



Herpina, S.Pt., M.Si.
Rosmiati Jamiah, S.T., M.Kom.

Revolusi Agribisnis 4.0

PELUANG DAN TANTANGAN SEKTOR PERTANIAN TERPADU



REVOLUSI AGRIBISNIS 4.0: PELUANG DAN TANTANGAN SEKTOR PERTANIAN TERPADU

Herpina, S.Pt., M.Si.
Rosmiati Jamiah, S.T., M.Kom.



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

REVOLUSI AGRIBISNIS 4.0: PELUANG DAN TANTANGAN SEKTOR PERTANIAN TERPADU

Penulis:

Herpina, S.Pt., M.Si.

Rosmiati Jamiah, S.T., M.Kom.

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Tahta Media

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

vi, 82, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-165-3

Cetakan Pertama:

Maret 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2026 by Tahta Media Group

All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,

Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: tahtaliterasimedia@gmail.com

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya naskah berjudul *Revolusi Agribisnis 4.0: Peluang dan Tantangan Sektor Pertanian Terpadu*. Buku ini hadir sebagai respons terhadap dinamika perubahan sektor pertanian yang semakin dipengaruhi oleh perkembangan teknologi, integrasi pasar, serta tuntutan peningkatan daya saing di tingkat nasional dan global.

Transformasi menuju Agribisnis 4.0 menandai perubahan paradigma dalam pengelolaan sektor pertanian. Pertanian tidak lagi dipandang semata sebagai kegiatan produksi primer, melainkan sebagai sistem agribisnis terpadu yang mencakup proses hulu hingga hilir secara terintegrasi. Revolusi ini membawa peluang besar dalam peningkatan produktivitas, efisiensi, nilai tambah, dan kesejahteraan pelaku usaha tani. Namun demikian, berbagai tantangan struktural seperti kesenjangan kapasitas, keterbatasan kelembagaan, dan dinamika pasar global tetap memerlukan perhatian serius dan strategi yang komprehensif.

Buku ini disusun dengan pendekatan akademik yang sistematis, memadukan perspektif ekonomi pembangunan, teori daya saing, serta konsep penguatan rantai nilai dalam sektor pertanian. Pembahasan diarahkan untuk memberikan pemahaman konseptual sekaligus analitis mengenai peluang dan tantangan Revolusi Agribisnis 4.0 dalam konteks pembangunan pertanian terpadu dan berkelanjutan.

Penulis menyadari bahwa naskah ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi akademik dan praktis bagi mahasiswa, akademisi, praktisi agribisnis, serta para pemangku kebijakan dalam mendorong transformasi sektor pertanian menuju sistem agribisnis yang modern, inklusif, dan berkelanjutan.

Akhir kata, semoga buku ini bermanfaat dan menjadi bagian dari upaya bersama dalam memperkuat peran sektor pertanian sebagai pilar pembangunan ekonomi nasional.

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Revolusi Industri 4.0	1
B. Peran Sektor Pertanian dalam Perekonomian Global	2
C. Definisi dan Konsep Agribisnis	3
D. Tujuan dan Ruang Lingkup Buku.....	4
BAB 2 TRANSFORMASI DIGITAL DALAM AGRIBISNIS.....	6
A. Penggunaan Teknologi dalam Pertanian Modern	7
B. <i>Internet of Things</i> (IOT) dalam Monitoring Tanaman dan Lahan	9
C. Big Data dan Analisis dalam Pengambilan Keputusan Pertanian....	14
D. Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence/AI</i>) dalam Prediksi Produksi Dan Manajemen Sumber Daya Pertanian.....	17
BAB 3 PERTANIAN TERPADU: KONSEP DAN IMPLEMENTASI	20
A. Definisi Pertanian Terpadu	20
B. Prinsip-Prinsip Dasar Pertanian Terpadu	20
C. Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan	23
D. Manfaat Pertanian Terpadu Bagi Peningkatan Produksi dan Ketahanan Pangan	26
BAB 4 PELUANG AGRIBISNIS 4.0	29
A. Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas Pertanian	29
B. Inovasi dalam Penyuluhan Pertanian dan Edukasi Petani	31
C. Pasar Digital dan Platform <i>E-Commerce</i> untuk Produk Pertanian ..	34
D. Diversifikasi Produk dan Nilai Tambah dalam Sektor Agribisnis ...	37
BAB 5 TANTANGAN DALAM MENGIMPLEMENTASIKAN AGRIBISNIS 4.0.....	42
A. Keterbatasan Akses Teknologi di Daerah Perdesaan	43
B. Hambatan dalam Penerapan Teknologi Canggih.....	45
C. Regulasi dan Kebijakan yang Belum Mendukung Inovasi Pertanian	47
D. Isu Keamanan Data dan Perlindungan Privasi <i>Petani</i> <i>top of Form</i> ..	50

BAB 6 STRATEGI UNTUK MENGHADAPI TANTANGAN AGRIBISNIS	
4.0	52
A. Pengembangan Infrastruktur dan Akses Internet di Wilayah Pertanian	52
B. Kolaborasi Antarlembaga dalam Pengembangan Pertanian	56
C. Pelatihan dan Sertifikasi Keterampilan Digital Petani.....	57
D. Dukungan Kebijakan untuk Inovasi Pertanian	63
E. Keamanan Siber dalam Sistem Agribisnis Digital.....	65
BAB 7 MASA DEPAN AGRIBISNIS 4.0: PERSPEKTIF DAN PROSPEK	
EKONOMI	68
A. Landasan Konseptual.....	68
B. Prospek Ekonomi Agribisnis 4.0	69
C. Tantangan Struktural Dalam Implementasi	70
D. Implikasi Terhadap Pertumbuhan Dan Kesejahteraan	70
BAB 8 PENUTUP	72
REFERENSI.....	74
BIODATA PENULIS.....	81

BAB 1

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Perkembangan peradaban manusia tidak terlepas dari kemajuan teknologi yang terus mengalami transformasi dari waktu ke waktu. Perubahan besar pada sistem produksi dan kehidupan sosial ekonomi dikenal sebagai revolusi industri. Revolusi industri pertama ditandai dengan penggunaan mesin uap, revolusi industri kedua dengan pemanfaatan listrik dan produksi massal, revolusi industri ketiga dengan otomatisasi serta teknologi informasi, hingga saat ini dunia memasuki era Revolusi Industri 4.0. Revolusi Industri 4.0 merupakan fase terbaru yang mengintegrasikan teknologi digital dengan aktivitas fisik manusia melalui sistem siber-fisik (*cyber-physical system*).

Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan pemanfaatan teknologi canggih seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), *big data*, *cloud computing*, robotika, dan otomatisasi cerdas. Teknologi tersebut memungkinkan konektivitas dan integrasi data secara real-time sehingga proses produksi menjadi lebih efisien, fleksibel, dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan pasar. Transformasi digital ini tidak hanya berdampak pada sektor industri manufaktur, tetapi juga meluas ke berbagai sektor lain, termasuk sektor pertanian.

Revolusi Industri 4.0 pada skala global hadir sebagai respons terhadap berbagai tantangan kompleks, seperti pesatnya pertumbuhan penduduk dunia, meningkatnya kebutuhan pangan, perubahan iklim, degradasi lingkungan, serta keterbatasan sumber daya alam. Kondisi tersebut menuntut sektor pertanian yang sebelumnya identik dengan praktik tradisional untuk bertransformasi menuju sistem yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan. Tanpa inovasi serta adopsi teknologi yang memadai, sektor pertanian berisiko

mengalami penurunan daya saing dan ketertinggalan dibandingkan sektor lainnya.

Transformasi sektor pertanian pada era Revolusi Industri 4.0 merupakan suatu keniscayaan. Pemanfaatan teknologi digital pada aktivitas pertanian tidak hanya berorientasi pada peningkatan produktivitas, tetapi juga pada efisiensi penggunaan faktor produksi, seperti air, pupuk, dan pestisida, serta pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penerapan sistem pertanian berbasis teknologi modern menjadi strategi penting untuk menjawab tantangan pembangunan pertanian pada era globalisasi.

B. PERAN SEKTOR PERTANIAN DALAM PEREKONOMIAN GLOBAL

Sektor pertanian memiliki peran strategis pada perekonomian global sebagai penyedia pangan, sumber bahan baku industri, serta penyerap tenaga kerja. Pada banyak negara berkembang, sektor ini masih menjadi tulang punggung perekonomian nasional dan sumber penghidupan utama bagi sebagian besar masyarakat pedesaan. Selain fungsi ekonomi, sektor pertanian juga berkontribusi terhadap stabilitas sosial dan ekonomi melalui penyediaan pangan berkelanjutan.

Skala global menunjukkan bahwa sektor pertanian berperan penting terhadap ketahanan pangan dunia. Ketahanan pangan merupakan isu strategis karena berkaitan langsung dengan kesejahteraan masyarakat serta stabilitas politik suatu negara. Gangguan terhadap sektor pertanian akibat perubahan iklim, konflik, maupun krisis ekonomi berpotensi menimbulkan dampak luas terhadap ketersediaan dan fluktuasi harga pangan. Oleh karena itu, penguatan sektor pertanian menjadi prioritas utama pada agenda pembangunan berkelanjutan berbagai negara.

Sektor pertanian, meskipun memiliki peran strategis, masih menghadapi berbagai tantangan struktural. Tantangan tersebut meliputi rendahnya produktivitas, keterbatasan akses terhadap teknologi dan informasi, ketergantungan terhadap kondisi alam, serta panjangnya rantai distribusi yang sering kali merugikan petani. Selain itu, globalisasi dan liberalisasi perdagangan menuntut sektor pertanian untuk mampu bersaing pada pasar internasional dengan standar kualitas, efisiensi, dan keberlanjutan yang semakin tinggi.

Perkembangan Revolusi Industri 4.0 membuka peluang signifikan bagi peningkatan kinerja sektor pertanian. Pemanfaatan teknologi digital berpotensi meningkatkan produktivitas, efisiensi biaya, serta mutu hasil pertanian. Teknologi juga mendorong terbentuknya sistem rantai pasok yang lebih transparan dan terintegrasi, sehingga distribusi nilai tambah dapat berlangsung secara lebih adil bagi seluruh pelaku agribisnis.

C. DEFINISI DAN KONSEP AGRIBISNIS

Agribisnis merupakan suatu sistem yang mencakup seluruh kegiatan ekonomi yang berkaitan dengan sektor pertanian, mulai dari penyediaan sarana produksi, kegiatan budidaya, pengolahan hasil, hingga distribusi dan pemasaran produk pertanian. Konsep agribisnis menempatkan pertanian sebagai suatu sistem usaha terintegrasi yang berorientasi pasar. Sistem agribisnis terdiri atas beberapa subsistem utama, yaitu subsistem input, subsistem produksi, subsistem pengolahan hasil, subsistem pemasaran, serta subsistem pendukung seperti lembaga keuangan, kebijakan pemerintah, dan infrastruktur. Keberhasilan agribisnis sangat bergantung pada keterpaduan dan efisiensi antar subsistem tersebut.

Perkembangan teknologi dan dinamika pasar global menuntut sistem agribisnis untuk terus beradaptasi. Agribisnis modern tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi, tetapi juga pada penciptaan nilai tambah, efisiensi rantai pasok, serta keberlanjutan lingkungan dan sosial. Kondisi ini mendorong berkembangnya konsep Agribisnis 4.0 sebagai respons terhadap tantangan dan peluang pada era Revolusi Industri 4.0.

1. Konsep dan Karakteristik Agribisnis 4.0

Agribisnis 4.0 merupakan pengembangan konsep agribisnis yang mengintegrasikan teknologi digital dan inovasi berbasis Revolusi Industri 4.0 ke seluruh rantai nilai agribisnis. Konsep ini ditandai dengan pemanfaatan teknologi seperti IoT, sensor cerdas, *big data*, kecerdasan buatan, drone, sistem informasi geografis, serta platform digital. Salah satu karakteristik utama Agribisnis 4.0 adalah penggunaan data sebagai dasar pengambilan keputusan. Data yang diperoleh dari sensor dan perangkat digital memungkinkan analisis kondisi produksi dan pasar secara real-time, sehingga keputusan usaha dapat dilakukan secara lebih akurat dan efisien. Selain itu, Agribisnis 4.0 menekankan otomatisasi dan

presisi pada kegiatan pertanian. Penerapan pertanian presisi memungkinkan penggunaan input produksi secara tepat guna, meningkatkan produktivitas, serta mengurangi pemborosan dan dampak lingkungan. Dengan demikian, Agribisnis 4.0 mendukung terwujudnya sistem pertanian yang berkelanjutan.

2. Urgensi Penerapan Agribisnis 4.0

Penerapan Agribisnis 4.0 menjadi penting untuk menghadapi tantangan pembangunan pertanian masa depan. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat menuntut peningkatan produksi pangan, sementara ketersediaan lahan dan sumber daya alam semakin terbatas. Kondisi tersebut menjadikan inovasi teknologi sebagai solusi yang tidak terelakkan. Selain meningkatkan produktivitas, Agribisnis 4.0 berperan dalam memperkuat daya saing produk pertanian pada pasar global. Sistem agribisnis modern memungkinkan jaminan mutu, efisiensi proses produksi, serta penerapan sistem pelacakan (*traceability*) yang transparan. Agribisnis 4.0 tidak hanya merupakan konsep teknologi, tetapi juga strategi pembangunan pertanian yang berorientasi pada peningkatan kesejahteraan petani, ketahanan pangan, dan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, kajian mengenai Agribisnis 4.0 menjadi relevan untuk mendukung transformasi sektor pertanian pada era Revolusi Industri 4.0.

D. TUJUAN DAN RUANG LINGKUP BUKU

1. Tujuan

Buku Revolusi Agribisnis 4.0: Peluang dan Tantangan Sektor Pertanian Terpadu disusun untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai konsep, karakteristik, dan penerapan Revolusi Industri 4.0 pada sistem agribisnis terpadu. Buku ini bertujuan meningkatkan wawasan pembaca mengenai dampak teknologi digital, otomatisasi, dan inovasi berbasis data terhadap efisiensi usaha, daya saing produk, keberlanjutan pertanian, serta kesejahteraan pelaku agribisnis. Buku ini diharapkan menjadi referensi akademik dan praktis bagi mahasiswa, akademisi, praktisi agribisnis, penyuluh pertanian, serta pengambil kebijakan.

2. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pembahasan meliputi konsep agribisnis terpadu dari hulu hingga hilir serta transformasi digital sektor pertanian pada era Revolusi Industri 4.0. Pembahasan mencakup penerapan teknologi pertanian cerdas dan agribisnis cerdas, manajemen produksi, pengolahan hasil, dan rantai pasok berbasis teknologi digital. Selain itu, buku ini mengulas peluang dan tantangan pengembangan Agribisnis 4.0 di Indonesia, termasuk aspek teknis, ekonomi, sosial, kelembagaan, serta kebijakan pendukung. Dengan cakupan tersebut, buku ini diharapkan memberikan gambaran komprehensif mengenai arah pengembangan agribisnis Indonesia menuju sistem yang modern, berdaya saing, dan berkelanjutan.

BAB 2

TRANSFORMASI DIGITAL DALAM AGRIBISNIS

Transformasi digital pada agribisnis merupakan proses integrasi teknologi digital ke seluruh rantai nilai agribisnis, mulai dari penyediaan sarana produksi, kegiatan budidaya, pengolahan hasil, distribusi, hingga pemasaran produk pertanian. Proses ini tidak hanya berkaitan dengan pemanfaatan teknologi, tetapi juga mencakup perubahan pola pikir, model bisnis, sistem manajemen, serta mekanisme pengambilan keputusan pada usaha pertanian. Transformasi digital sebagai pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan kinerja organisasi secara signifikan melalui perubahan proses bisnis, struktur organisasi, dan budaya kerja. Pada konteks agribisnis, transformasi digital mendorong pergeseran dari sistem pertanian tradisional menuju pertanian presisi (*precision agriculture*) dan *smart agriculture* yang berbasis data serta informasi real-time (Westerman et al., 2014).

Integrasi teknologi digital pada sektor produksi merupakan karakteristik utama Revolusi Industri 4.0 yang menekankan konektivitas, otomatisasi, dan penerapan sistem siber-fisik. Sebagai sektor strategis, agribisnis mengalami dampak langsung dari revolusi tersebut melalui pemanfaatan teknologi digital guna meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan usaha pertanian (Kagermann et al., (2013). Relevansi transformasi digital pada agribisnis semakin meningkat seiring dengan berbagai tantangan yang dihadapi, seperti perubahan iklim, keterbatasan lahan, fluktuasi harga, serta meningkatnya permintaan pangan global. Oleh karena itu, digitalisasi agribisnis dipandang sebagai strategi penting untuk mendukung ketahanan pangan dan mewujudkan pembangunan pertanian yang berkelanjutan.

A. PENGGUNAAN TEKNOLOGI DALAM PERTANIAN MODERN

Pertanian modern dicirikan oleh pemanfaatan teknologi yang bertujuan meningkatkan efisiensi penggunaan input, produktivitas lahan, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Teknologi yang diterapkan dalam pertanian modern meliputi mekanisasi, otomasi, teknologi informasi, serta sistem manajemen berbasis digital.

Pertanian modern mengintegrasikan teknologi mekanik, biologis, dan digital untuk membangun sistem produksi yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Penerapan teknologi tersebut memungkinkan kegiatan budidaya dilakukan secara lebih presisi, baik dari segi waktu, jumlah input, maupun metode aplikasi (FAO, 2019). Adapun bentuk penggunaan teknologi dalam pertanian modern meliputi beberapa aspek berikut.

1. Mekanisasi pertanian, seperti traktor, mesin tanam, dan mesin panen. Mekanisasi pertanian merupakan penerapan alat dan mesin untuk menggantikan atau mengurangi peran tenaga kerja manusia dan hewan dalam proses produksi. Tujuan utama mekanisasi adalah meningkatkan efisiensi kerja, mempercepat proses produksi, serta meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Oleh karena itu, penggunaan traktor, mesin tanam, dan mesin panen menjadi ciri utama pertanian modern yang berorientasi pada efisiensi dan pengembangan skala usaha.

Traktor berfungsi sebagai sumber tenaga utama dalam kegiatan pengolahan tanah, seperti pembajakan dan penggaruan, sehingga pengolahan lahan dapat dilakukan lebih cepat dan tepat dibandingkan metode manual. Mesin tanam memungkinkan penanaman benih secara seragam dari segi jarak dan kedalaman tanam, yang berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman serta efisiensi penggunaan benih. Sementara itu, mesin panen, seperti *combine harvester*, digunakan untuk memanen dan merontokkan hasil tanaman secara simultan, sehingga mampu mengurangi kehilangan hasil panen dan menekan biaya tenaga kerja.

FAO (2019) menegaskan bahwa mekanisasi pertanian berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas serta pengurangan beban kerja petani, khususnya di wilayah yang mengalami keterbatasan tenaga kerja. Selain itu, mekanisasi mendukung ketepatan waktu tanam dan panen, yang menjadi faktor penting dalam menghadapi perubahan iklim dan ketidakpastian musim tanam.

2. Sistem irigasi modern, termasuk irigasi tetes dan irigasi otomatis berbasis sensor.

Sistem irigasi modern merupakan teknologi pengelolaan air yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam kegiatan pertanian. Perkembangan irigasi modern dipengaruhi oleh keterbatasan sumber daya air serta meningkatnya kebutuhan air untuk produksi pertanian. Dua bentuk irigasi modern yang banyak diterapkan adalah irigasi tetes dan irigasi otomatis berbasis sensor.

Irigasi tetes menyalurkan air secara langsung ke zona perakaran tanaman melalui pipa dan *emitter*, sehingga kehilangan air akibat penguapan dan limpasan dapat diminimalkan. Sistem ini efektif diterapkan pada tanaman hortikultura dan perkebunan karena mampu menyediakan air sesuai dengan kebutuhan tanaman. Sementara itu, irigasi otomatis berbasis sensor memanfaatkan sensor kelembapan tanah dan data kondisi cuaca untuk mengatur waktu serta volume pemberian air secara otomatis.

Fereres dan Soriano (2007) menyatakan bahwa penerapan irigasi modern mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga lebih dari 40 persen dibandingkan dengan sistem irigasi konvensional. Dengan demikian, sistem irigasi modern memiliki peran strategis dalam mendukung pertanian berkelanjutan, khususnya di daerah rawan kekeringan dan wilayah dengan ketersediaan air terbatas.

3. Teknologi informasi dan komunikasi (TIK)

Teknologi informasi dan komunikasi dalam pertanian modern mencakup penggunaan perangkat digital dan sistem informasi untuk mengelola, mengolah, serta menyebarluaskan informasi pertanian. TIK berperan sebagai penghubung antara petani, penyuluh, pelaku agribisnis, dan pasar dalam suatu sistem informasi yang terintegrasi. Aplikasi pertanian digital menyediakan informasi mengenai prakiraan cuaca, rekomendasi pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta harga pasar komoditas pertanian. Selain itu, sistem informasi pertanian memungkinkan pengumpulan dan analisis data produksi, distribusi, dan pemasaran secara terstruktur, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat.

Pemanfaatan TIK dalam sektor pertanian meningkatkan akses petani terhadap informasi dan pasar, yang pada akhirnya berdampak pada

peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani. Selain itu, TIK mempercepat proses diseminasi inovasi teknologi serta memperkuat sistem penyuluhan pertanian berbasis digital (Aker, 2011).

4. Teknologi sensor dan monitoring untuk pemantauan kondisi tanah, tanaman, dan lingkungan. Teknologi sensor dan monitoring merupakan komponen penting dalam pengembangan pertanian presisi dan *smart farming*. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi tanah, tanaman, dan lingkungan secara *real-time*, sehingga pengelolaan lahan dan tanaman dapat dilakukan secara lebih tepat dan efisien.

Sensor tanah digunakan untuk mengukur kelembapan, suhu, pH, dan kandungan unsur hara tanah. Sensor tanaman berfungsi memantau pertumbuhan tanaman serta mendeteksi gejala stres akibat kekurangan air, hama, atau penyakit. Sensor lingkungan, seperti sensor suhu dan kelembapan udara, digunakan untuk memantau kondisi iklim mikro yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Data yang dihasilkan oleh sensor selanjutnya dikirim ke sistem komputer atau platform digital untuk dianalisis dan dijadikan dasar pengambilan keputusan.

Teknologi sensor dan monitoring memungkinkan penerapan input produksi secara presisi, sehingga meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi pemborosan sumber daya dan dampak negatif terhadap lingkungan (Wolfert et al., (2017)). Secara keseluruhan, pemanfaatan teknologi dalam pertanian modern menunjukkan pergeseran paradigma dari pertanian tradisional menuju pertanian berbasis ilmu pengetahuan, teknologi, dan data. Integrasi mekanisasi, sistem irigasi modern, TIK, serta teknologi sensor dan monitoring menjadi fondasi utama dalam transformasi digital agribisnis yang berkelanjutan dan berdaya saing tinggi.

B. INTERNET OF THINGS (IOT) DALAM MONITORING TANAMAN DAN LAHAN

1. Konsep Dasar Internet of Things (IoT) dalam Pertanian

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan objek fisik dilengkapi sensor, perangkat lunak, dan konektivitas jaringan untuk mengumpulkan serta bertukar data secara otomatis melalui internet (Atzori et al., 2010). Dalam konteks pertanian,

REFERENSI

- Abu, N. S., Bukhari, W. M., Ong, C. H., et al. (2024). Internet of Things Applications in Precision Agriculture: A Review. *Journal of Robotics and Control*, 3(3), Article 14159. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i3.14159>
- Aker, J. C. (2011). Dial “A” for agriculture: A review of information and communication technologies for agricultural extension in developing countries. *Agricultural Economics*, 42(6), 631–647. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2011.00545.x>
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. CRC Press.
- Amruddin, M. I. F., Rachma, N. N., Purba, F. Y., Nurliani, F. D. P., Purba, Y. Z. W., Sirajuddin, S. N., Rasyid, I., Asman, A., Dewi, I., & Sibuea, M. B. (2024). *Manajemen Agribisnis: Strategi dan Aplikasi*. Azzia Karya Bersama.
- Arangurí, M., Mera, H., Noblecilla, W., & Lucini, C. (2025). Digital literacy and technology adoption in agriculture: A systematic review of factors and strategies. *AgriEngineering*, 7(9), 296. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7090296>
- Ardiana, W., & Purnomo, D. (2025). Digitalisasi Infrastruktur Pertanian untuk Mendukung Ketersediaan Pangan Nasional. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 21(2), 53–64.
- Arimbawa, I. W. P. 2015. Bahan Ajar Mata Kuliah Pertanian Terpadu. Denpasar: Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian. Universitas Udayana.
- Atalla, S., Tarapiah, S., Gawanmeh, A., Daradkeh, M., Mukhtar, H., Himeur, Y., Mansoor, W., Hashim, K. F. B., & Daadoo, M. (2023). IoT-Enabled Precision Agriculture: Developing an Ecosystem for Optimized Crop Management. *Information*, 14(4), 205. <https://doi.org/10.3390/info14040205>

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). *The Internet of Things: A survey*. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Bancin, H. D., Sirait, R. A. M., & Sugiardi, S. (2025). *Breaking barriers to digital adoption: A case study of paddy farmers in West Kalimantan*. *Jurnal AGRISEP: Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 24(02), 757–776. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.24.02.757-776>
- Barnard, F. L., & Akridge, J. T. (2012). *Agribusiness management* (5th ed.). Routledge.
- Basir, M. S., Buckmaster, D., Raturi, A., et al. (2024). From pen and paper to digital precision: A comprehensive review of on-farm recordkeeping. *Precision Agriculture*, 25, 2643–2682.
- Basso, B., & Antle, J. (2020). *Digital agriculture to design sustainable agricultural systems*. *Nature Sustainability*, 3(4), 254–256. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0510-0>
- Bellemare, M. F., & Bloem, J. R. (2018). Does contract farming improve welfare? A review. *World Development*, 112, 259–271. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.018>
- Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., & Whelan, B. (2018). *Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.012>
- Davis, J. H., & Goldberg, R. A. (1957). *A concept of agribusiness*. Harvard University Press.
- Dillon, J. L., & Hardaker, J. B. (1993). *Farm management research for small farmer development*. Food and Agriculture Organization (FAO).
- Edwards, P., Pullin, R.S.V., & Gartner, J.A. (Ed.). 1988. *Research and Education for the Development of Integrated Crop–Livestock–Fish Farming Systems in the Tropics*. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM).
- Ellis, F. (1999). *Rural livelihoods and diversity in developing countries*. Oxford University Press.

- Emerick, K., de Janvry, A., Sadoulet, E., & Dar, M. H. (2016). Technological innovations, downside risk, and the modernization of agriculture. *American Economic Review*, 106(6), 1537–1561. <https://doi.org/10.1257/aer.20150474>
- Fabregas, R., Kremer, M., & Schilbach, F. (2019). Realizing the potential of digital development: The case of agricultural advice. *Science*, 366(6471), eaay3038. <https://doi.org/10.1126/science.aay3038>
- FAO. (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: Status report*. Rome: FAO.
- FAO. (2021). *The future of food and agriculture – Pathways to sustainability*. Rome: FAO.
- FAO. (2022). *Agricultural extension and advisory services: Systems, approaches and innovations*. Rome: FAO.
- Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147–159. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>
- Food and Agriculture Organization. (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: Status report*.
- Fragomeli, R., Annunziata, A., & Punzo, G. (2024). Promoting the transition towards Agriculture 4.0: A systematic literature review on drivers and barriers. *Sustainability*, 16(6), 2425. <https://doi.org/10.3390/su16062425>
- Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). CRC Press.
- Gupta, M., Abdelsalam, M., Khorsandroo, S., & Mittal, S. (2020). Security and privacy in smart farming: Challenges and opportunities. *IEEE Access*, 8, 34564–34584. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2975142>
- Gupta, S., Hasan, W., Singh, S., Kumar, D., & Ansari, M. J. (2024). *Agriculture 4.0: Smart Farming with IoT and Artificial Intelligence*. CRC Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.

- International Food Policy Research Institute. (2022). *Agricultural extension, advisory services, and farm performance*.
- Kaakeh, W. (2025). *Agricultural data sovereignty: Empowering farmers for the future*. Noor Publishing.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. Berlin: Acatech.
- Kalaitzandonakes, N., Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., & Rozakis, S. (Eds.). (2018). *From Agriscience to Agribusiness: Theories, Policies and Practices in Technology Transfer and Commercialization*. Springer Cham.
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640–652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). *Pengembangan agroindustri berbasis komoditas unggulan*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Krishnababu, M. E., Rama Devi, B., Amitabh Soni, et al. (2024). A Review on Precision Agriculture Navigating the Future of Farming With AI and IoT. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(2), 336–349. <https://doi.org/10.9734/ajsspn/2024/v10i2291>
- Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*, 18(8), 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., ... Torquebiau, E. F. (2014). Climate-smart agriculture for food

- security. *Nature Climate Change*, 4(12), 1068–1072. <https://doi.org/10.1038/nclimate2437>
- Mayer-Schonberger, V. and Cukier, K. (2013) *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work and Think*. John Murray, London.
- Miller, N. J., Griffin, T., Bergtold, J., & Ciampitti, I. A. (2017). Farmers' adoption path of precision agriculture technology. *Advances in Animal Biosciences*, 8(2), 708–712. <https://doi.org/10.1017/S2040470017000528>
- Mohanty, S. P., Hughes, D. P., & Salathé, M. (2016). *Using deep learning for image-based plant disease detection*. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1419. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01419>
- Nugroho, T. (2010). *Mubyarto dan ilmu ekonomi yang membumi*. Yogyakarta: Pusat Studi Pancasila (PSP) UGM & Mubyarto Institute.
- OECD. (2020). *Innovation, productivity and sustainability in food and agriculture*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Digital opportunities for better agricultural policies*.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Putri, A. S. D., Lubis, D. P., & Aulia, T. (2025). Literasi Digital Anggota Kelompok Wanita Tani dan Pemanfaatannya sebagai Akses Informasi Pertanian. *Jurnal Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat*, 8(3), 55–66. <https://doi.org/10.29244/jskpm.v8i03.1408>
- Quy, V. K., Hau, N. V., Anh, D. V., Quy, N. M., Ban, N. T., Lanza, S., Randazzo, G., & Muzirafuti, A. (2022). IoT-enabled smart agriculture: Architecture, applications, and challenges. *Applied Sciences*, 12(7), 3396. <https://doi.org/10.3390/app12073396>
- Rahman, S. (2019). *Buku ajar membangun spirit dan kompetensi agrotechnopreneurship*. Deepublish.
- Rakshit, A., Chakraborty, S., Parihar, M., Meena, V. S., Mishra, P. K., & Bahadur Singh, H. (Eds.). (2022). *Innovation in Small-Farm Agriculture: Improving Livelihoods and Sustainability*. CRC Press.

- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Ryschawy, J., Martin, G., Moraine, M., Duru, M., & Therond, O. (2017). Designing crop–livestock integration at different levels: Toward new agroecological models? *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 108(1), 5–20. <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9815-9>
- Saragih, B. (2021). *Agribisnis: Paradigma baru pembangunan ekonomi berbasis pertanian*. IPB Press.
- Satria, D., Maghraby, W., & Setyanti, A. M. (2025). *Digital agricultural technology for smallholder farmers: Barriers and opportunities in Indonesia*. SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian, 18(3), 267–281. <https://doi.org/10.24843/SOCA.2024.v18.i03.p01>
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development*. Harvard University Press.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.
- Shen, H. (2019). *Original design of fresh agricultural products e-commerce platform based on mobile internet*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 569(4), 042051. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/569/4/042051>
- Sun, F., Meng, X., Zhang, Y., Wang, Y., Jiang, H., & Liu, P. (2023). *Agricultural product price forecasting methods: a review*. Agriculture, 13(9), 1671. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091671>
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2020). *Economic development* (13th ed.). Pearson.
- Utami, R. A., Mulyo Aji, J. M., & Ibanah, I. (2025). *The value chain mapping of porang agribusiness using AHP approach*. Agribusiness Study Program, Faculty of Agriculture, University of Jember, Indonesia.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). *Big data in smart farming – A review*. Agricultural Systems, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>

- World Bank. (2021). *Digital agriculture transformation: Knowledge and innovation systems*.
- World Economic Forum. (2023). *Innovation with a purpose: Supporting agripreneurship in the digital age*.
- Yan, M., Liu, P., Wen, F., Zhang, C., Zhao, R., Chen, W., Liu, X., & Liu, Y. (2018). *Research on precision management of farming season based on big data*. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2018, Article 143. <https://doi.org/10.1186/s13638-018-1161-y>

BIODATA PENULIS



Herpina, S.Pt., M.Si. Menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar pada tahun 2019. Pendidikan magister (S2) diselesaikan pada Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Sekolah Pascasarjana IPB University pada tahun 2023 dengan konsentrasi Pemuliaan dan Genetika Ternak. Herpina merupakan dosen tetap pada Program Studi Agribisnis, Universitas

Muhammadiyah Teluk Bintuni, sejak tahun 2025. Selama masa perkuliahan, penulis berperan sebagai ketua pelaksana penelitian pada kajian kualitas spermatozoa yang dilaksanakan di UPT-PIBPS Sulawesi Selatan. Penulis juga terlibat dalam berbagai kegiatan penelitian, antara lain Program Riset Keilmuan Lingkar Kampus, proyek Riset Kedaireka Domba Premium IPB yang didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, serta kajian molekuler yang mencakup analisis kebaruan (*novelty*) gen KCTD2. Selain itu, penulis aktif dalam organisasi *Animal Breeding and Genetic Student Community* (ABGSCi) dan telah menghasilkan artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi. Keseluruhan aktivitas akademik dan organisasi tersebut berkontribusi terhadap penguatan kompetensi keilmuan yang berorientasi pada integrasi teknologi, sistem produksi, dan pengembangan usaha dalam kerangka agribisnis modern.



Rosmiati Jamiah, S.T., M.Kom. Menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Makassar pada tahun 2018, serta pendidikan magister (S2) pada Program Studi Teknik Informatika, Universitas Hasanuddin pada tahun 2025. Saat ini, penulis menjabat sebagai dosen tetap sekaligus Ketua Program Studi Sistem Informasi di Universitas Muhammadiyah Teluk Bintuni sejak 2025, dan mampu beberapa mata kuliah, antara lain Logika dan Algoritma, Teknologi Informasi dan

Komunikasi, serta Pemrograman Komputer. Selama masa perkuliahan, penulis aktif sebagai asisten laboratorium Animasi dan Multimedia. Penulis juga aktif menulis artikel ilmiah dan telah menghasilkan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) di bidang basis data berupa dataset pertumbuhan tiga jenis tanaman bayam. Penulis memiliki minat khusus dalam pengembangan teknologi informasi, terutama di bidang Artificial Intelligence (AI) dan Internet of Things (IoT), untuk mendukung sistem informasi berbasis data, serta berkomitmen mengembangkan penelitian dan inovasi yang bermanfaat bagi masyarakat dan dunia pendidikan.

Revolusi Agribisnis 4.0

PELUANG DAN TANTANGAN SEKTOR PERTANIAN TERPADU

Transformasi menuju Agribisnis 4.0 menandai perubahan paradigma dalam pengelolaan sektor pertanian. Pertanian tidak lagi dipandang semata sebagai kegiatan produksi primer, melainkan sebagai sistem agribisnis terpadu yang mencakup proses hulu hingga hilir secara terintegrasi. Revolusi ini membawa peluang besar dalam peningkatan produktivitas, efisiensi, nilai tambah, dan kesejahteraan pelaku usaha tani. Namun demikian, berbagai tantangan struktural seperti kesenjangan kapasitas, keterbatasan kelembagaan, dan dinamika pasar global tetap memerlukan perhatian serius dan strategi yang komprehensif.

Buku ini disusun dengan pendekatan akademik yang sistematis, memadukan perspektif ekonomi pembangunan, teori daya saing, serta konsep penguatan rantai nilai dalam sektor pertanian. Pembahasan diarahkan untuk memberikan pemahaman konseptual sekaligus analitis mengenai peluang dan tantangan Revolusi Agribisnis 4.0 dalam konteks pembangunan pertanian terpadu dan berkelanjutan.



IKAPI
IKATAN KOOPERASI INDONESIA

CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamedia group
Telp/WA : +62 896-5427-3996



9