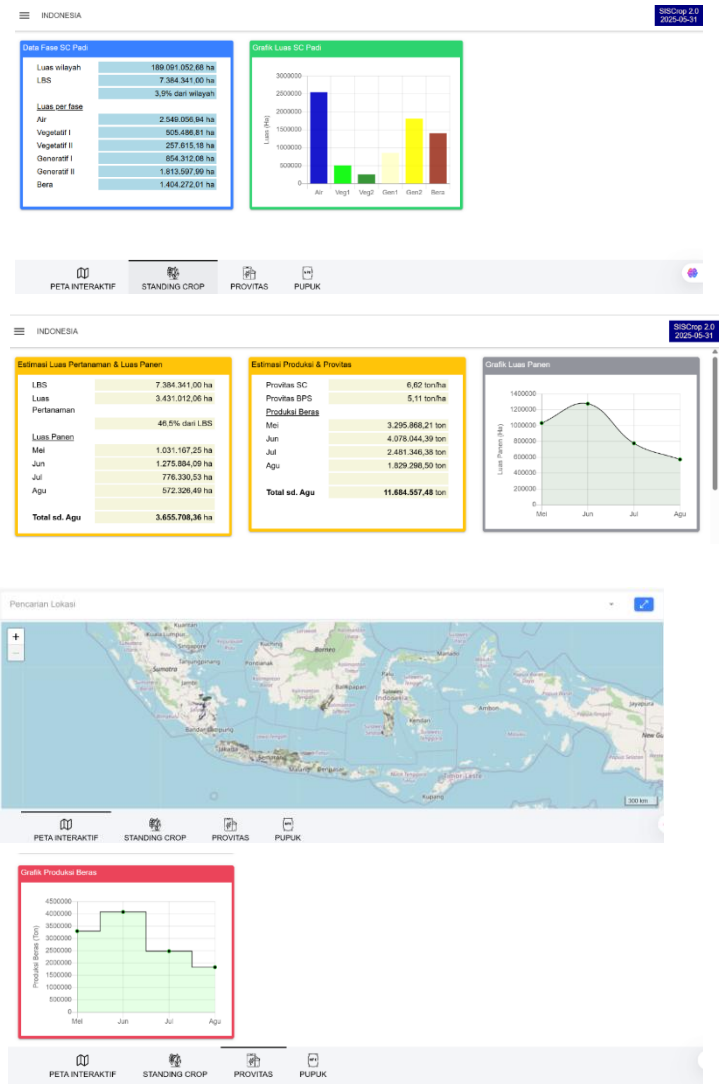
untuk memonitor lahan pertanian dan kondisi tanaman seperti fase pertumbuhan padi, luas tanam, luas panen, produktivitas, dan indeks pertanaman sesuai kondisi di lapangan. Saat ini, telah digunakan SISCrop2.0. Pada SISCrop2.0 data divisualisasikan melalui peta interaktif secara spasial, data numerik berbentuk tabular dan grafik, yang di-*update* setiap 15 hari dengan rasio 10x10 meter. SiSCrop 2.0 juga dilengkapi dengan informasi provitas padi sawah di seluruh Indonesia.

Gambar 20. Sistem informasi Siap Tanam
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025



Gambar 21. Sistem informasi aplikasi Siap Tanam dengan contoh pilihan informasi Kecamatan Subang, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat

Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025



Gambar 22. SISCrop 2 beserta tampilan menu informasi
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

BAB 4
EKOSISTEM PERTANIAN MODERN

A. Ekosistem Riset dan Kolaborasi Lintas Sektoral

Selama puluhan tahun, Kementerian Pertanian melalui Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian) memainkan peran sentral dalam pengembangan inovasi pertanian di Indonesia. Institusi ini telah menghasilkan ribuan riset aplikatif, mulai dari varietas unggul padi, teknologi pengendalian hama yang ramah lingkungan, sistem pemupukan berimbang, hingga mekanisasi yang mendukung efisiensi usaha tani. Balitbangtan tidak hanya menjadi pusat ilmu pengetahuan, tetapi juga tulang punggung kemajuan pertanian berbasis sains di Indonesia.

Seiring dinamika kebijakan nasional, pada tahun 2021 pemerintah mengambil langkah strategis dengan mengintegrasikan fungsi-fungsi riset dari berbagai kementerian ke dalam BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional). Tujuannya adalah memperkuat koordinasi, efisiensi, dan hilirisasi hasil riset ke masyarakat. Meskipun mengalami transformasi kelembagaan, semangat Kementerian Pertanian dalam mendukung pengembangan ilmu pengetahuan tidak meredup. Justru ruang kolaborasi menjadi semakin terbuka, baik dengan

lembaga riset nasional, perguruan tinggi, maupun dunia usaha.

Kontribusi perguruan tinggi juga menjadi bagian penting dari ekosistem ini. Banyak kampus pertanian di Indonesia secara aktif mendorong lahirnya inovasi berbasis teknologi, seperti bioteknologi tanaman, rekayasa alat dan mesin pertanian, pertanian presisi, hingga pengelolaan agroekosistem. Melalui pendekatan riset berbasis kebutuhan lokal, perguruan tinggi menjadi mitra utama dalam menciptakan inovasi yang relevan dan berdampak langsung bagi petani.

Sebagai bentuk komitmen terhadap riset berkelanjutan, pada tanggal 24 Februari 2024, Kementerian Pertanian bersama Kemdikbudristek bidang sains dan teknologi (Kemdiktisaintek) menjalin kerja sama strategis guna mempercepat swasembada pangan nasional yang berkelanjutan. Fokus kerja sama ini adalah riset jangka panjang terhadap komoditas strategis dengan produktivitas yang masih rendah, seperti padi, jagung, bawang putih, tebu, sapi, kedelai, pupuk, ubi kayu, dan gandum. Komoditas-komoditas ini dipilih karena peran vitalnya dalam memperkuat ketahanan pangan dan menekan ketergantungan terhadap impor.

Gambar 23. Penandatangan Nota Kesepahaman Kementan dan Kemendiktisaintek

Sumber. BRMP Kementan, 2024

Sebagai tindak lanjut dari kerja sama antar kementerian tersebut, pemerintah juga melakukan penguatan kelembagaan melalui transformasi Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) menjadi Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian (BRMP), sebagaimana diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 192 Tahun 2024. BRMP kini mengemban tugas strategis dalam perekayasaan, perakitan, pengujian, serta perumusan standar dan penilaian kesesuaian di bidang pertanian. Harapannya, kegiatan BRMP mampu mempercepat adaptasi teknologi terapan dan penerapan standar teknis untuk mendorong modernisasi pertanian nasional.

Gambar 24. Tindak lanjut Nota Kesepahaman Kementan dan Kemendiktisaintek

Sumber: BRMP Kementan, 2024

Keberhasilan transformasi menuju pertanian modern tidak hanya bertumpu pada inovasi teknologi, tetapi juga memerlukan ekosistem riset yang solid dan terintegrasi, yang menjembatani kepentingan pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan petani sebagai pengguna akhir inovasi. Melalui sinergi yang baik antarelemen tersebut, Indonesia memiliki peluang besar untuk membangun sistem pertanian yang berkelanjutan, adaptif, dan berdaya saing tinggi di tingkat global.

Sebagian inovasi yang dihasilkan bahkan telah dilisensikan kepada pihak swasta, menandakan kesiapan teknologi tersebut untuk diadopsi secara luas oleh dunia usaha dan petani. Beberapa contoh teknologi yang telah memasuki fase hilirisasi antara lain:

- *Rice Transplanter* tipe Jarwo, alat tanam padi sistem jajar legowo,

- Mini *Combine Harvester*, mesin panen terpadu skala kecil yang cocok untuk lahan sempit,
- Rotavator, alat pengolah tanah efisien yang mempercepat persiapan tanam.

Tak hanya itu, dalam semangat modernisasi pertanian, sejumlah inovasi teknologi canggih juga terus dikembangkan, seperti:

- *Drone* pertanian untuk pemupukan dan penyemprotan presisi,
- *Autonomous tractor* yang mampu bekerja tanpa operator,
- *Smart irrigation system* yang mengatur kebutuhan air tanaman secara otomatis dan efisien.

B. Pendidikan dan Pelatihan untuk Petani Muda

Krisis regenerasi petani menjadi tantangan krusial dalam pembangunan pertanian Indonesia. Data dari Sensus Pertanian 2023 menunjukkan bahwa mayoritas petani berusia di atas 45 tahun, sementara minat generasi muda terhadap sektor ini masih rendah. Di tengah tekanan perubahan iklim, alih fungsi lahan, serta meningkatnya biaya produksi, ketahanan pangan Indonesia memerlukan terobosan yang lebih dari sekadar intervensi teknis, yaitu penciptaan sumber daya manusia pertanian yang unggul dan adaptif.

Generasi muda, khususnya milenial, sebenarnya memiliki potensi besar untuk membawa angin segar

dalam pertanian. Kedekatan para milenial terhadap teknologi, dunia digital, dan kewirausahaan, dapat menjadi motor penggerak transformasi pertanian dari sistem konvensional menuju sistem modern yang berbasis efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan.

Namun demikian, persepsi bahwa bertani adalah pekerjaan fisik yang berat, kurang menguntungkan, dan tak memiliki masa depan, masih menjadi penghambat besar. Oleh karena itu, pemerintah perlu menghadirkan intervensi yang bukan hanya mengedukasi, tetapi juga membentuk ekosistem pertanian modern yang menarik, menjanjikan, dan menguntungkan bagi generasi muda.

Sebagai langkah konkret mempercepat regenerasi petani dan modernisasi sektor pertanian, Kementerian Pertanian membentuk Brigade Pangan, sebuah kelembagaan usaha tani modern yang anggotanya terdiri dari petani muda. Satu brigade terdiri dari 15 orang anggota dan memperoleh dukungan berupa paket lengkap alat dan mesin pertanian (alsintan), yakni 2 unit traktor roda empat, 4 *hand tractor*, 2 *combine harvester*, dan 3 *rice transplanter*.

Brigade Pangan didesain untuk membentuk klaster pertanian modern berbasis kewirausahaan, didukung dengan infrastruktur tata lahan dan tata air, serta penerapan teknologi pertanian presisi. Masing-masing anggota brigade diberikan tanggung jawab spesifik dalam struktur kerja yang terorganisir, mencakup seluruh rantai nilai dari hulu (budi daya) hingga hilir (pengolahan dan

pemasaran). Ini bertujuan menciptakan sistem pertanian yang efisien, produktif, dan berkelanjutan.

Tujuan dari inisiatif ini adalah untuk meningkatkan produksi pangan melalui adopsi teknologi tepat guna, membentuk komunitas petani muda yang kolaboratif dan inovatif, serta memberdayakan mereka secara ekonomi dengan akses yang lebih luas ke pasar, teknologi, dan pengetahuan. Brigade ini juga menjadi sarana edukasi masyarakat dalam membangun kesadaran akan pentingnya ketahanan pangan nasional.

Setiap petani muda dalam Brigade Pangan berpeluang memperoleh pendapatan sebesar Rp10 juta hingga Rp30 juta per bulan, asalkan mampu mengelola sistem pertanian modern secara optimal. Potensi ini menjadi daya tarik kuat untuk mendorong generasi muda agar terjun ke sektor pertanian sebagai bidang yang menjanjikan dan bermartabat.

Sebagai bagian dari strategi penguatan kapasitas, Kementerian Pertanian secara konsisten melaksanakan pelatihan-pelatihan bagi petani muda, penyuluh pertanian, hingga widyaiswara di berbagai wilayah Indonesia. Salah satu kegiatan utama adalah pelatihan khusus Brigade Pangan yang digelar sepanjang tahun 2025 di sejumlah kabupaten di Provinsi Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Jambi, Sulawesi Selatan, Papua Selatan, Lampung, serta Bangka Belitung.

Selain pelatihan khusus untuk penyiapan tenaga kompeten Brigade Pangan serta literasi dan edukasi keuangan bagi para pengelola brigade, Kementerian Pertanian juga menyelenggarakan pelatihan untuk para widyaiswara, dosen, guru, dan penyuluh yang turut mendukung pengembangan Brigade Pangan. Di sisi lain, petani milenial juga mendapatkan penguatan kapasitas melalui *Training of Trainers* (TOT) Alsintan, serta pelatihan K-Smart Farm. K-Smart Farm adalah sebuah kolaborasi strategis antara pemerintah Indonesia dan Korea Selatan yang bertujuan meningkatkan pendapatan petani muda dengan mengadopsi teknologi pertanian cerdas. Tak hanya itu, berbagai pelatihan tematik lainnya juga diselenggarakan berdasarkan kebutuhan spesifik di masing-masing daerah, guna mencetak generasi petani muda yang mandiri, profesional, dan adaptif dalam menghadapi tantangan pertanian modern berskala global.

Tabel 3. Pelatihan petani muda–Brigade Pangan

Nama Pelatihan	Total Peserta
Pelatihan Brigade Pangan	14.529
Training Of Trainer (TOT) ALSINTAN	106
Training Of Tainers Mendukung Brigade Pangan Bagi Widyaiswara, Dosen, Guru, Dan Penyuluh Pertanian	3.421
Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan Bagi Penyuluh Pendamping dan Pengelola Brigade Pangan	16
Pelatihan Strategi Pencegahan PHMS Bagi Petugas Kesehatan Hewan	35
Short Term Training For K-Smart Project	204
MOOC pelatihan Pengendalian Zoonosis dengan Pendekatan One Health	282
Pelatihan Dasar Fungsional Penyuluh Pertanian Ahli	26
Pelatihan Juru Sembelih Halal	44
Pelatihan Konsultan Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	29
Pelatihan Mandiri Dasar Fungsional Medik Veteriner	30
Pelatihan Mandiri Teknis Kesehatan Hewan	18
TOTAL	**18.740**

Sumber: BPPSDMP Kementan, 2025

Para petani muda yang tergabung dalam Kelompok Tani atau Brigade Pangan tidak hanya menjadi ruang pembelajaran dan praktik lapangan, tetapi juga instrumen pembangunan perdesaan yang efektif. Kehadirannya membuka lapangan kerja, memperkuat rantai pasok pertanian, serta mendorong diversifikasi dan hilirisasi produk. Pertanian modern pun hadir sebagai kekuatan transformasi yang membawa dampak nyata pada pertumbuhan ekonomi, kohesi sosial, dan kelestarian lingkungan.

Kementerian Pertanian memiliki strategi dalam mencetak petani muda unggul melalui Program Pengembangan Petani Muda Indonesia, yang dirancang untuk mencetak petani muda yang mandiri, profesional,

dan berjiwa wirausaha. Program ini tidak hanya mengajarkan keterampilan teknis seperti budi daya, pengelolaan alsintan, dan pemanfaatan teknologi IoT, tetapi juga mencakup pelatihan manajemen usaha tani, pemasaran digital, hingga penguatan jejaring nasional dan global.

Salah satu metode andalan dalam program ini adalah pelatihan vokasi dan magang, baik di dalam maupun luar negeri. Ribuan peserta telah diberangkatkan untuk magang ke Jepang, Korea Selatan, hingga negara-negara Eropa guna menyerap ilmu pertanian modern yang kemudian diterapkan kembali di tanah air.

Program magang luar negeri menjadi salah satu pendekatan penting untuk membentuk SDM pertanian yang tangguh. Sampai tahun 2024, Kementerian Pertanian telah mengirim lebih dari 1.512 peserta magang ke Jepang dan 99 orang ke Taiwan. Mereka mendapatkan pelatihan langsung dari pelaku industri pertanian modern, dan setelah kembali, menjadi agen transformasi di daerah masing-masing. Selain itu, magang dalam negeri juga diselenggarakan di Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) dan kawasan percontohan pertanian modern.

Program ini diyakini mampu menyiapkan generasi petani masa depan yang unggul melalui pendekatan berbasis pendidikan, pelatihan, kelembagaan modern, dan insentif ekonomi. Mereka tidak hanya mampu mengoperasikan alsintan atau mengelola lahan, tetapi

juga menjadi pelaku bisnis agrikultur yang tangguh dan inovatif.

Regenerasi petani bukanlah pilihan, melainkan keniscayaan. Pendidikan dan pelatihan bagi petani muda adalah jalan utama menuju pertanian modern yang berdaya saing tinggi. Melalui modal semangat, teknologi, dan dukungan pemerintah, generasi muda Indonesia siap menjadi garda depan kedaulatan pangan nasional dan membawa Indonesia menuju lumbung pangan dunia.

C. Infrastruktur Pertanian Modern

Modernisasi pertanian tidak akan terjadi tanpa dukungan infrastruktur pertanian yang memadai. Infrastruktur merupakan fondasi utama bagi terciptanya sistem pertanian yang produktif, efisien, dan berkelanjutan. Beberapa infrastruktur penting dalam pertanian modern di antaranya mencakup jaringan irigasi teknis, jalan usaha tani, alat mesin pertanian, sarana pertanian digital hingga regulasi yang mendukung dalam modernisasi pertanian. Pembangunan infrastruktur ini bukan sekadar pelengkap, melainkan syarat utama bagi adopsi teknologi, peningkatan produktivitas, dan efisiensi dalam sistem pertanian modern.

Pertanian tradisional mengacu pada praktik pertanian yang diikuti dari generasi ke generasi. Metode pertanian tradisional bervariasi di seluruh budaya dan wilayah. Teknik bertani dengan alat usia tua dan implementasi ternak menghasilkan budi daya tanaman

yang berskala kecil. Pertanian tradisional menekankan pengetahuan lokal dan adat yang bergantung pada proses alami. Pendekatan ini berfokus pada keberlanjutan dan harmoni dengan lingkungan dan iklim, membantu menjaga kesuburan tanah dan keanekaragaman hayati. Namun, hasil dari pertanian tradisional kurang efisien dan tidak mampu menanggulangi kebutuhan pangan yang selaras dengan peningkatan jumlah penduduk nasional dan dunia.

Sebaliknya, pertanian modern hadir sebagai respons terhadap tantangan tersebut. Pertanian modern mampu meningkatkan produktivitas secara signifikan dengan pendekatan berbasis teknologi dan skala industri. Inovasi seperti penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan), sistem irigasi modern, serta pengelolaan berbasis data menjadi komponen utama dalam transformasi ini. Salah satu elemen penting yang menopang sistem ini adalah infrastruktur pertanian modern.

Pertanian modern mendorong inovasi dalam teknologi pertanian, yang mengarah pada praktik yang lebih berkelanjutan. Pertanian presisi merupakan salah satu metode pertanian modern yang menggunakan teknologi untuk mengoptimalkan pengelolaan tanaman dan menggunakan sumber daya untuk meningkatkan efisiensi. Implikasi dari pertanian modern adalah peningkatan produktivitas, penggunaan sumber daya yang efisien, pengurangan konversi lahan, dan inovasi teknologi. Teknik pertanian modern telah memungkinkan

hasil panen yang lebih tinggi. Teknologi pertanian presisi mengoptimalkan aplikasi air, pupuk, dan pestisida. Penggunaan teknologi ini mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi sumber daya. Hasil panen yang lebih tinggi pada lahan pertanian yang ada membatasi konversi habitat alami menjadi lahan pertanian.

Modernisasi infrastruktur pertanian berdampak besar terhadap efisiensi dan produktivitas. Pemanfaatan alsintan seperti traktor, *combine harvester*, *drone*, dan mesin tanam-panen otomatis telah menurunkan ketergantungan terhadap tenaga kerja manusia. Selain itu, teknologi ini membantu mengurangi biaya produksi, menekan kehilangan hasil, serta meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen.

Meskipun berdampak negatif terhadap lingkungan, dalam banyak kasus, pertanian modern mencegah penggundulan hutan dan perluasan pertanian ke lahan yang semakin rapuh, mencegah kerusakan habitat satwa liar, hilangnya keanekaragaman hayati, dan peningkatan polusi air dan udara akibat erosi dan degradasi tanah. Tekanan demografi telah menyebabkan degradasi lingkungan yang besar melalui perambahan petani miskin di hutan, di lereng bukit, dan di lahan marginal dengan hasil yang mencakup erosi tanah, kerusakan habitat alami, dan banjir.

Transformasi pertanian konvensional melalui penerapan inovasi, teknologi, SDM dan pemantapan kelembagaan akan memberikan keuntungan, seperti

pemakaian tenaga kerja menurun, biaya produksi menurun, kehilangan hasil menurun, serta produktivitas dan kualitas meningkat. Terwujudnya sistem pertanian modern yang tangguh memerlukan dukungan berbagai komponen infrastruktur yang saling terkait dan saling memperkuat. Infrastruktur pertanian bukan sekadar soal fisik semata, melainkan sebuah ekosistem yang terintegrasi.

Gambar 25. Transformasi pertanian konvensional menuju pertanian modern
Sumber: BRMP Mektan Kementan, 2025

Jalan Usaha Tani (JUT) berperan sebagai jalur penghubung yang sangat penting antara lahan pertanian dengan infrastruktur umum seperti jalan desa, pasar, gudang, dan unit pengolahan hasil pertanian. Pembangunan dan perbaikan JUT bertujuan untuk mempermudah mobilitas petani serta pergerakan alat dan mesin pertanian (alsintan), sekaligus mempercepat distribusi hasil panen. Di tengah tantangan perubahan

iklim dan semakin sempitnya jendela waktu tanam, keberadaan JUT yang memadai menjadi faktor kunci dalam peningkatan indeks pertanaman dan efisiensi biaya produksi. Untuk itu, pada tahun 2022 hingga 2024, Kementerian Pertanian mengalokasikan program pembangunan JUT guna mendukung kemudahan akses dalam kegiatan produksi pangan.

Ketersediaan air dalam konteks peningkatan produksi pangan merupakan faktor paling esensial. Pengelolaan air dari hulu hingga hilir memerlukan keberadaan infrastruktur irigasi yang lengkap dan berfungsi optimal, seperti bendungan, saluran primer, sekunder, tersier, hingga saluran di tingkat usaha tani. Seluruh sistem ini dikelola sebagai satu kesatuan yang berada dalam kewenangan lembaga pemerintah yang menangani sumber daya air. Oleh karena itu, sinergi antara Kementerian Pertanian dan Kementerian Pekerjaan Umum terus diperkuat agar ketersediaan air irigasi ke lahan pertanian dapat terus terjamin.

Sebagai bentuk dukungan tambahan, Kementerian Pertanian juga melakukan intervensi langsung melalui program Rehabilitasi Jaringan Irigasi, Pembangunan Embung Pertanian, Irigasi Perpompaan dan Irigasi Perpipaan yang memanfaatkan sumber air permukaan. Secara alami, kebutuhan air tanaman biasanya dipenuhi oleh curah hujan dan jaringan irigasi. Namun dalam praktiknya, di beberapa wilayah dan pada periode tertentu, ketersediaan air tidak selalu mencukupi. Oleh

karena itu, intervensi ini menjadi langkah strategis untuk memenuhi kebutuhan air, khususnya di area pertanian yang belum terlayani oleh sistem irigasi teknis.

Tabel 4. Bantuan pemerintah terkait infrastruktur pertanian modern

No	Kegiatan	2020		2021		2022		2023		2024	
		Volume	Satuan	Volume	Satuan	Volume	Satuan	Volume	Satuan	Volume	Satuan
1	JUT					941	Unit	928	Unit	20	Unit
2	Irigasi Perpipaan	138	Unit	149	Unit	150	Unit	37	Unit	5435	Unit
3	Embung Pertanian	400	Unit	399	Unit	399	Unit	503	Unit		
4	Bangunan Konservasi dan Antisipasi Anomali Iklim			233	Unit	347	Unit	459	Unit	478	Unit
5	Irigasi Perpompaan Besar Wilayah Timur	63	Unit	58	Unit	50	Unit	1	Unit	161	Unit
6	Irigasi Perpompaan Menengah Wilayah Timur	37	Unit	57	Unit	50	Unit	1	Unit		
7	Irigasi Perpompaan Besar Wilayah Tengah	260	Unit	150	Unit	50	Unit	55	Unit	1279	Unit
8	Irigasi Perpompaan Menengah Wilayah Tengah	135	Unit	79	Unit	50	Unit	28	Unit		
9	Irigasi Perpompaan Besar Wilayah Barat	348	Unit	233	Unit	50	Unit	3	Unit	4452	Unit
10	Irigasi Perpompaan Menengah Wilayah Barat	157	Unit	142	Unit	50	Unit	22	Unit		
11	Jaringan Irigasi Tersier	185.600	Ha	5.150	Unit	3.934	Unit	1.028	Unit	1663	Unit

Sumber: Kementan, 2025

Sebagai bagian dari pengembangan infrastruktur pertanian modern, Kementerian Pertanian telah menyalurkan bantuan alat dan mesin pertanian (alsintan) secara masif ke seluruh Indonesia. Bantuan ini disalurkan melalui Kelompok Tani, Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan), Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA), serta dinas pertanian daerah dalam bentuk brigade alsintan yang tersebar di sentra-sentra produksi. Pemanfaatan alsintan merupakan elemen kunci dalam pertanian modern karena mampu meningkatkan efisiensi kerja,

mempercepat rotasi tanam, serta menekan biaya produksi. Namun. untuk menjaga keberlanjutannya diperlukan dukungan sistem pemeliharaan, perbaikan, dan ketersediaan suku cadang yang dapat dilaksanakan oleh UPJA sebagai ujung tombak pelayanan teknis di tingkat lapangan.

Modernisasi pertanian tidak hanya berbicara tentang alsintan, tetapi juga mencakup pembangunan infrastruktur pendukung yang lebih komprehensif. Seiring meningkatnya intensitas penggunaan alsintan, keberadaan bengkel alsintan menjadi kebutuhan strategis. Bengkel ini bukan hanya tempat perawatan dan perbaikan, tetapi juga berperan sebagai pusat edukasi teknis bagi operator dan petani agar mampu mengoperasikan alsintan secara optimal. Dalam kerangka pertanian modern, bengkel alsintan idealnya terintegrasi dengan berbagai layanan seperti *towing service* untuk alsintan yang mogok di lapangan, gudang *spare part* yang memadai, serta jasa antar jemput alsintan.

Penguatan ekosistem alsintan melalui infrastruktur yang modern, responsif, dan terdesentralisasi akan memperpanjang umur pakai alsintan, meningkatkan produktivitas petani, dan menjadikan sistem pertanian nasional lebih adaptif terhadap tantangan masa depan.

Modernisasi pertanian tidak hanya bergantung pada keberadaan alat dan mesin pertanian (alsintan), tetapi juga pada infrastruktur pendukung yang menjamin

alsintan dapat dioperasikan secara optimal di lapangan. Alsintan yang telah didistribusikan oleh pemerintah melalui kelompok tani (Poktan), gabungan kelompok tani (Gapoktan), Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA), maupun Brigade Alsintan Dinas, harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk mendukung peningkatan produktivitas dan pencapaian target swasembada pangan nasional.

Salah satu elemen krusial yang menopang kegunaan alsintan adalah ketersediaan bahan bakar minyak (BBM). Tanpa BBM, mesin tidak dapat dioperasikan, sehingga kegiatan budi daya pertanian mulai dari pengolahan lahan, penanaman, hingga panen dan pascapanen berpotensi terganggu. Guna menjamin kebutuhan BBM untuk usaha pertanian tersebut, maka Kementerian Pertanian melalui Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian setiap tahun menyampaikan usulan kebutuhan Jenis BBM Tertentu (JBT) Solar dan Jenis BBM Khusus Penugasan (JBKP) Bensin kepada Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas).

Pada tahun 2025 ini, berdasarkan Surat Keputusan Kepala BPH Migas Nomor 65/P3JBT/BPH Migas/KOM/2024 tanggal 10 Desember 2024 bahwa kuota JBT (Minyak Solar) untuk konsumen pengguna pertanian tahun 2025 adalah sebesar 1.399.578 KL (satu juta tiga ratus sembilan puluh sembilan ribu lima ratus tujuh puluh delapan kiloliter). Jumlah kuota yang diberikan untuk usaha sektor pertanian tahun 2025, sama dengan jumlah kuota yang diberikan untuk usaha sektor pertanian tahun

2024 yaitu sebesar 1.399.578 KL. Mengingat JBT Minyak Solar merupakan BBM bersubsidi, maka penyediaan dan penggunaannya dalam pengawasan dan pemantauan oleh instansi/lembaga terkait.

Oleh karena itu, pembelian JBT Minyak Solar untuk usaha pertanian harus sesuai dengan kebutuhan dan sesuai rekomendasi instansi berwenang. Hal ini untuk meminimalkan terjadinya penyimpangan pembelian dan penggunaan BBM di lapangan. Pembelian BBM untuk usaha sektor pertanian baik JBT Solar dan JBKP Bensin ketentuannya mengacu pada Peraturan BPH Migas Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Penerbitan Surat Rekomendasi Untuk Pembelian Jenis Bahan Bakar Minyak Tertentu dan Jenis Bahan Bakar Minyak Khusus Penugasan. Pada Peraturan BPH Migas tersebut berisikan bahwa untuk pembelian BBM oleh masyarakat petani harus ada surat rekomendasi yang diterbitkan oleh: 1) Dinas Pertanian Kabupaten/Kota, 2) Lurah/Kepala Desa.

Infrastruktur pertanian modern merupakan fondasi penting dalam transformasi sektor pertanian menuju sistem yang lebih efisien, presisi, dan berkelanjutan. Salah satu wujud nyata dari modernisasi ini adalah penerapan teknologi digital dan mekanisasi canggih dalam proses budi daya. Sebagai contoh, saat ini penggunaan *drone* pertanian semakin berkembang untuk berbagai keperluan, seperti pemetaan lahan (*mapping*), penyemprotan pupuk cair (*spraying*), hingga *monitoring* pertumbuhan tanaman secara berkala.

Namun, pemanfaatan *drone* tidak dapat terlepas dari dukungan infrastruktur lain yang menunjang operasionalisasinya di lapangan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 37 Tahun 2020, setiap penggunaan pesawat tanpa awak di sektor pertanian harus mengantongi izin dan sertifikasi yang sah, serta memperhatikan zona udara terbatas. Oleh karena itu, dibutuhkan sinergi antara Kementerian Pertanian, Kementerian Perhubungan, dan lembaga pelatihan untuk membentuk ekosistem *drone* pertanian yang aman, efisien, dan legal.

D. Skema Pembiayaan Pertanian Modern

Pertanian di Indonesia memainkan peran vital dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Salah satu fondasi penting dari sistem pertanian yang produktif adalah ketersediaan lahan sawah yang memadai. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2022), luas baku sawah nasional mencapai 10,6 juta hektare, terdiri dari sawah irigasi teknis, nonteknis, hingga sawah tadah hujan. Dari jumlah tersebut, sekitar 7 juta hektare merupakan sawah beririgasi, sebagaimana tercatat dalam data Kementerian Pertanian (2021).

Negara terus menyalurkan bantuan dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) untuk mendukung pengelolaan lahan, termasuk di dalamnya bantuan alat dan mesin pertanian (alsintan). Namun, tren

anggaran menunjukkan penurunan dari Rp23,9 triliun di tahun 2018 menjadi Rp14,45 triliun pada tahun 2022. Penurunan ini turut memengaruhi jumlah bantuan alsintan yang dapat diberikan langsung kepada petani. Padahal, keberadaan alsintan menjadi kunci untuk menjaga efisiensi usaha tani. Dalam sektor tanaman pangan, alsintan seperti traktor, pompa air, *rice transplanter*, hingga *combine harvester* sangat diperlukan, mulai dari tahap prapanen hingga pascapanen. Selain itu, sektor hortikultura, perkebunan, dan peternakan juga memiliki kebutuhan alsintan tersendiri.

Level mekanisasi pertanian Indonesia masih tergolong rendah. Pada tahun 2015, tingkat mekanisasi hanya 0,5 hp/hektare, dan meningkat menjadi 2,1 hp/hektare pada tahun 2021. Namun, angka ini masih kalah jauh dibanding negara tetangga seperti Thailand (2,5 hp/ha), Malaysia (2,4 hp/ha), bahkan Jepang (16 hp/ha) dan Amerika Serikat (17 hp/ha). Dalam rangka mengelola sawah seluas 7 juta hektare secara optimal, dibutuhkan lebih dari 1,5 juta unit alsintan prapanen. Namun, sepanjang tahun 2015–2021, baru sekitar 475 ribu unit yang berhasil disalurkan melalui APBN. Artinya, masih ada kekurangan sekitar 877 ribu unit.

Melihat keterbatasan tersebut, pemerintah melalui Kementerian Pertanian mendorong lahirnya inovasi pembiayaan alternatif. Salah satu langkah strategis dilakukan melalui Rapat koordinasi komite kebijakan

Pembiayaan bagi usaha Mikro, Kecil, dan Menengah pada tanggal 28 November 2022, yang merekomendasikan perlunya dibentuk skema kredit atau pembiayaan bersubsidi baru untuk pengadaan alat dan mesin pertanian. Tujuannya jelas, yaitu meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani dengan tersedianya alat dan mesin pertanian untuk petani/poktan/gapoktan/pelaku usaha.

Skema pembiayaan KUR Alsintan sendiri telah difasilitasi lewat Permenko Nomor 3 Tahun 2023, yang secara khusus mengatur kredit usaha Alsintan. Dalam peraturan ini, alsintan yang telah dibeli dijadikan sebagai agunan utama. Bunga kredit diturunkan menjadi hanya 3% per tahun, uang muka cukup 10%, dan plafon kredit ditingkatkan hingga Rp2 miliar, dengan jangka waktu pelunasan maksimal 5 tahun.

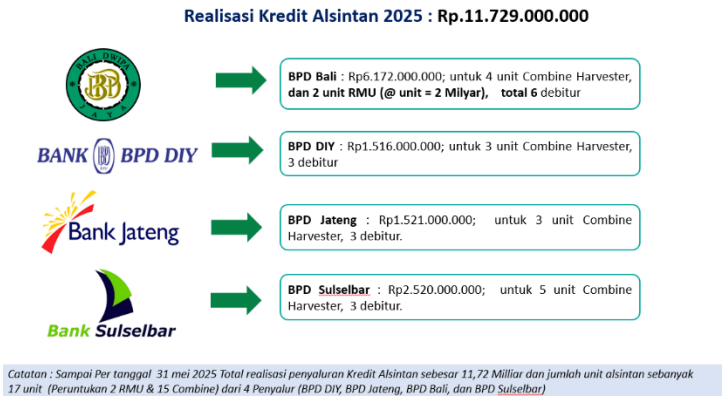
Program ini juga membatasi satu debitur hanya boleh mengakses KUR Alsintan satu kali, agar pembiayaan lebih merata. Calon penerima kredit harus menunjukkan kelayakan usaha, terutama dalam penyewaan alsintan, yang dibuktikan melalui skala lahan yang dikelola serta kemampuan pembayaran cicilan. Meski demikian, harga alsintan masih tergolong mahal, traktor roda empat bisa mencapai Rp500 juta, *combine harvester* di atas Rp450 juta, *rice transplanter* sekitar Rp65 juta. Oleh karena itu, peran pembiayaan seperti KUR menjadi sangat penting dalam mendorong adopsi teknologi oleh petani.

Melalui Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2023 tentang Taksi Alat dan Mesin Pertanian, Kementerian Pertanian memberikan dukungan atas pelaksanaan kredit usaha Alsintan. Selanjutnya juga ditetapkan aturan mengenai penerapan subsidi bunga/subsidi margin kredit usaha Alsintan, skema pembiayaan kredit usaha Alsintan, plafon kredit berkisar di atas Rp500 juta sd Rp2 miliar dengan bunga 3% (karena sebesar 8,5% di subsidi pemerintah), uang muka maksimal 10% dengan agunan alsin yang dikreditkan serta jangka waktu kredit sampai 60 bulan.

Persiapan pelaksanaan kredit usaha alat dan mesin pertanian pada tahun 2024, telah dilakukan perjanjian kerja sama pembiayaan (PKP) antara Kuasa Pengguna Anggaran (KPA) dengan 9 penyalur di antaranya yaitu Bank Pembangunan Daerah Bali, Bank Pembangunan Daerah Jateng, Bank Pembangunan Daerah Yogyakarta, Bank Pembangunan Daerah Sumut, Bank Pembangunan Daerah Kalsel, Bank Nagari/ Bank Pembangunan Daerah Sumbar, Bank Pembangunan Daerah Sulselbar, Bank Pembangunan Daerah Sultra, dan Bank Pembangunan Daerah Jatim.

Gambar 26. Penandatanganan perjanjian kerja sama pembiayaan (PKP) dengan perbankan
Sumber: Ditjen PSP Kementan, 2024

Kinerja penyaluran kredit usaha Alsintan sampai dengan bulan Desember 2024 sebesar Rp7,38 Milyar untuk penyediaan 5 unit *Combine Harvester*, 1 unit Traktor L4018, dan 2 unit RMU oleh 3 Penyalur Bank Pembangunan Daerah Bali, Bank Pembangunan Daerah Jateng, dan Bank Pembangunan Daerah Yogyakarta.



Gambar 27. Kredit usaha Alsintan tahun 2024

Sumber: Ditjen PSP Kementan, 2024

Gambar 28. Kredit usaha Alsintan tahun 2025

Sumber: Ditjen PSP Kementan, 2025

BAB 5
INTERVENSI PEMERINTAH MENDORONG PERTANIAN MODERN

A. Bantuan Alsintan Prapanen

Indonesia merupakan negara agraris yang saat ini tengah berada di peralihan penting dari sistem pertanian tradisional/konvensional menuju pertanian yang modern. Dalam menghadapi tantangan di bidang peningkatan produksi pangan, efisiensi, dan ketahanan pangan nasional, maka pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pertanian telah mendorong proses transformasi tersebut dari sistem pertanian yang mengandalkan sepenuhnya alat-alat dan teknologi konvensional menuju sistem pertanian yang lebih maju dan modern, yaitu dengan intervensi strategis melalui program mekanisasi pertanian. Salah satu proses transformasi tersebut adalah penyediaan dan pendistribusian bantuan alat dan mesin pertanian prapanen kepada masyarakat petani di seluruh Indonesia.

Modernisasi pertanian bukan lagi merupakan pilihan, namun telah menjadi keharusan dalam menghadapi tantangan nyata di sektor pertanian, di antaranya perubahan iklim ekstrim, berkurangnya tenaga kerja

pertanian terutama di daerah perdesaan, dan meningkatnya kebutuhan pangan nasional seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, di mana pada tahun 2025 jumlah penduduk Indonesia menurut BPS mencapai sekitar 281,6 juta (BPS, 2024).

Bantuan alat dan mesin pertanian yang didistribusikan pemerintah melalui Kementerian Pertanian telah terbukti menjadi salah satu kebijakan yang berdampak positif dan berkontribusi nyata dalam mendukung kegiatan usaha pertanian menjadi lebih efektif dan efisien, serta kompetitif. Penyediaan dan pendistribusian bantuan alat dan mesin pertanian prapanen Kementerian Pertanian terus diberikan pada masyarakat petani, agar usaha pertanian makin produktif dan efisien sehingga pendapatan dan kesejahteraan petani mengalami peningkatan.

Dalam rangka pendayagunaan dan pemanfaatan bantuan alsintan di lapangan agar dapat berjalan dengan baik, kegiatan pembinaan, pengawasan dan monitoring, serta evaluasi dari para petugas terutama petugas penyuluh lapang sangat dibutuhkan agar permasalahan dan kendala yang terjadi di tingkat lapangan dapat teratasi.

1. Periode Bantuan Alsintan Prapanen Tahun 2011–2014

Penyediaan dan pendistribusian bantuan alsintan prapanen dari Kementerian Pertanian kepada masyarakat

petani dalam rangka mendukung program peningkatan produksi dan produktivitas tanaman pangan periode tahun 2011–2014 jumlahnya mencapai sekitar 30.590 unit alsintan, yang terdiri dari: traktor roda 2, traktor roda 4, *rice transplanter*, pompa air, *chopper* dan *cultivator*. Bantuan alsintan ini diberikan pada masyarakat petani dengan jenis alsintan yang relatif masih belum mencukupi baik dari segi jumlah maupun jenis alsintannya. Namun, adanya bantuan dari Kementerian Pertanian mendorong kesadaran masyarakat petani untuk meninggalkan kebiasaan bertani sistem konvensional atau tradisional ke sistem pertanian yang lebih modern dengan menggunakan alat dan mesin pertanian meskipun masih dalam jumlah yang relatif terbatas. Kekurangan permodalan menjadi faktor betapa masyarakat petani masih sangat bergantung pada uluran bantuan pemerintah. Akibatnya, perlahan masyarakat petani mulai tersadar telah tertinggal di bidang teknologi pertanian, sehingga mereka mulai mengenal dan menggunakan alat mesin pertanian modern.

Tabel 5. Perkembangan bantuan Alsin prapanen tahun 2011–2014

NO	JENIS ALSIN	TAHUN (UNIT)				TOTAL
		2011	2012	2013	2014	
1	*CHOPPER*			154	225	379
2	*CULTIVATOR*			200	240	440
3	PA		600	2.002	6.564	9.166
4	RT	174		153	364	691
5	TR2	100	1.567	3.996	14.201	19.864
6	TR4		50			50
JUMLAH		**274**	**2.217**	**6.505**	**21.594**	**30.590**

Sumber: Ditjen PSP Kementan, 2024

2. Periode Bantuan Alsintan Prapanen Tahun 2015–2019

Program mekanisasi pertanian secara besar-besaran dilakukan Kementerian Pertanian pada periode tahun 2015–2019. Dalam rangka pelaksanaan upaya khusus padi, jagung dan kedelai (Upsus Pajale), penyediaan dan pendistribusian bantuan alat dan mesin pertanian prapanen kepada masyarakat petani mengalami peningkatan yang cukup signifikan dibandingkan dengan periode tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan pemerintah melalui Kementerian Pertanian menargetkan program swasembada pangan nasional.

Tabel 6. Perkembangan bantuan Alsin prapanen tahun 2015–2019

NO	JENIS ALSIN	TAHUN (UNIT)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	ALAT TANAM JAGUNG			3.801	10.447	100
2	*BACKHOE LOADER*			29		
3	*CULTIVATOR*	190		3.733	5.554	4.146
4	*EXCAVATOR*			215	201	
5	*GRAIN SEEDER*			50	4	
6	*HAND SPRAYER*		72.000	22.923	40.012	18.365
7	*MINI EXCAVATOR*	30	200	159	64	
8	*MIST BLOWER*			100		
9	PENYIANG GULMA				13	50
10	POMPA AIR	21.534	19.518	19.615	34.282	13.060
11	*RICE TRANSPLANTER*	5.879	7.854	2.952	3.153	37
12	ROTA TANAM			35	58	
13	TRAKTOR RODA 2	27.728	46.980	26.091	29.677	9.965

Sumber: Ditjen PSP Kementan, 2024.

Total bantuan alat dan mesin pertanian prapanen periode ini adalah sebesar 461.911 unit alsintan yang disalurkan kepada masyarakat petani (Poktan/Gapoktan/UPJA) maupun bantuan alsintan untuk Brigade Pangan dinas pertanian di Provinsi/Kabupaten/Kota. Bantuan alsintan brigade dinas yang dikelola oleh Dinas Pertanian bersifat *task force,* sehingga mudah untuk dilakukan mobilisasi pada saat dibutuhkan untuk olah lahan, tanam, dan panen secara serempak. Jenis bantuan alsintan prapanen yang disalurkan untuk masyarakat petani (Poktan/Gapoktan/UPJA) dihampir seluruh provinsi dan kabupaten/kota di Indonesia di antaranya traktor roda 2, traktor roda 4, rotatanam, *rice transplanter*, pompa air, penyiang gulma, *mist blower*, *mini excavator*, *hand sprayer*, *grain seeder*, *cultivato*r, *bachoe loader*, dan alat tanam jagung.

3. Periode Bantuan Alsintan Prapanen Tahun 2020–2024

Pada periode ini bantuan alat dan mesin pertanian masih menjadi prioritas pemerintah. Hal ini ditunjukkan dengan masih cukup besarnya penyediaan dan penyaluran bantuan alsintan prapanen yang diberikan kepada masyarakat petani pada kurun waktu tahun 2020–2024, yaitu sekitar 186.300 unit alsintan dalam rangka mendukung pencapaian program peningkatan produksi dan produkvifitas tanaman pangan. Jenis alsintan yang disalurkan terdiri dari: traktor *crawler*, traktor roda 2,

traktor roda 4, *rice transplanter*, pompa air, mesin pemotong rumput, kendaraan roda 3, *hand sprayer*, *cultivator*, dan alat tanam jagung.

Tabel 7. Perkembangan bantuan Alsin prapanen tahun 2020–2024

NO	JENIS ALSIN	TAHUN (UNIT)					
		2020	2021	2022	2023	2024	TOTAL
1	ALAT TANAM JAGUNG		200	1.754			1.954
2	*CULTIVATOR*	2.057	3.428	2.240	2.775		10.500
3	*HAND SPRAYER*	7.789	6.863	8.006	10.266	20.700	53.624
4	KENDARAAN RODA 3				572		572
5	POMPA AIR	7.514	7.690	3.718	2.888	62.388	84.198
6	*RICE TRANSPLANTER*	470	318			186	974
7	TRAKTOR CRAWLER					30	30
8	TRAKTOR RODA 2	6.666	5.747	5.000	5.504	6.563	29.480
9	TRAKTOR RODA 4	1.033	888	730	1.076	1.241	4.968
	JUMLAH	**25.529**	**25.134**	**21.448**	**23.081**	**91.108**	**186.300**

Sumber: Ditjen PSP Kementan, 2024

Bantuan alsintan telah membawa perubahan yang sangat signifikan dalam praktik budi daya pertanian di sebagian besar masyarakat petani. Tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga dari aspek sosial dan ekonomi. Petani saat ini lebih memilih menggunakan traktor untuk mengolah lahan pertanian daripada harus mengolah tanah dengan cara membajak menggunakan sapi atau kerbau yang tentu memakan biaya dan waktu yang lebih besar.

Masyarakat petani kini lebih memiliki kepercayaan diri dalam menghadapi tantangan global karena adanya keberpihakan pemerintah dan dukungan teknologi yang mampu mempercepat penyelesaian kegiatan usaha tani, mengurangi tingkat kerugian, dan meningkatkan mutu

dan hasil pertanian. Keberlanjutan program modernisasi pertanian ke depan sangat bergantung pada keberpihakan pemerintah dan semua pihak agar masyarakat petani makin mudah memperoleh akses di bidang pengetahuan/keterampilan dan manajemen/ kelembagaan. Selain itu, pembiayaan dan fasilitasi layanan purna jual seperti perbengkelan dan suku cadang alsintan mudah diperoleh dengan harga yang cukup kompetitif, sehingga pada akhirnya masyarakat petani secara bertahap akan lebih mandiri dan tidak lagi bergantung sepenuhnya pada bantuan pemerintah.

B. Bantuan Alsintan Pascapanen

Fasilitasi dan dukungan diberikan oleh pemerintah mulai dari alat dan mesin (alsintan) prapanen sampai alsintan pascapanen untuk meningkatkan produksi. Hal ini sebagai langkah untuk mengoptimalkan produksi yang dapat dicapai. Sarana pascapanen sangat diperlukan untuk menekan susut hasil pada saat panen sampai penyimpanan dan menjaga agar hasil produksi tidak tercecer secara signifikan sampai ke konsumen dengan tetap memastikan kualitas produk yang sesuai aturan standar.

Tabel 8. Perkembangan bantuan Alsin pascapanen tahun 2020–2024

NO	JENIS SARANA PASCAPANEN	TAHUN				
		2020	2021	2022	2023	2024
A	Alat dan mesin Pascapanen	5.179	7.572	4.511	3.060	1.407
1	*Combine harvester* kecil	141	25	0	10	0
2	*Combine harvester* sedang	180	58	5	5	0
3	*Combine harvester* besar	311	12	398	1.165	1.400
4	*Corn combine harvester* sedang	35	0	0	0	0
5	*Corn combine harvester* besar	35	10	0	0	0
6	*Combine harvester* multifungsi	169	212	7	0	0
7	*Power thresher*	1.681	2.866	1.448	707	0
8	*Corn sheller*	1.060	1.854	1.224	354	0
9	*Corn sheller mobile*	405	420	172	84	0
10	*Power thresher* multiguna/kedelai	334	1.515	741	517	0
11	*Power thresher* multiguna *mobile*	713	357	352	137	0
12	*Vertical dryer* padi kap. 6 ton	10	4	1	0	0
13	*Vertical dryer* padi kap. 10 ton	15	47	48	8	7
14	*Vertical dryer* padi kap. 10 ton *stainless*	0	0	0	27	0
15	*Vertical dryer* padi kap. 30 ton	0	0	0	14	0
16	*Vertical dryer* jagung 10 ton	2	3	1	0	0
17	*Dryer UV*	20	59	0	0	0

18	*Dryer mobile*	1	0	32	10	0
19	RMU	35	57	15	15	0
20	RMU *Pneumatic*	3	0	3	0	0
21	RMP	0	0	0	2	0
22	*Packing grading*	13	3	0	0	0
23	*Color shorter*	6	15	3	5	0
24	*Husker* dan *Polisher*	10	55	61	0	0
B	Alat pengolahan hasil	121	141	156	114	0
1	UPH Jagung	41	53	59	44	0
2	UPH Kedelai	49	43	45	26	0
3	UPH Tanaman Pangan Lainnya	31	45	52	44	0

Sumber: Ditjen Tanaman Pangan Kementan, 2024

C. Kinerja Intervensi Alsintan Terhadap Peningkatan Produksi

Salah satu tonggak penting dalam perjalanan transformasi pertanian Indonesia menuju sistem yang lebih modern adalah intervensi pemerintah dalam bentuk bantuan alat dan mesin pertanian (alsintan). Mekanisasi pertanian tidak lagi sebatas wacana, melainkan menjadi praktik nyata yang menyentuh langsung kehidupan petani dan produktivitas lahan mereka.

Sejak tahun 2015 hingga 2024, Kementerian Pertanian telah mendistribusikan lebih dari 700.000 unit alsintan ke seluruh Indonesia. Bantuan ini meliputi berbagai jenis alat, seperti traktor roda dua dan roda empat, *rice transplanter*, pompa air, *cultivator*, hingga *combine harvester*. Tujuan dari pendistribusian ini adalah

untuk mempercepat modernisasi sektor pertanian dan menjadikan usaha tani sebagai entitas yang efisien, produktif, dan berdaya saing.

Peningkatan volume produksi merupakan indikator utama keberhasilan intervensi alsintan. Di banyak daerah, alsintan memungkinkan petani untuk mempercepat proses olah tanah dan tanam, sehingga memperpendek waktu jeda antar musim tanam. Dalam konteks ini, alsintan menjadi instrumen penting untuk mendorong intensifikasi vertikal, yaitu peningkatan hasil melalui penggandaan musim tanam, bukan perluasan lahan.

Sebagai contoh, penerapan Alsintan secara masif di wilayah sentra padi, seperti Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, dan Sumatra Selatan telah meningkatkan indeks pertanaman (IP) dari rata-rata 1,4 menjadi 2,1 bahkan 2,5 di beberapa wilayah. Ini berarti, dalam satu tahun petani dapat menanam dan memanen dua hingga tiga kali. Sesuatu yang dulunya sulit diwujudkan karena keterbatasan tenaga kerja dan waktu.

Pertanian modern tidak lagi bergantung pada otot, tetapi pada teknologi. Dalam konteks ini, alsintan berperan menggantikan peran tenaga kerja manual yang makin sulit didapat, terutama karena tren urbanisasi dan penurunan minat generasi muda terhadap pertanian. Petani dapat mengolah satu hektare lahan dalam waktu 3–5 jam dengan traktor roda dua, dibandingkan jika dikerjakan secara manual yang memakan waktu 3–5 hari. Demikian pula *rice transplanter,* dapat menanam padi

secara seragam dengan efisiensi waktu hingga 80% dan tenaga kerja hingga 70%. *Combine harvester* memungkinkan panen padi selesai dalam waktu kurang dari sehari, dengan tingkat kehilangan hasil jauh lebih rendah.

Dari sisi ekonomi, efisiensi ini sangat berarti. Penurunan biaya tenaga kerja, percepatan panen, dan pengurangan *losses* secara langsung menurunkan biaya produksi per hektare. Riset yang dilakukan di Kabupaten Karawang pada tahun 2022 mencatat penghematan biaya hingga Rp1,5 juta per hektare berkat penggunaan alsintan.

Efektivitas dalam pertanian tidak hanya soal hasil, tetapi juga bagaimana hasil tersebut dicapai secara optimal. Alsintan membawa prinsip presisi ke dalam budi daya pertanian. *Rice transplanter* memastikan jarak tanam seragam dan kedalaman konsisten, sehingga berdampak pada pertumbuhan tanaman yang lebih seragam dan efisien dalam penggunaan air dan pupuk. *Combine harvester* meminimalisir kehilangan hasil panen, apabila dilakukan manual yaitu umumnya mencapai 10–15%menjadi hanya 2–3%.

Efektivitas juga mencakup profesionalisme pelaku usaha tani. Melalui alsintan, petani mulai mengadopsi prinsip-prinsip manajemen waktu, tenaga, dan biaya. Tidak sedikit petani atau kelompok tani yang berubah peran menjadi penyedia jasa layanan mekanisasi, atau yang kini disebut dengan model Taksi Alsintan. Selain meningkatkan produktivitas, mereka juga memperoleh

pendapatan tambahan dari jasa penyewaan alat. Pada beberapa daerah, penyedia layanan Taksi Alsintan dapat memperoleh omzet hingga Rp25 juta per musim tanam, tergantung jenis dan jumlah alat yang dimiliki.

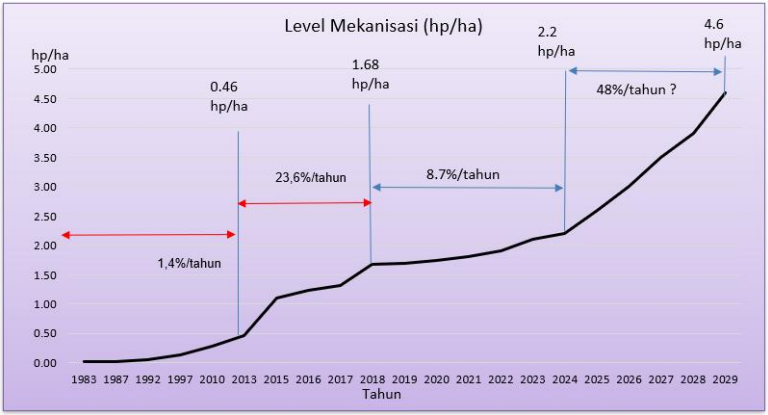
BAB 6
MENATA MASA DEPAN PERTANIAN INDONESIA

A. Membangun Sistem Pertanian yang Tangguh

Transformasi mekanisasi pertanian bukan sekadar menggantikan alat manual dengan mesin, melainkan bagian dari strategi besar dalam membangun sistem pertanian yang lebih tangguh, adaptif, dan berkelanjutan. Di tengah ancaman krisis iklim, fluktuasi pasokan pangan global, serta tantangan sosial-ekonomi di perdesaan, Indonesia membutuhkan langkah lompatan untuk memperkuat fondasi sektor pertaniannya.

Modernisasi pertanian melalui mekanisasi menjadi salah satu jalan utama menuju ketahanan pangan. Penggunaan alat dan mesin pertanian terbukti mampu meningkatkan efisiensi, mempercepat proses kerja, dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia yang semakin terbatas. Berdasarkan kajian kondisi geografis, jenis alsintan yang beredar sesuai standar nasional Indonesia, serta luas baku sawah yang ada saat ini, dilakukan pendugaan level mekanisasi (metode pendugaan level mekanisasi dapat dilihat pada Lampiran 1). Dalam dekade terakhir, Indonesia berhasil meningkatkan level mekanisasi nasional hingga 2,16 HP/ha menunjukkan kemajuan nyata, meskipun belum

menyentuh ambang ideal. Berdasarkan hasil kajian data tahun 2023, level mekanisasi Indonesia yang optimal idealnya berada pada kisaran 4,6 HP/ha (Ladja *et al.,* 2024).



Gambar 29. Pengembangan level mekanisasi pada kondisi optimal

Sumber: Ladja et.al, 2024

Kenaikan level mekanisasi telah memberikan dampak konkret. Di tengah ancaman elnino tahun 2023–2024, program pompanisasi yang didorong oleh pemerintah mampu mengairi ratusan ribu hektare lahan yang terancam puso. Langkah ini tidak hanya menyelamatkan musim tanam, tetapi juga menjadi bukti nyata bahwa teknologi dapat menjadi solusi cepat dalam menghadapi krisis iklim.

Peningkatan mekanisasi pascapanen juga telah menurunkan rata-rata kehilangan hasil *(losses)* yang

sebelumnya bisa mencapai 10–20%, menjadi lebih terkendali di angka 5–7% di beberapa wilayah. Menurunnya *losses* dan meningkatnya efisiensi kerja, berdampak pada produktivitas dan pendapatan petani yang meningkat dan ketahanan pangan nasional semakin terjaga.

Namun, pencapaian ini tidak boleh membuat kita berpuas diri. Tantangan ke depan lebih kompleks. Kita tidak hanya membutuhkan mesin, tetapi juga sistem pendukung yang holistik agar modernisasi benar-benar berkelanjutan. Hal ini mencakup pengembangan kelembagaan petani agar lebih profesional, pelatihan-pelatihan bagi para operator alat mesin pertanian, infrastruktur pertanian yang memadai, akses pembiayaan yang mudah hingga jejaring agribisnis yang melibatkan seluruh sektor pelaku pertanian. Semua saling terkait karena pengembangan pertanian modern ini tidak akan berhasil jika berdiri sendiri.

Pengembangan pertanian modern merupakan upaya sistematis untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, kualitas, dan daya saing pertanian. Tujuan akhirnya adalah meningkatkan nilai tambah yang diterima petani, yang pada gilirannya berdampak pada peningkatan kesejahteraan petani. Berkembangnya varietas unggul diharapkan tidak hanya untuk mengejar produktivitas, tetapi juga pada aspek ketahanan terhadap perubahan iklim, seperti kekeringan dan banjir. Dengan memilih dan mengembangkan varietas yang lebih adaptif, diharapkan

produktivitas tetap terjaga meskipun dalam kondisi yang tidak ideal.

Demikian pula modernisasi di bidang pertanian lainnya, dalam hal ini penerapan teknologi mekanisasi ataupun penerapan teknologi 4.0, hendaknya tetap mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi dan sosial kelembagaan, serta kebutuhan spesifik lokasi. Keberlanjutan operasional penggunaan alat dan mesin pertanian sangat tergantung kepada aspek-aspek berikut:

- Menguntungkan secara ekonomis, usaha tani, teknis;
- Diterima secara sosial dan bersifat komplementer terhadap tenaga kerja sebelumnya; dan
- Kebutuhan alsintan tinggi, maka operasional alsin panjang.

Saat ini, pemerintah Indonesia cukup intens memberikan bantuan alat dan mesin pertanian dalam rangka modernisasi pertanian Indonesia. Penerapan alsintan untuk jangka panjang dapat diarahkan sebagai berikut:

- Mengintegrasikan alsintan dalam sistem agribisnis dan agroindustri;
- Pengembangan alsintan mengacu kepada tipologi spesifik wilayah dan kondisi agro-sosio setempat;
- Mendorong ekosistem pendukung seperti bengkel perawatan, ketersediaan suku cadang, dan operator yang kompeten serta manajemen kelembagaan handal;
- Menyediakan fasilitasi teknis, pelatihan, dukungan

permodalan, serta penguatan kapasitas kelembagaan seperti UPJA;

- Adanya pembagian kewenangan (koordinasi dan sinkronisasi) antara pusat dan daerah (provinsi dan kabupaten), antara provinsi dan kabupaten terkait beberapa hal, yaitu penentuan calon penerima bantuan, penentuan jenis dan jumlah alsintan, serta dukungan dana; dan
- Menjalin kemitraan yang erat antara pemerintah, pabrikan alsintan, UPJA atau pelaku usaha pertanian lainnya dalam pengembangan teknologi, pelatihan, hingga penyediaan suku cadang.

Mekanisasi pertanian dapat menjadi tonggak penting dalam mewujudkan pertanian Indonesia yang modern, maju, dan berkelanjutan dengan pendekatan yang menyeluruh.

B. Refleksi dan Harapan

Mekanisasi bukan hanya tentang penggantian tenaga manusia dengan mesin, tetapi tentang menyusun ulang cara pandang terhadap pertanian. Pertanian tidak lagi dipandang sebagai sektor marginal, tetapi sebagai mesin pertumbuhan ekonomi nasional. Di tengah semua teknologi dan data, satu hal tak boleh kita lupakan yaitu manusia tetap inti dari pertanian. Masa depan pertanian Indonesia akan ditentukan oleh siapa yang mengelolanya. Di sinilah harapan besar kita: petani muda. Mereka adalah generasi yang tumbuh bersama teknologi digital, yang

dapat menjembatani penggunaan kecerdasan buatan, *Internet of Things* (IoT), dan data satelit dalam pengambilan keputusan di tingkat lahan. Pemerintah telah membuka ruang besar bagi kebangkitan generasi muda pertanian. Berbagai program vokasi, inkubasi agripreneur, dan insentif usaha tani modern menjadi titik masuk. Kini tinggal bagaimana sinergi antarpemangku kepentingan diperkuat agar ekosistem ini benar-benar hidup dan berkelanjutan.

Level mekanisasi 4.6 bukan hanya mimpi teknokrat. Ia adalah representasi dari pertanian yang efisien, berkelanjutan, dan berdaya saing global. Untuk sampai ke sana, kita tidak cukup hanya menambah jumlah alsintan. Kita harus membangun seluruh ekosistem, dari hulu ke hilir, dari pendidikan hingga pasar, dari kebijakan hingga kultur.

Modernisasi pertanian yang berhasil adalah ketika petani bisa mengakses alsintan dengan mudah dan murah, mesin yang bisa digunakan jangka panjang karena ada bengkel dan teknisi lokal, serta operator lokal terlatih yang bangga dengan pekerjaannya. Begitu pun dengan UPJA yang tumbuh sebagai unit bisnis, bukan hanya penerima bantuan. Pemerintah daerah aktif menentukan kebutuhan berdasarkan kondisi lokal, bukan hanya mengikuti distribusi dari pusat, serta yang tak kalah penting yaitu ada jaringan antara pabrikan, penyuluh, dan petani yang saling menguatkan, saling belajar, dan tumbuh bersama.

Dari sapi yang membajak sawah hingga traktor roda empat atau mesin panen canggih berbasis teknologi, Indonesia mengalami perjalanan panjang dan lompatan signifikan dalam pertanian modern. Transformasi dari **mekani-sapi menjadi mekanisasi** tidak hanya mencerminkan kemajuan teknologi, tapi pergeseran paradigma dalam memandang sektor pertanian menjadi sebuah sistem yang terintegrasi, efektif, efisien dan adaptif akan tantangan zaman.

Arah besar pertanian Indonesia ditegaskan oleh Menteri Pertanian, Andi Amran Sulaiman, "Pertanian Indonesia akan menjadi kekuatan utama bangsa, jika didorong melalui modernisasi dan hilirisasi. Dengan komitmen bersama, Indonesia bukan hanya mampu swasembada pangan, tetapi juga berdiri sebagai negara mandiri dan berdaulat di panggung global".

Modernisasi bukan hanya kecepatan atau efisiensi kerja, namun bagaimana kita semua mampu memperkuat ketahanan pangan nasional, meningkatkan ke-sejahteraan petani, dan meningkatkan produktivitas untuk mewujudkan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia. Mekanisasi adalah fondasi penting dalam membangun pertanian yang tangguh, produktif, dan berkelanjutan. Maka transformasi dari mekani-sapi menuju mekanisasi bukan sekadar catatan sejarah perkembangan teknologi pertanian, melainkan tonggak awal menuju masa depan pertanian Indonesia yang modern, mandiri, dan berdaya saing global.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiyanto, A., & Kusnandar, K. (2022). Digitalisasi Pertanian dan Peran Aplikasi dalam Peningkatan Produktivitas Petani Kecil di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi, 9*(1), 101-110.

Badan Ketahanan Pangan. (2022). *Laporan Tahunan Ketahanan Pangan Nasional*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Badan Pusat Statistik (BPS). (2019). *Statistik Indonesia (Statistical Yearbook of Indonesia*) 2019. Badan Pusat Statistik.

Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). *Luas Panen dan Produksi Padi 2022*. Badan Pusat Statistik.

Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). *Statistik Pangan Strategis Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik.

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. (2022). *Laporan Evaluasi Dampak Mekanisasi terhadap Produktivitas Padi*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

De Steur, H., Wesana, J., Dora, M. K., Pearce, D., & Gellynck, X. (2016). *Applying Value Stream Mapping to Reduce Food Losses and Wastes in Supply Chains: A Systematic Review*. J. Waste Management.

Engstrom, R., & Carlsson-Kanyama, A. (2004). Food Losses in Food Service Institutions Examples from Sweden. *J. Food Policy 29*(3), 203-213.

FAO. (2017). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Garbaba, C. A., Denboba, L. G., Ocho, F. L., & Hensel, O. (2017). Nutritional deterioration of stored Zea mays L. along supply chain in southwestern Ethiopia: Implication for unseen dietary hunger. *J. Stored Products Research, 70*, 7-17.

Handoko, B., Rahmad, A., & Siregar, F. (2023). Implementasi *Smart Farming* dalam Food Estate Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknologi Pertanian Terapan, 6*(2), 45-56.

HLPE. (2020). *Food security and nutrition: Building a global narrative towards 2030*. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.

IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report.

Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2021). *Laporan Tahunan Pemanfaatan Alsintan 2021*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2023). *Statistik Pertanian Mekanisasi 2022*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Balai Besar Perpustakaan dan Literasi Pertanian. (2024). *Info Teknologi: Pertanian Presisi Solusi Bertani Masa Kini*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

https://pustaka.bppsdmp.pertanian.go.id/info-literasi/info-teknologi-pertanian-presisi-solusi-bertani-masa-kini

Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, 90-91*, 100315.

Ladja, F. T., Cahya, T. A., Budiharti, U., Rahmarestia, E., Hendayana, R., & Iqbal, M. (2024). *Roadmap Pengembangan Alat Dan Mesin Pertanian Mendukung Pertanian Modern, Ketahanan Pangan Dan Kesejahteraan Petani*. Direktorat Jenderal Sarana dan Prasarana Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Maulana, R., Yuliasari, R., & Nugraha, T. (2021). Efektivitas Sensor Pertanian pada Tanaman Hortikultura di Dataran Tinggi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian Tropis, 3(*1), 77-84.

Mezgebe, A.G., Z.K. Terefe, T. Bosha, T.D. Muchie, and Y. Teklegiorgis. (2016). Post-harvest losses and handling practices of durable and perishable crops produced in relation with food security of households in Ethiopia: Secondary data analysis. *Journal of Stored Products and Postharvest Research, 7*(5), 45-52.

Mogale, D.G., A. Dolgui, R. Kandhway, S.K. Kumar, & M.K. Tiwari. (2017). *A multi-period inventory transportation*

model for tactical planning of food grain supply chain. J. Computers & Industrial Engineering.

Munsol, J., Masahiro, O., and Sachihiko, H. (2017). *Food loss rate in food supply chain using material flow analysis*. J. Waste Management.

Naithani, S. (2021). *History and Science of Cultivated Plants*. Oregon State University. https:// open.oregonstate.education/cultivatedplants

Pusat Penelitan dan Pengembangan Tanaman Pangan. (2021). *Efisiensi Penggunaan Alsintan dan Dampaknya terhadap Biaya Usahatani*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

Rugumamu, C.P., M.H.S. Muruke, K.M. Hosea, and F.A.R. Ismail. (2011). Advances in insect pest management technologies of agricultural crops: an integrated approach. *Proc. Inter. Conf. Agbiotech, Biosafety & Seed Systems* (pp. 55-61).

Setiawan, A., Putri, L. A., & Sari, R. N. (2022). Penerapan Artificial Intelligence untuk Prediksi Hasil Panen Padi di Indonesia. *Jurnal Informatika Pertanian, 12*(3), 143-152

Sims, B., & Kienzle, J. (2017). Sustainable Agricultural Mechanization for Smallholders: What Is It and How Can We Implement It?. *J.Agriculture, 7*(1), 1-21.

Siregar, M., dkk. (2020). *Mekanisasi Pertanian: Strategi Percepatan Transformasi Pertanian di Era Industri 4.0*. IPB Press.

Sulaiman, A. A., Herodian, S., Hendriadi, A., Jamal, E., Prabowo, A., Prabowo, A., Mulyantara, L. T., Budiharti, U., Syahyuti, & Hoerudin. (2018). *Revolusi Mekanisasi Pertanian Indonesia*. IAARD Press.

Uslianti, S., Wahyudi, T., Saleh, M., & Priyono, S. (2014). Rancang bangun mesin pemipil jagung untuk meningkatkan hasil pemipilan jagung kelompok tani desa kuala dua. *Jurnal ELKHA, 6*(1).

World Bank. (2023). *Food Security Update – Global Food Crisis Response*. World Bank. Diakses dari https://www.worldbank.org

LAMPIRAN

Lampiran 1

Tabel data Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) tahun 2024

No	Provinsi	UPJA			Jumlah (Unit)
		Pemula	Berkembang	Profesional	
1	Sulawesi Selatan	365	34	5	**404**
2	Jawa Tengah	158	63	19	**240**
3	Bali	184	2	2	**188**
4	Riau	159	16	0	**175**
5	Jawa Timur	159	11	0	**170**
6	Kalimantan Tengah	131	17	0	**148**
7	DI Yogyakarta	125	15	3	**143**
8	Kalimantan Selatan	108	21	8	**137**
9	Sumatra Barat	128	5	1	**134**
10	Sulawesi Tengah	103	19	1	**123**
11	Jambi	103	16	3	**122**
12	Kep. Bangka Belitung	62	37	1	**100**
13	Gorontalo	88	0	0	**88**
14	Lampung	58	21	6	**85**
15	Sumatra Selatan	70	0	0	**70**
16	Aceh	1	59	3	**63**
17	Sulawesi Barat	45	2	0	**47**
18	Banten	41	0	0	**41**
19	Papua Barat	16	16	0	**32**
20	Kalimantan Barat	26	0	0	**26**
21	Jawa Barat	12	9	0	**21**

22	Maluku	19	0	0	**19**
23	Sulawesi Tenggara	13	0	1	**14**
24	Kalimantan Utara	14	0	0	**14**
25	Nusa Tenggara Barat	13	0	0	**13**
26	Sulawesi Utara	10	0	0	**10**
27	Maluku Utara	10	0	0	**10**
28	Kalimantan Timur	10	0	0	**10**
29	Bengkulu	10	0	0	**10**
30	Papua Selatan	9	0	0	**9**
31	Nusa Tenggara Timur	5	0	0	**5**

Lampiran 2
Model Pendugaan Kebutuhan Alsintan di Indonesia

Model pendugaan kebutuhan alsintan diestimasi berdasarkan parameter: a) luas baku lahan, b) kapasitas kerja alsintan teoritis, c) asumsi target cakupan luas lahan, dan d) efisiensi kapasitas kerja lapang dari masing-masing alsintan, dihitung dengan persamaan (ref):

$$K = \frac{Lb \times Cov}{Km \times eff\ lap}$$

K	: Potensi Kebutuhan mesin (unit)
Lb	: Luas baku lahan (ha)
Cov	: Asumsi cakupan lahan yang dapat dikerjakan mesin pertanian (%)
Km	: Kapasitas lapang teoritis (ha/unit)
$eff\ lap$	: efisiensi kapasitas lapang (*Farm Mechanization Training* –JICA, 1998)

Berdasarkan kondisi geografis dan kemampuan teknis alsintan yang ada saat ini, maka asumsi cakupan lahan yang dapat dioperasikan alsintan seperti pada Tabel di bawah ini. Kapasitas alsintan tersebut dapat ditingkatkan dengan melakukan mobilisasi ke wilayah lain yang mempunyai waktu tanam yang berbeda, sehingga diperkirakan dapat meningkat 30 sd 50%.

Asumsi target cakupan lahan pertanian yang dapat digunakan alsintan sesuai kondisi geografis Indonesia (Handaka et al.,)

Jenis mesin	Presentasi cakupan lahan	Keterangan
Traktor roda 2	80%	dapat beroperasi di hampir seluruh lahan kecuali *hardpan* (lapisan keras) > 30 cm
Traktor roda 4	40%	- tidak cocok untuk lahan terasering - traktor roda 4 baik untuk digunakan pada lahan dengan *cone index* < 2.5 - luasan kepemilikan lahan yang sempit - kemiringan lahan maksimal 15% (referensi kerobohan traktor, OECD *Test*).
Rice transplanter	20%	diasumsikan masih banyak tenaga tanam, sulitnya mengadopsi teknik pembibitan sistem dapog dan tersedia teknik yang lebih praktis, misalnya *grain seeder*

		yang ditarik TR atau *drone* yang sudah disempurnakan sehingga dapat menebar bibit dengan teratur
Cultivator	30%	diasumsikan lebih cocok digunakan untuk lahan kering berteras, tekstur ringan
Pompa	100%	bisa digunakan di hampir seluruh lokasi
Sprayer	100%	bisa digunakan di hampir seluruh lokasi

Asumsi Kapasitas lapang penggunaan mesin pertanian dalam satu musim

Jenis mesin	Kapasitas lapang (ha/musim)	Efisiensi kapasitas lapang*
Traktor roda 2	15	0,84
Traktor roda 4	50	0,82
Rice transplanter	15	0,54
Cultivator	10	0,84
Pompa	9	1
Sprayer	6	0,5

*Farm Mechanization Training –JICA, 1998

BIOGRAFI PENULIS

Andi Amran Sulaiman adalah sosok yang dikenal luas sebagai figur inspiratif dalam dunia pertanian Indonesia. Amran lahir di Bone, Sulawesi Selatan, pada 27 April 1968. Ayahnya, Andi B. Sulaiman Dahlan Petta Linta, adalah seorang veteran pejuang kemerdekaan, sementara ibunya, Andi Nurhadi Petta Bau, merupakan sosok ibu tangguh yang membesarkan dua belas anak. Kecintaannya pada dunia pertanian membawanya menempuh studi lebih lanjut hingga akhirnya menjadi dosen di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.

Setelah menyelesaikan studi dasarnya, Amran belajar ilmu pertanian di Universitas Hasanuddin Makassar. Beliau memperoleh gelar sarjana pada 1993, magister pada 2003, dan doktor pada 2012. Beliau lulus dengan IPK maksimal, dan mematenkan berbagai penemuan yang mencakup pengendalian hama. Saat ini ia memegang 5 hak paten dan tercatat sebagai dosen di universitas almamaternya. Ia menerima penghargaan sipil Satyalancana Pembangunan dari Presiden Indonesia Susilo Bambang Yudhoyono pada tahun 2007. Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Dr. Ir. H. Andi Amran Sulaiman, M.P.

Perjalanan hidup Amran mencerminkan kerja keras dan komitmen pada kemajuan bangsa. Selain sebagai akademisi, beliau juga dikenal sebagai pengusaha yang sukses. Keahliannya di bidang pertanian dan kepeduliannya terhadap nasib petani Indonesia menjadikannya sosok yang layak dipercaya untuk memimpin Kementerian Pertanian. Amran pertama kali diangkat sebagai Menteri Pertanian pada tahun 2014 dan menjabat hingga 2019. Pada 25 Oktober 2023, beliau kembali dipercaya untuk mengemban tugas yang sama. Di bawah kepemimpinan Presiden Prabowo Subianto, Amran kembali masuk dalam Kabinet Merah Putih, menjadikan dirinya sebagai salah satu menteri pertanian yang menjabat selama tiga periode.

Fausiah T. Ladja merupakan Direktur Alat dan Mesin Pertanian, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian sejak 14 Februari 2025. Bidang keahliannya adalah tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Fausiah menyelesaikan pendidikan sarjana jurusan hama dan penyakit tumbuhan di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Selanjutnya beliau menyelesaikan pendidikan magister dan doktoral di jurusan entomologi dan fitopatologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Dr. Fausiah T. Ladja, S.P., M.Si.

Elita Rahmarestia Widjaya adalah Ketua Kelompok Kerjasama, Hukum dan Hubungan Masyarakat, Sekretariat Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian, Kementerian Pertanian. Sementara itu, jabatan fungsionalnya adalah

Pengawas Alat dan Mesin Pertanian Ahli Madya sejak September 2022. Elita menyelesaikan pendidikan sarjana di Institut Pertanian Bogor. Beliau meraih gelar magister dari The University of Melbourne, serta gelar doktor dari University of Southern Queensland. Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Elita Rahmarestia Widjaya, Ph.D. Bidang keahliannya adalah mekanisasi pertanian dan biosistem enjiniring.

Uning Budiharti adalah ahli dalam bidang mekanisasi pertanian dan saat ini bekerja di Pusat Riset Teknologi Tepat Guna, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Beliau menyelesaikan pendidikan S1 mekanisasi pertanian di Institut Pertanian Bogor, lalu meraih gelar magister di bidang yang sama dari Asian Institute of Technology (AIT). Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Ir. Uning Budiharti, M.Eng. Sebagai seorang peneliti, Uning telah banyak mempublikasikan hasil penelitiannya. Beliau diketahui telah memiliki beberapa paten yang berfokus pada bidang mekanisasi pertanian. Salah satu contohnya adalah paten mesin penyortir biji sorgum dengan lima tingkat penyortiran yang didapatnya pada 2024.

Deasy Fitriati merupakan Ketua Kelompok Substansi Pengolahan di Direktorat Hilirisasi Hasil Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian. Sementara itu jabatan fungsionalnya adalah Pengawas Alsintan Ahli Madya. Deasy menyelesaikan pendidikan S1 Mekanisasi Pertanian di Universitas Gadjah Mada. Selanjutnya beliau meraih gelar magister Teknologi Pascapanen dari Institut Pertanian Bogor

dan gelar doktor dari University of The Philippines Los Banos. Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Deasy Fitriati, S.TP, M.Si, Ph.D. Salah satu judul publikasinya adalah ”Dampak Penerapan Fasilitasi Sarana Pascapanen terhadap Kualitas Jagung (*Zea mays L.*) di Indonesia” (2021).

Budi Raharjo adalah peneliti di Pusat Riset Teknologi Manufaktur Peralatan Organisasi Riset Energi dan Manufaktur, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Beliau menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Mekanisasi Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya; dan S2 pada Program Studi Ilmu Tanaman BKU Pengelolaan Lahan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya (2001). Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Budi Raharjo, S.TP., M.Si. Selama berkarier Budi menghasilkan berbagai karya tulis ilmiah yang tersebar di berbagai jurnal, prosiding, majalah ilmiah, dan buku teks. Salah satu judul bukunya yang sudah diterbitkan berjudul “Tanah Salin Sebaran, Karakteristik, dan Pengelolaannya” (IPB Press, 2024).

Tri Saksono merupakan Pranata Hubungan Masyarakat Ahli Pertama yang ditempatkan dalam Tim Kerja Pendayagunaan Hasil Perakitan, Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Mekanisasi Pertanian. Beliau menyelesaikan pendidikan sarjana jurusan Agrobisnis di Universitas Satyagama. Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Tri Saksono, S.P. Berkat dedikasinya, Tri telah menerima penghargaan Satyalancana Karya Satya XX Tahun pada 2022.

Yani Rahmawati adalah Ketua Tim Kerja Hubungan Masyarakat dan Informasi Publik, Kelompok Hukum dan Hubungan Masyarakat di Sekretariat Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. Jabatan fungsional yang melekat sejak 2020 adalah Pranata Hubungan Masyarakat Ahli Muda. Yani menyelesaikan pendidikan S1 jurusan Ilmu Tanah dari Universitas Padjajaran. Nama lengkap dengan gelar akademis yang telah diraih yaitu Yani Rahmawati, S.P.

Transformasi Pertanian
Dari "Mekani-Sapi" Ke Mekanisasi

Indonesia saat ini tengah berada di era revolusi pertanian. Seiring bergesernya pertanian konvensional menuju pertanian modern, kita menyaksikan transformasi pertanian yang didukung oleh pilar-pilar inovasi. Salah satu inovasi terbesar dalam pertanian modern adalah penerapan teknologi canggih. Contohnya adalah *precision farming* atau pertanian presisi dengan memanfaatkan teknologi sensor dan analisis data yang memungkinkan petani untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, dan memaksimalkan efisiensi. Pengembangan benih unggul juga menjadi garda terdepan dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen.

Pergeseran ini turut mengubah sistem pertanian subsisten yang hanya untuk memenuhi kebutuhan sendiri, menjadi pertanian komersial yang berorientasi pasar dan berkontribusi terhadap perekonomian. Momentum ini semakin diperkuat oleh bonus demografi Indonesia, di mana populasi terbanyak saat ini didominasi oleh generasi milenial yang diharapkan dapat menjadi agen perubahan. Dengan semangat inovasi dan adaptasi teknologi, para petani muda tidak hanya akan meningkatkan kapasitas produksi, tetapi juga membawa pertanian Indonesia ke kancah global, menjamin ketahanan pangan dan kesejahteraan berkelanjutan.

Buku "Transformasi Pertanian: dari "Mekani-Sapi" ke Mekanisasi" ini mengulas tentang inovasi-inovasi yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia dalam peralihan sistem pertanian konvensional menuju sistem pertanian modern. Semoga buku ini dapat menjadi acuan para petani muda dalam mewujudkan ketahanan pangan dengan penerapan teknologi dan inovasi yang semakin berkembang.

PERTANIAN PRESS

Redaksi Pertanian Press
Balai Besar Perpustakaan dan Literasi Pertanian
Jl. Ir. H. Juanda No.20, Bogor 16122.
https://epublikasi.pertanian.go.id/pertanianpress

ISBN 978-979-582-380-3
9 789795 823803

ISBN 978-979-582-381-0 (PDF)
9 789795 823810