



Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi



DIREKTORAT JENDERAL PRASARANA & SARANA PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
REPUBLIK INDONESIA

Master Plan
**Pengembangan Pertanian
Presisi**



Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi

@ 2023 Dirjen PSP, Kementerian Pertanian

ISBN: 978-623-5857-05-3

TIM PENYUSUN

Ali Jamil
Hermanto
Rahmanto
Agung Prabowo
Trip Alihamsyah
Prayogo U. Hadi
Rachmat Hendayana
Syahyuti
Reni Kustiari
Elita Rahmarestia
FX. Lilik Trimulyantara
Suparlan
Uning Budiarti
Alkasuma Lukan
Joko Pitoyo

Pendukung :

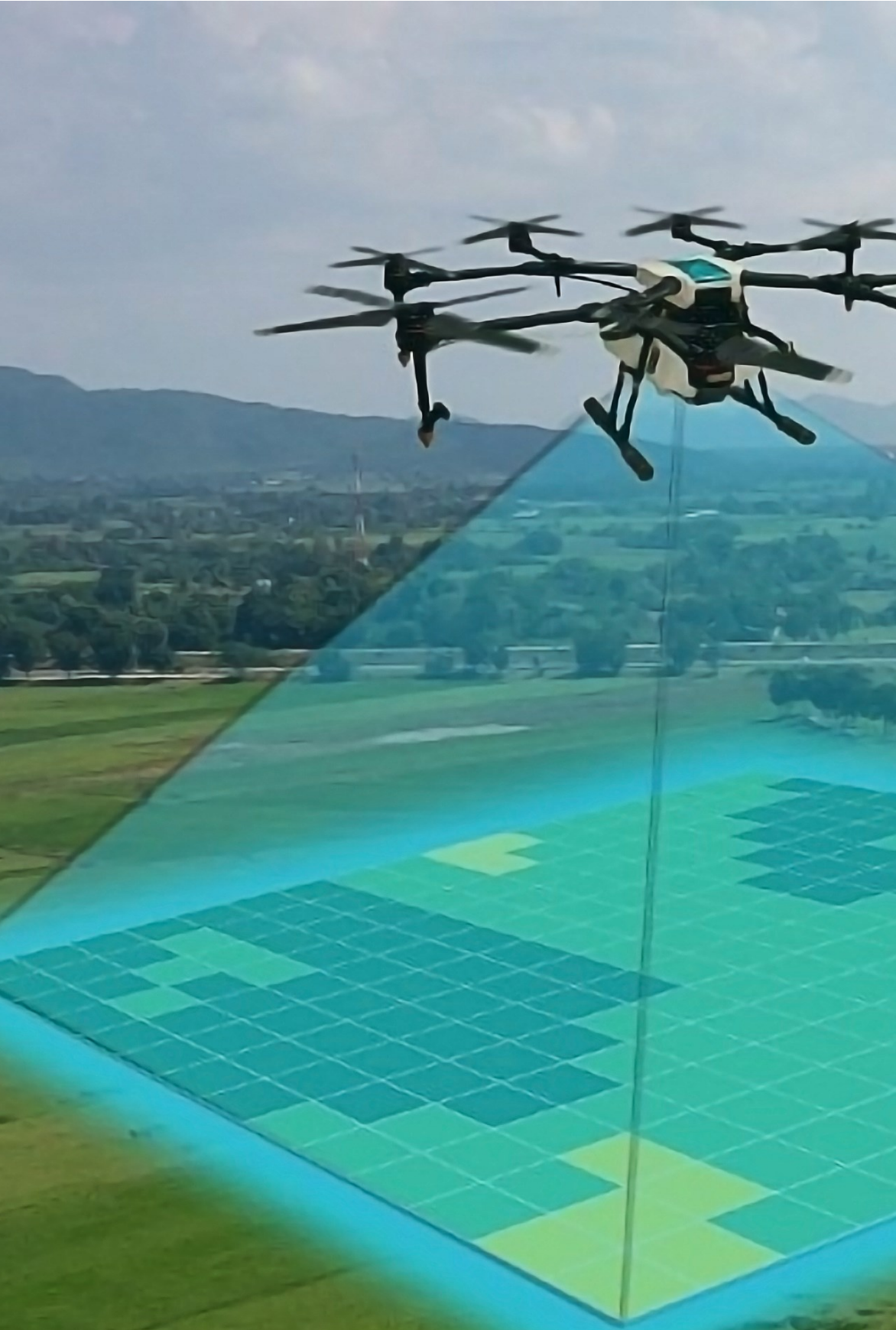
Hamid Sangadji
Emir Kartarajasa
Nur Asri Ayuningtyas
Frensiia Eka Putri Krismayanti Dewi
Ibnu Fadli

Hak Cipta dilindungi Undang-undang.
Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Agro Indo Mandiri.
Anggota IKAPI, No. 323/JBA/2018

Bekerjasama dengan Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian
Kementerian Pertanian

Dilarang mengutip, memperbanyak, dan menerjemahkan sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit





PENGANTAR PENERBIT

Pertanian presisi sebagai salah satu model pertanian modern berbasis *smart farming*, konsepnya akan mengubah pola pengelolaan pertanian konvensional menjadi lebih produktif dan efisien melalui sistem otomatisasi kontrol serta monitoring memanfaatkan teknologi Internet of Thing (IoT) mengacu pada: (a) *Management Information System (MIS)*, (b) *Precision Agriculture (PA)* dan (c) *Cyber Physical System (CPS)*

Pengembangan pertanian presisi akan menjadi solusi mengatasi tantangan pembangunan pertanian yang semakin kompleks, karena deraan perubahan iklim, degradasi dan alih fungsi lahan, serangan hama penyakit serta munculnya isu ketidakpastian keberlanjutan produksi pangan dan pertanian.

Buku ini menguraikan dan membahas rinci Master Plan Pengembangan Presisi mulai latar belakang, landasan konseptual dan tinjauan empiris, model pengembangan, manajemen pelaksanaan hingga pengendalian dan evaluasi sehingga menjadi rujukan dalam implementasi pertanian presisi di lapangan.

Kami atas nama Penerbit Agro Indo Mandiri mengucapkan terimakasih kepada Direktur Jenderal PSP Kementerian Pertanian yang telah mempercayakan penerbitan buku ini. Semoga kerjasama yang sudah terjalin ini akan terus berkembang di masa mendatang.

Bogor, Desember 2022

Penerbit Agro Indo Mandiri



SAMBUTAN MENTERI PERTANIAN

Pembangunan pertanian ke depan menghadapi tantangan yang makin berat dengan kompleksitas yang beragam. Alih fungsi lahan dan degradasi sumber daya lahan terjadi di banyak kawasan pertanian. Persaingan pemanfaatan lahan antara di sektor pertanian dengan sektor pembangunan lainnya juga menjadi kendala yang belum dapat dielakkan. Perubahan iklim yang berdampak luas terhadap upaya peningkatan produksi pangan dan pertanian telah terjadi di berbagai negara di dunia, termasuk Indonesia yang sebagian penduduknya mengandalkan pertanian sebagai sumber ekonomi rumah tangga.

Pemerintah terus berupaya mengatasi masalah dan kendala yang dihadapi petani dalam meningkatkan produksi pertanian, termasuk dalam pengadaan sarana dan parasarana produksi. Selama ini penggunaan sarana produksi oleh petani belum bijaksana sehingga telah terjadi ketidaktepatan dan bahkan pemborosan. Kemampuan pemerintah menyediakan sarana produksi semakin menurun, sehingga petani dituntut untuk lebih bijak menggunakannya tanpa mengabaikan upaya peningkatan produksi. Solusi yang dinilai tepat dalam mengembangkan pertanian ke depan adalah menggunakan input secara tepat dan efisien, baik jumlah, jenis, maupun waktu aplikasi. Oleh karena itu Kementerian Pertanian berkomitmen mengembangkan Pertanian Maju, Mandiri dan Modern dengan mengedepankan implementasi inovasi teknologi, kelembagaan,

prasarana dan sarana, termasuk pembiayaan secara terintegrasi dan berkelanjutan.

Untuk mewujudkan Pertanian Maju, Mandiri dan Modern telah dikembangkan Pertanian Cerdas (*Smart Farming*) yang mengubah pola pengelolaan sumber daya pertanian yang sebelumnya secara konvensional menjadi lebih produktif dan efisien, melalui sistem otomatisasi kontrol dan monitoring dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Pertanian presisi (*Precision farming*) menjadi salah satu komponen penting dan merupakan langkah awal dalam membangun *smart farming*. Pertanian presisi dirancang berdasarkan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) yang dapat membantu petani atau pelaku usahatani meningkatkan, mengotomatisasi, dan mengoptimalkan semua faktor yang diharapkan mampu meningkatkan produktivitas dan merancang sistem usaha pertanian cerdas.

Pertanian presisi dipercaya menjadi kunci untuk mendapatkan hasil panen terbaik dan maksimal dengan penggunaan input produksi yang tepat jumlah dan waktu dengan mengedepankan kelestarian lingkungan. Pengembangan pertanian presisi sekaligus dapat mengatasi tantangan inkonsistensi produktivitas yang terkait dengan kondisi lingkungan yang beragam. Pada dasarnya, pertanian presisi adalah manajemen sistem informasi teknologi yang mengintegrasikan strategi manajemen dan teknologi untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya guna mendapatkan hasil optimal dan menekan dampaknya terhadap kelestarian lingkungan. Penerapan pertanian presisi tercakup dalam penerapan digitalisasi pada semua sektor pembangunan sebagaimana diamanahkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional.

Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi ini ditujukan sebagai bahan acuan bagi seluruh komponen perencana dan pelaksana pengembangan pertanian presisi, mulai dari tingkat pusat hingga daerah. Tujuannya adalah agar program dan kegiatan pengembangan dapat dilaksanakan secara sinergis, koordinatif, terintegrasi, dan saling melengkapi secara berkelanjutan.

Kepada seluruh eselon II lingkup Ditjen PSP, tim penulis, dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan *Master Plan* ini disampaikan penghargaan dan terima kasih. Saran dan masukan dari berbagai pihak tentu diperlukan untuk menyempurnakannya sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam membangun pertanian presisi secara lebih baik dan berkelanjutan di berbagai lokasi dan agroekosistem guna mewujudkan pertanian yang maju, mandiri, dan modern. Hal ini berperan penting dalam upaya penguatan ketahanan pangan nasional dan peningkatan kesejahteraan petani.

Jakarta, Desember 2022

Menteri Pertanian,



Prof. Dr. H. Syahrul Yasin Limpo, SH, MSi, MH



KATA PENGANTAR

DIREKTUR JENDERAL PSP

Puji syukur dihaturkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga “*Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi*” dapat disusun tepat waktu. *Master Plan* ini ditujukan sebagai acuan bagi seluruh komponen perencana dan pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi, mulai dari tingkat pusat sampai ke tingkat daerah, sehingga kegiatan pengembangan pertanian presisi dapat dilaksanakan secara sinergis, terintegrasi, dan saling melengkapi. Pengembangan pertanian presisi bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pertanian yang mengintegrasikan strategi manajemen dan teknologi yang mengefisienkan penggunaan sumber daya untuk mendapatkan hasil optimal dan mengurangi dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan. Di samping itu, pengembangan pertanian presisi juga sebagai langkah awal dalam membangun *smart farming* menuju pertanian yang maju, mandiri, dan modern untuk penguatan ketahanan pangan nasional dan peningkatan kesejahteraan petani.

Penyusunan *Master Plan* ini dilatarbelakangi oleh beberapa isu penting yang antara lain pemantapan ketahanan pangan dan peran penting sektor pertanian dalam pertumbuhan ekonomi di masa pandemi COVID-19, keterbatasan sumber daya alam, jumlah penduduk yang terus bertambah, menurunnya jumlah tenaga kerja produktif di sektor pertanian, dan perubahan iklim. Kondisi tersebut menuntut perlunya efisiensi penggunaan input produksi dan

memaksimalkan produksi melalui penerapan dan penggunaan teknologi presisi yang telah berkembang pesat seiring dengan perkembangan industri 4,0. Dalam kaitan ini Ditjen PSP telah menyiapkan konsep, arah, dan strategi serta rancangan pengembangan pertanian presisi yang dituangkan dalam *Master Plan* ini secara terstruktur dan komprehensif.

Kepada seluruh eselon II di lingkup Ditjen PSP, tim penulis, dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan *Master Plan* ini disampaikan penghargaan dan terima kasih. Saran dan masukan dari berbagai pihak tentu diperlukan untuk menyempurnakan *Master Plan* ini untuk dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan pertanian presisi secara lebih baik, terintegrasi, sinergis, dan berkelanjutan di berbagai lokasi dan agroekosistem guna mewujudkan pertanian yang maju, mandiri, dan modern.

Jakarta, Desember 2022

Direktur Jenderal PSP,



Ir. Ali Jamil, MP., Ph.D

DAFTAR ISI

PENGANTAR PENERBIT	v
SAMBUTAN MENTERI PERTANIAN	vii
KATA PENGANTAR DIREKTUR JENDERAL PSP	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL DAN GAMBAR	xv
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Tujuan dan Sasaran	4
1.3. Ruang Lingkup	5
1.4. Dasar Hukum	6
LANDASAN KONSEPTUAL DAN TINJAUAN EMPIRIS	9
2.1. Landasan Konseptual	10
2.2. Tinjauan Empiris	23
MODEL PENGEMBANGAN	31
3.1. Model Pertanian Presisi	32
3.2. Penataan Lahan (Site Plan)	35
3.3. Sistem Produksi dan Teknologi	44
3.4. Prasarana dan Sarana	48
3.5. Kelembagaan dan Manajemen	53

MANAJEMEN PELAKSANAAN	59
4.1. Kriteria Lokasi dan Petani	60
4.2. Rencana Aksi	61
4.3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan	75
4.4. Organisasi Pelaksana dan Sinergitas	78
4.5. Pola Pendanaan	83
PENGENDALIAN DAN EVALUASI	85
5.1. Indikator Kinerja	86
5.2. Pengendalian dan Pemantauan	87
5.3. Evaluasi dan Pelaporan	89
PENUTUP	91
DAFTAR PUSTAKA	95
INDEKS	99
LAMPIRAN	105

DAFTAR TABEL DAN GAMBAR

Tabel	2.1. Jenis dan Manfaat Teknologi Pertanian Presisi di Negara Maju	26
Tabel	4.2. Kegiatan dan aktifitas serta waktu pelaksanaannya tahun 2022-2024	74
Tabel	4.3. Sinergitas pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi	83
Gambar	2.1. Status Pertanian Presisi dalam Smart Farming	11
Gambar	2.2. Dasar Pertanian Presisi (Stafford, 2000).....	14
Gambar	2.3. Proses dan Komponen Pertanian Presisi.....	18
Gambar	2.4. Strategi Pengembangan Pertanian Presisi.....	22
Gambar	2.5. Kebutuhan Komponen Teknologi untuk Pengembangan Pertanian Presisi.....	23
Gambar	3.1. Model Pertanian Presisi	32
Gambar	3.2. Penyiapan Peta Pendukung	36
Gambar	3.3. Tahapan Penyusunan DED	37
Gambar	3.4. Hasil Penataan Lahan.....	38
Gambar	3.5. Sistem Produksi dan Teknologi.....	45
Gambar	3.6. Sarana dan Prasarana Benih/bibit	49
Gambar	3.7. Transformasi Kelembagaan Petani Menjadi Korporasi Petani	57

Gambar 4.1. Kegiatan dan Aktifitas Pengembangan Pertanian Presisi.....	62
Gambar 4.2. Pelaksanaan SID	63
Gambar 4.3. Penataan Lahan	64
Gambar 4.4. Smart Irrigation	66
Gambar 4.5. Robot Tanam.....	67
Gambar 4.6. Drone Sprayer	68
Gambar 4.7. Tahapan SID dan Penataan Lahan.....	76
Gambar 4.8. Tahapan Pengembangan Prasarana dan Sarana	77
Gambar 4.9. Tahapan Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi.....	77
Gambar 4.10. Tahapan Pengembangan Kelembagaan dan Manajemen	78
Gambar 4.11. Struktur Organisasi Pelaksana Pengembangan Pertanian Presisi	79
Gambar 4.12. Sinergi kegiatan pengembangan pertanian presisi lingkup Kementan	82

RINGKASAN EKSEKUTIF

Pembangunan pertanian ke depan menghadapi tantangan yang semakin kompleks, tidak hanya karena perubahan iklim, degradasi lahan, alih fungsi lahan dan serangan hama penyakit, tetapi juga isu ketidakpastian keberlanjutan produksi pangan dan pertanian global. Salah satu solusi untuk mengatasi kendala tersebut adalah mengembangkan pertanian modern berbasis *smart farming* yang implementasinya diawali dengan mengembangkan pertanian presisi.

Pertanian presisi merupakan kunci untuk menghasilkan panen terbaik dan maksimal dengan penggunaan input yang tepat jumlah dan waktu, serta memperhatikan kelestarian lingkungan. Dalam praktiknya, pertanian presisi dioperasionalkan berdasarkan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* dan *Internet of Things (IoT)* untuk membantu petani dengan meningkatkan, mengotomatisasi, dan mengoptimalkan semua faktor yang memungkinkan untuk mampu meningkatkan produktivitas pertanian dan membuat sistem usaha pertanian cerdas.

Secara konseptual, pertanian presisi adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan strategi manajemen dan teknologi yang mengoptimalkan penggunaan sumber daya untuk mendapatkan hasil maksimal dan mengurangi dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan.

Dalam mengembangkan pertanian presisi diperlukan model bisnis pertanian presisi yang menggambarkan keterpaduan semua kegiatan dari hulu sampai hilir. Tujuan pengembangan pertanian presisi adalah mengembangkan sistem usaha pertanian presisi untuk mendapatkan hasil

maksimal dan mengurangi dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan di berbagai lokasi dan agroekosistem.

Master plan pengembangan pertanian presisi disusun sebagai acuan dalam: (i) Menyusun program dan kegiatan pengembangan pertanian presisi; (ii) Membuat instrumen koordinasi, integrasi, sinergitas, sinkronisasi kegiatan pengembangan pertanian presisi; dan (iii) Mendorong diskursus tingkat Ditjen PSP perihal konsep, arah, pendekatan, dan strategi pengembangan pertanian presisi.

Untuk mendukung kelancaran dan keberhasilan pengembangan pertanian presisi telah ditetapkan kriteria pemilihan lokasi dan petani yang disusun dengan mempertimbangkan aspek teknis, sosial ekonomi, dan manajemen. Pencapaian tujuan dan sasaran pengembangan pertanian presisi melalui penyusunan dan implementasi rencana aksi yang terdiri atas empat kegiatan utama, yaitu:

- (1) *Survey Investigation Design* (SID);
- (2) Pengembangan Prasarana dan Sarana;
- (3) Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi Pertanian; dan
- (4) Pengembangan Kelembagaan dan Manajemen.

Kegiatan SID meliputi: (i) Pemetaan kondisi lokasi; (ii) Penyusunan rancangan penataan lahan (*site plan*); dan (iii) Implementasi rancangan penataan lahan. Kegiatan pengembangan prasarana dan sarana mencakup: (a) Pembangunan dan/atau rehabilitasi atau peningkatan infrastruktur pertanian; (b) Fasilitasi penyediaan alat-mesin pertanian (alsintan) dan Unit Pengolahan Hasil Pertanian

(UPHP); (c) Pengembangan prasarana dan sarana digitalisasi usaha pertanian; dan (d) Penyediaan prasarana dan sarana pendukung lainnya.

Kegiatan pengembangan sistem dan teknologi produksi pertanian mencakup subsistem dari hulu sampai hilir, sedangkan kegiatannya berupa: (i) Penyusunan sistem dan teknologi produksi berdasarkan kondisi dan karakteristik sumber daya lahan dan permintaan pasar; (ii) Fasilitasi penyediaan sarana produksi, sarana operasional alsintan, dan UPHP; (iii) Pendampingan implementasi sistem dan teknologi produksi pertanian; dan (iv) Fasilitasi asuransi usaha pertanian presisi.

Pengembangan kelembagaan petani dilakukan dengan mentransformasikan kelembagaan petani menjadi kelembagaan ekonomi petani (KEP) yang dapat berbentuk koperasi tani atau lembaga ekonomi lainnya. Kegiatannya mencakup:

- (1) Penyiapan dokumen, pemilihan bidang, dan analisis usaha/bisnis;
- (2) Penetapan organisasi dan tata kerja serta SDM pengelola;
- (3) Fasilitasi penyusunan rencana bisnis atau usaha pertanian presisi; dan
- (4) Pendampingan implementasi bisnis atau usaha pertanian presisi. Pengembangan manajemen diupayakan melalui peningkatan kapasitas dan kompetensi SDM petani dan pengelola KEP dengan pelatihan dan pendampingan.

Untuk mengukur perkembangan kemajuan serta pencapaian tujuan dan sasaran kegiatan pengembangan pertanian presisi ditetapkan indikator kinerja berupa *output*, *outcome*, dan dampak yang bersifat spesifik, terukur, rasional, dan dengan batas waktu. Kegiatan pengendalian dan pemantauan dilakukan secara berjenjang dan berkala oleh Tim Pelaksana Kementan dan Tim Pelaksana Daerah.

Evaluasi dilaksanakan secara berkala dan berjenjang, mulai dari tingkat Kementan sampai tingkat lokasi kegiatan pengembangan pertanian presisi oleh Tim Pelaksana Kementan, Tim Teknis, Tim Pelaksana Provinsi, dan Tim Pelaksana Kabupaten/Kota.

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Pembangunan pertanian ke depan menghadapi tantangan yang semakin kompleks, tidak hanya karena deraan perubahan iklim, degradasi dan alih fungsi lahan serta serangan hama penyakit, tetapi juga isu ketidakpastian keberlanjutan produksi pangan dan pertanian, baik di tingkat nasional maupun global.

Solusi untuk mengatasi tantangan tersebut adalah mengembangkan pertanian modern berbasis *smart farming* yang salah satu implementasinya dalam bentuk pertanian presisi (Kementan, 2022). *Smart farming* merupakan mekanisme yang mengubah pola pengelolaan lahan pertanian yang sebelumnya dengan cara konvensional menjadi lebih produktif dan efisien melalui sistem otomatisasi kontrol dan monitoring dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT).

Smart farming juga bermakna sebagai pertanian yang *Specific, Manageable, Adaptive, Remarkable, Traceable*. *Specific* dalam hal sistem, teknologi produksi, dan produk yang dihasilkan. *Manageable* berarti dapat diterapkan dan dikelola oleh petani. *Adaptive*, berkenaan dengan sistem dan teknologi produksi di lokasi. *Remarkable* berarti mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan mutu produk dengan sangat nyata. *Traceable* menunjukkan proses kegiatannya dapat dilacak dengan mudah. Dalam membangun *smart farming*, pertanian presisi merupakan komponen penting dan langkah awal yang krusial.

Pertanian presisi adalah sistem manajemen pertanian yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan penggunaan sumber daya melalui peningkatan hasil atau

berkuarangnya input dan dampak lingkungan yang merugikan dengan memanfaatkan teknologi informasi (Balafoutis *et al.*, 2017).

Pertanian presisi merupakan kunci untuk menghasilkan hasil panen terbaik dan maksimal dengan penggunaan input yang tepat jumlah dan waktu, serta memperhatikan kelestarian lingkungan.

Dalam praktiknya, pertanian presisi dioperasionalkan berdasarkan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) dalam membantu petani dengan meningkatkan, mengotomatisasi, dan mengoptimalkan semua hal yang memungkinkan untuk meningkatkan produktivitas dan membuat sistem usaha pertanian yang cerdas.

Praktik pertanian presisi menyiratkan penerapan input pertanian yang tepat berdasarkan kebutuhan tanah, cuaca, dan tanaman untuk memaksimalkan produktivitas, kualitas, dan keuntungan secara berkelanjutan (Pierce dan Nowak, 1999).

Implementasi pertanian presisi sangat bergantung pada banyak faktor, termasuk sejauh mana kondisi dalam suatu lokasi diketahui dan dikelola, kecukupan rekomendasi masukan, dan tingkat pengendalian aplikasi.

Teknologi yang digunakan dalam pertanian presisi dikelompokkan ke dalam kategori utama, yaitu *Wireless Sensor Network* (WSN), Komputer, Sistem Pemosisian Global (GPS), Sistem Informasi Geografis (GIS), Penginderaan Jauh (RS), Kontrol Aplikasi, dan perangkat keras peralatan (*hardware*) presisi. Aspek pertanian presisi

juga mencakup beragam topik termasuk variabilitas basis sumber daya tanah, cuaca, genetika tanaman, keanekaragaman tanaman, kinerja mesin dan sebagian besar input fisik, kimia, dan biologis yang digunakan dalam berproduksi.

Untuk keberhasilan pengembangan pertanian presisi di Indonesia, disusun *Master Plan* sebagai dokumen perencanaan yang bersifat komprehensif, diawali dengan landasan konseptual dan tinjauan empiris, kemudian model pengembangan pertanian presisi yang mencakup penataan lahan (*site plan*), sistem produksi dan teknologi, prasarana dan sarana, kelembagaan dan manajemen.

1.2. Tujuan dan Sasaran

Penyusunan *Master Plan* bertujuan untuk:

- (1) Menyediakan bahan acuan dalam penyusunan program dan kegiatan pengembangan pertanian presisi.
- (2) Menghasilkan instrumen untuk koordinasi, integrasi, sinergitas dan sinkronisasi program dan rencana kegiatan pemerintah, masyarakat dan pelaku bisnis dalam pengembangan pertanian presisi.
- (3) Mendorong diskursus di lingkup Ditjen PSP perihal konsep, arah, pendekatan dan strategi serta peta jalan pengembangan pertanian presisi.

Tujuan pengembangan pertanian presisi adalah mengembangkan sistem pertanian yang mengintegrasikan strategi manajemen dan teknologi yang mengefisienkan

penggunaan sumber daya guna mendapatkan hasil maksimal dan mengurangi dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan.

Sasaran Pengguna *Master Plan*

- (1) Satuan Kerja Kementan, terutama lingkup Ditjen PSP.
- (2) Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) di tingkat Provinsi dan Kabupaten/Kota.
- (3) Para *stakeholders*, petani, dan masyarakat yang terlibat dalam pengembangan pertanian presisi.

Sasaran Pengembangan Pertanian Presisi

- (1) Terbangunnya sistem pertanian yang mengintegrasikan strategi manajemen dan teknologi yang mengefisienkan penggunaan sumber daya untuk mendapatkan hasil maksimal dan mengurangi dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan di berbagai lokasi dan agroekosistem.
- (2) Meningkatnya produktivitas, efisiensi, mutu produksi, dan pendapatan usaha pertanian secara berkelanjutan.

1.3. Ruang Lingkup

Master Plan pengembangan pertanian presisi mencakup enam bab. Bab I Pendahuluan, memuat latar belakang, tujuan, dan sasaran, ruang lingkup dan dasar hukum. Bab II Landasan Konseptual dan Tinjauan Empiris, memuat tinjauan teoritis dan empiris serta konsep dasar

pertanian presisi. Bab III Model Pengembangan, memuat model pertanian presisi, penataan lahan (*site plan*), sistem dan teknologi produksi, prasarana dan sarana, kelembagaan dan manajemen. Bab IV Manajemen Pelaksanaan, memuat kriteria lokasi dan petani, rencana aksi, tahapan pelaksanaan kegiatan, organisasi pelaksana dan sinergitas, dan pola pendanaan. Bab V Pengendalian dan Evaluasi, memuat indikator kinerja, pengendalian dan pemantauan, evaluasi dan pelaporan. Bab VI Penutup.

1.4. Dasar Hukum

- (1) Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Berkelanjutan.
- (2) Undang-Undang Nomor 13/2010 tentang Hortikultura.
- (3) Undang-Undang Nomor 18/2012 tentang Pangan.
- (4) Undang-Undang Nomor 19/2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani.
- (5) Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan.
- (6) Undang-Undang Nomor 22/2019 tentang sistem Budi Daya Berkelanjutan.
- (7) PP No. 81/2001 tentang Alat dan Mesin Budi Daya Tanaman.
- (8) PP No. 41/2011 tentang Alat dan Mesin Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- (9) PP No. 18/2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional tahun 2020-2024
- (10) Kepmentan 940/Kpts/OT.210/10/97 tentang Pedoman Kemitraan Usaha Pertanian.

- (11) Permentan 65/2006 tentang Pedoman Pengawasan Pengadaan, Peredaran dan Penggunaan Alat dan atau Mesin Pertanian.
- (12) Permentan 05/2007 tentang Syarat dan Tata Cara Pengujian dan Pemberian Sertifikat Alat dan Mesin Budi Daya Pertanian;
- (13) Permentan 25/2008 tentang Penumbuhan dan Pengembangan Usaha Jasa Alat dan Mesin Pertanian;
- (14) Permentan 39/2008 tentang Pembentukan Lembaga Sertifikasi Produk Alat dan Mesin Pertanian.
- (15) Renstra Kementerian Pertanian tahun 2019-2024.
- (16) Permentan 18/2018 tentang Pedoman Kawasan Pertanian berbasis Korporasi Petani.
- (17) Permentan 39/2018 tentang Sistem Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian.



BAB II
LANDASAN
KONSEPTUAL
DAN
TINJAUAN
EMPIRIS



Pertanian saat ini dan ke depan dihadapkan kepada tantangan yang tambah berat seiring dengan munculnya pandemi COVID-19 dan perubahan iklim yang telah melanda dunia. Selain dampak perubahan iklim dan COVID-19, pertanian juga dihadapkan pada berkurangnya luas lahan untuk budi daya akibat terkonversi untuk keperluan usaha nonpertanian, dan jumlah penduduk yang terus bertambah.

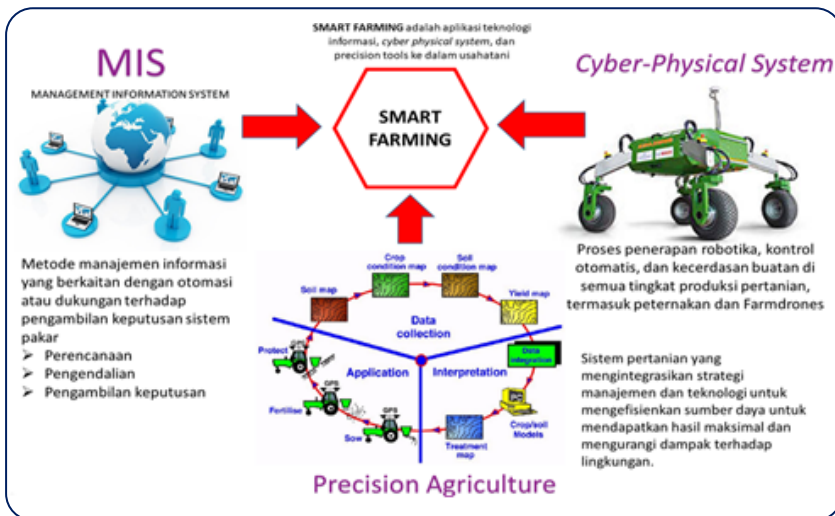
Berbagai tantangan tersebut menuntut penggunaan teknologi yang *smart* dalam meningkatkan hasil dan kualitas produk pertanian secara optimal. Teknologi 4,0 dewasa telah berkembang di berbagai bidang kehidupan, termasuk di sektor pertanian, diantaranya pertanian presisi yang menjadi salah satu andalan dalam memaksimalkan penggunaan teknologi di sektor pertanian. Pengembangan pertanian presisi di Indonesia disusun berlandaskan konseptual yang mengakomodasi pendapat para pakar dan tinjauan empiris di berbagai negara maju dan berkembang.

2.1. Landasan Konseptual

Pertanian presisi merupakan salah satu komponen penting dalam membangun *smart farming*. Secara konseptual, *smart farming* merupakan mekanisme yang mengubah pola pengelolaan lahan pertanian yang sebelumnya secara konvensional menjadi jauh lebih produktif dan efisien melalui sistem otomatisasi kontrol serta monitoring dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) (Gambar 2.1).

Smart farming mengacu pada penggunaan teknologi: (a) *Management Information System* (MIS); (b) *Precision Agriculture* (PA); dan (c) *Cyber Physical System* (CPS). MIS

dapat didefinisikan sebagai sistem informasi yang menyediakan informasi bagi pengguna sesuai kebutuhan dalam pengambilan keputusan dan menyelesaikan masalah. MIS didukung oleh database yang sangat komplit, sesuai dengan kebutuhan dalam usaha pertanian.



Gambar 2.1. Status Pertanian Presisi dalam Smart Farming

Pertanian presisi (*precision farming*) merupakan konsep pertanian dengan pendekatan sistem pertanian dengan masukan rendah (*low input*), efisiensi tinggi, dan berkelanjutan. Pertanian presisi erat hubungannya dengan pemberian input sesuai kebutuhan tanaman, kondisi lokasi, waktu, dan jumlah masukan. Oleh karena itu, pertanian presisi menjadi jawaban atas keterbatasan sumber daya air,

tanah, pupuk, tenaga kerja produktif, dan faktor produksi lainnya, sehingga peningkatan hasil dan kualitas produk pertanian dapat dicapai secara optimal. Hal ini didasarkan pada empat faktor yang saling terkait dalam penerapan pertanian presisi yaitu: (1) Pengurangan input (*reduced input*); (2) Sistem pengendali yang disempurnakan (*improved control*); (3) Peningkatan efisiensi (*improved efficiency*); dan (4) Sistem informasi manajemen (*management information system*) (Soegandi, 2010).

Pertanian presisi adalah sistem pertanian yang mengoptimalkan penggunaan sumber daya untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan mengurangi dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan.

Kaleita dan Tian (2002) dalam Wijayanto (2013) mendefinisikan pertanian presisi sebagai "*an integrated information- and production-based farming system that is designed to increase long term, site-specific and whole farm production efficiency, productivity and profitability while minimizing negative environmental impacts*".

Definisi ini menunjukkan keunggulan dari pertanian presisi, selain meningkatkan produksi pertanian, efisiensi, dan keuntungan, juga sekaligus menurunkan dampak negatif terhadap lingkungan. Pertanian presisi juga merupakan sistem industri pertanian yang memberikan perlakuan presisi pada semua mata rantai agribisnis, dari hulu (*on-farm*) sampai ke hilir (*off farm*), dengan mengoptimalkan *food productivity, food security, food quality, food safety and food sustainability*, meminimalisasi *food loss, food waste, and environmental damage* (Nugroho 2022).

Pendapat lainnya mengemukakan pertanian presisi adalah “sistem pertanian yang mengintegrasikan strategi manajemen dan teknologi untuk mengefisienkan pemanfaatan sumber daya guna mendapatkan hasil maksimal dan mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan”.

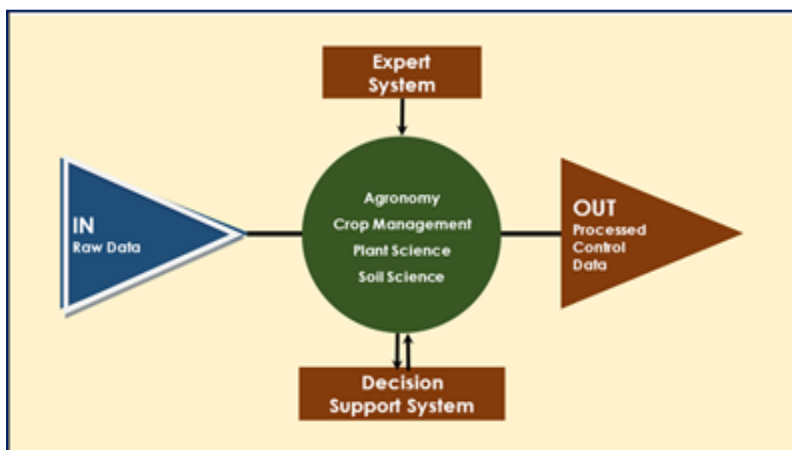
Dengan *precision farming*, petani mengolah tanah, menanam, merawat, memanen hasil tanaman secara presisi. Kegiatan ini dilakukan dengan bantuan perangkat teknologi digital yang dibarengi dengan penggunaan alat-mesin pertanian (alsitan) serba pintar guna membantu petani dalam menentukan jarak tanam, kebutuhan benih dan pupuk, umur panen dan jumlah panen dengan tepat.

Pertanian presisi adalah kunci untuk menghasilkan panen terbaik dan maksimal dengan penggunaan input yang tepat jumlah dan waktu, serta memerhatikan kelestarian lingkungan. Dalam praktiknya, pertanian presisi dioperasionalkan berdasarkan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* dan *Internet of Things (IoT)* yang membantu petani meningkatkan, mengotomatisasi, dan mengoptimalkan semua aspek yang memungkinkan peningkatan produktivitas dengan sistem usaha pertanian yang cerdas.

Berbagai teknologi pertanian presisi yang telah dikembangkan antara lain; (i) *Geographical Position System (GPS)*; (ii) *Geographic Information System (GIS)*; (iii) *Variable Rate Application (VRA)*; (iv) *Remote Sensing System*; (v) *Yield Mapping*; dan (vi) *Database Management System (DBMS)*, dan *Spatial Variability*. Pada dasarnya, pertanian presisi adalah manajemen sistem informasi teknologi (Zwass, 2022).

Dalam pertanian presisi, berbagai teknologi tersebut memberikan dukungan dalam proses pengambilan keputusan untuk dapat menentukan perlakuan yang tepat dan memberikan manfaat dalam tahapan sistem produksi. Pengembangan teknologi pertanian presisi juga dapat mengatasi tantangan inkonsistensi produktivitas pertanian karena kondisi lingkungan dan informasi cuaca yang tidak sampai ke petani atau pelaku usahatani.

Prediksi cuaca saat ini tidak dapat digunakan sebagai dasar pertanian presisi sehingga menyulitkan mendeteksi kondisi yang kritikal dalam proses budi daya. Gambar 2.2 memperlihatkan aliran informasi data yang dikumpulkan dengan metode ilmiah, lalu melalui *Expert System* untuk dievaluasi sehingga menghasilkan *Decision Support System* (DSS), yang menghasilkan kontrol data untuk pengambilan keputusan.



Gambar 2.2. Dasar Pertanian Presisi (Stafford, 2000)

Expert system berbasis komputer menciptakan kondisi dimana kapabilitas manusia yang tinggi dan kekuatan komputer dapat digabungkan untuk mengatasi berbagai keterbatasan. Sistem ini berguna untuk meningkatkan probabilitas, frekuensi, dan konsistensi dalam membuat keputusan yang baik secara *real-time*, berbiaya rendah, meningkatkan pemanfaatan sebagian besar data yang tersedia, memberikan kebebasan berfikir dan waktu bagi para ahli untuk berkonsentrasi pada aktivitas yang lebih kreatif (Rani *et al.*, 2011).

Expert system pada pertanian presisi telah dikembangkan untuk mendiagnosis berbagai aspek tanaman dengan kepakaran di bidang *agronomy*, *crop management*, *plant science*, dan *soil science*.

Decision Support System (DSS) adalah sistem berbasis perangkat lunak interaktif yang digunakan untuk membantu pengambil keputusan mengumpulkan informasi yang berguna dari kombinasi data mentah, dokumen, dan pengetahuan pribadi, guna mengidentifikasi dan memecahkan masalah dan membuat keputusan yang optimal (Venkatalakshmi and Devi, 2014).

Arsitektur DSS terdiri atas database (atau basis pengetahuan), model (yaitu konteks keputusan dan kriteria pengguna), dan pengguna. DSS untuk pertanian presisi dirancang untuk membantu petani, pakar pertanian, peneliti, atau intelektual dengan panduan dalam membuat berbagai keputusan terkait dengan pertanian presisi dan membantu mengakses, menampilkan, dan menganalisis data yang mempunyai konten dan makna geografis.

Konsep pertanian presisi tidak hanya terkait dengan penggunaan teknologi tetapi juga aspek 5R yaitu *right input use* (nutrisi, air, pupuk, uang, alsintan, dll) pada *right time, right place, right amount, dan right manner*.

Keuntungan utama penggunaan DSS meliputi pemilihan beberapa alternatif, pemahaman yang lebih baik tentang proses, identifikasi situasi yang tidak terduga, meningkatkan komunikasi, efektivitas biaya, penggunaan data dan sumber daya yang lebih baik.

Penerapan DSS di bidang pertanian dan lingkungan telah meningkat pesat dalam dekade terakhir, yang memungkinkan penilaian cepat sistem produksi pertanian di seluruh dunia dan pengambilan keputusan di tingkat pusat dan daerah, meskipun ada kendala keberhasilan adopsi teknologi ini di bidang pertanian.

Dalam prosesnya, pengembangan pertanian presisi didasarkan pada falsafah sebagai berikut:

- (1) Pertanian holistik dari hulu ke hilir;
- (2) Adanya heterogenitas dan dinamika (lahan, obyek bio, iklim, geografi, kultur, pasar, dan konsumen) dan tidak seharusnya diasumsikan homogen dan statis;
- (3) Mendayagunakan teknologi yang memungkinkan pengamatan dan perlakuan presisi; dan
- (4) Berbasis fakta (data), ilmu pengetahuan, bukan berbasis kebiasaan, pengalaman, intuisi, dan asumsi.

Oleh karena itu, keberhasilan pengembangan pertanian presisi ditentukan oleh beberapa syarat yang harus dipenuhi sebagai berikut:

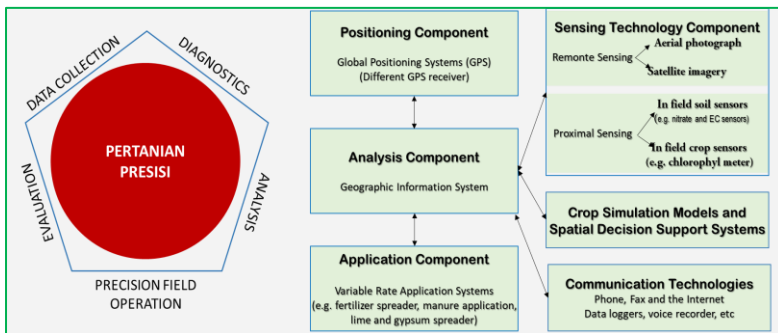
- (1) Mampu mengidentifikasi secara tepat parameter desain pada setiap lokasi yang dituju.
- (2) Mampu mengumpulkan data real-time pada variabel yang terjadi di lapangan.
- (3) Mampu mengumpulkan, menafsirkan, dan menganalisis data pada skala dan frekuensi yang sesuai.
- (4) Mampu menyesuaikan penggunaan input secara presisi pada praktek pertanian untuk maksimalisasi produksi.
- (5) Mampu mengefisienkan penggunaan sumber daya alam.
- (6) Mampu mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari kegiatan ini karena berkurangnya penggunaan bahan kimia pertanian dan penggunaan air secara rasional.

Pertanian presisi melibatkan penentuan variasi yang lebih tepat dan menghubungkan spasial dengan tindakan pengelolaan, sehingga memungkinkan petani untuk melihat tanaman dan praktik mereka dari perspektif yang sama sekali baru, dengan tujuan untuk:

- (1) Mendapatkan efisiensi biaya;
- (2) Optimalisasi hasil dan kualitas dalam kaitannya dengan kapasitas produksi;

- (3) Pengelolaan basis sumber daya yang lebih baik; dan
- (4) Pelestarian lingkungan. Pertanian presisi juga menyediakan informasi yang dapat digunakan petani untuk membuat keputusan pengelolaan yang rasional.

Adopsi di lapangan, pertanian presisi dapat direpresentasikan sebagai proses siklus lima langkah, yaitu pengumpulan data, diagnostik, analisis data, operasi lapangan presisi, dan evaluasi. Untuk menerapkan pertanian presisi diperlukan instrumen sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Proses dan Komponen Pertanian Presisi

Sistem penentuan posisi geografis melalui satelit untuk menentukan parameter lapangan yang direferensikan sebagai input tanaman, sehingga mesin dapat mengaplikasikan dosis input produksi secara presisi. Beberapa aspek penting dalam aplikasi input produksi adalah sebagai berikut:

- (1) Sensor, untuk mengukur parameter tanah dan tanaman di suatu lahan.

- (2) Perangkat keras, untuk mengatur dan mengontrol tingkat presisi penggunaan input produksi yang bervariasi secara spasial.
- (3) Perangkat lunak, untuk menghasilkan peta parameter tanah dan tanaman di lapangan secara spasial.
- (4) Model simulasi tanah-tanaman, untuk menyesuaikan tingkat input produksi tanaman pada musim tanam berikutnya. Evaluasi profitabilitas ekonomi, keamanan, dan dampak lingkungan dari operasi secara presisi di lapangan menjadi bagian dari proses pengumpulan data pada musim berikutnya.

Ada tiga kriteria yang diperlukan untuk pelaksanaan pertanian presisi, yaitu:

- (1) Bukti yang jelas tentang variabilitas spasial dan temporal yang signifikan dalam kondisi tanah dan tanaman di lahan pada suatu wilayah.
- (2) Kemampuan mengidentifikasi dan mengukur variabilitas tersebut. Dimungkinkan untuk mengidentifikasi variasi bahkan dengan teknik konvensional (misalnya, berdasarkan intuisi penanam), tetapi penentuan posisi dan teknologi informasi sangat membantu dalam mengukur variasi tersebut. Keberhasilan adopsi pertanian presisi sangat bergantung pada perpaduan pengetahuan terbaik petani tentang variabilitas lapangan dengan teknologi informasi dan komunikasi.
- (3) Kemampuan mengalokasikan input produksi dan menyesuaikan praktik manajemen untuk meningkatkan produktivitas dan profitabilitas sambil meminimalisasi degradasi lingkungan. Misalnya, jika

data tentang distribusi gulma yang tepat tersedia, penyemprotan herbisida dapat dilakukan di tempat atau patch daripada perawatan seluruh lahan. Peta produktivitas dan peta kesuburan tanah dapat membantu menentukan dan kemudian memariasikan takaran pupuk yang optimal untuk setiap unit pengelolaan.

Untuk mencapai tujuan akhir optimalisasi produktivitas dan profitabilitas di setiap unit lahan, tiga persyaratan dasar berikut harus dipenuhi:

- (1) Kemampuan mengidentifikasi parameter input tanah dan tanaman di setiap lokasi (lapangan).
- (2) Kemampuan mengumpulkan, menafsirkan, dan menganalisis data parameter input tanah dan tanaman pada skala dan frekuensi yang sesuai.
- (3) Kemampuan menyesuaikan penggunaan input produksi dan praktek budi daya tanaman untuk memaksimalkan manfaat dari setiap lokasi.

Kebijakan yang terkait dengan pengembangan pertanian secara spesifik belum mengatur langsung penerapan dan pemanfaatan pertanian presisi. Namun teknologi pertanian presisi sudah masuk ke dalam ranah implementasi pelaksanaan pertanian di Indonesia dengan pengguna yang beragam dari komoditas, tempat, dan pasar dengan tingkat pengguna sangat bervariasi, baik teknologi, pengguna, maupun waktu dan tempat.

Secara empiris, implementasi pertanian presisi masih menghadapi berbagai kendala dan permasalahan:

- (1) Infrastruktur untuk perangkat lunak dan perangkat keras yang belum memadai;
- (2) Standard minimum dan pengujian untuk penerapan pertanian presisi perlu dirumuskan dan ditetapkan;
- (3) Kompetensi kelembagaan di tingkat petani yang dapat memanfaatkan pertanian presisi masih memerlukan pembinaan;
- (4) Jumlah dan kompetensi SDM di bidang mekanisasi pertanian (petani, penyuluh) yang menguasai teknologi pertanian presisi masih minim;
- (5) Sistem data dan informasi berbasis pertanian presisi belum dapat diakses secara mudah di tingkat petani; dan
- (6) Belum tersedianya rumusan kesesuaian jenis dan level teknologi pertanian presisi.

Kebijakan pengembangan pertanian presisi diarahkan pada:

- (1) Peningkatan penyediaan infrastruktur pendukung;
- (2) Peningkatan kapasitas kelembagaan pengelola dengan cara salah satunya membuka kesempatan bagi para milenial maupun pihak swasta dan perusahaan rintisan (*Start Up*) yang terkait;
- (3) Peningkatan kompetensi SDM pertanian dalam pemanfaatan dan pengelolaannya; dan
- (4) Mengembangkan sistem standarisasi teknologi yang teruji dan selektif.

Oleh karena itu, strategi pengembangan kebijakan pertanian presisi dilakukan melalui:

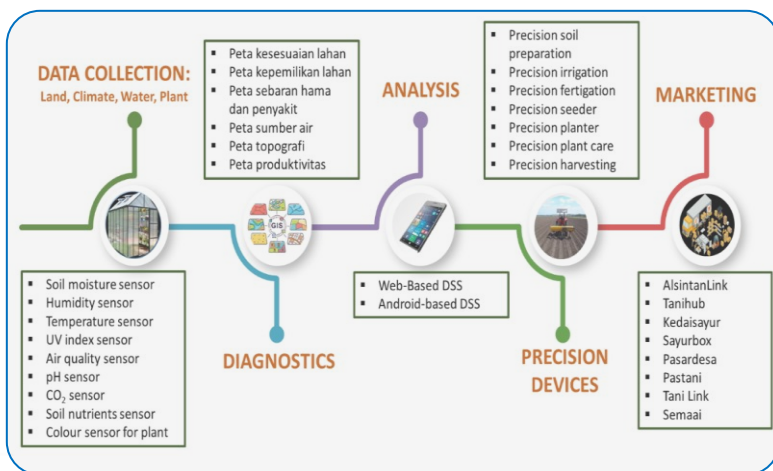
- (1) Penyiapan *grand design* dan pedoman pengembangan pertanian presisi;
- (2) Penyiapan regulasi pengembangan pertanian presisi;
- (3) Perkuatan lembaga yang melakukan perancangan standar pengujian serta pengawasan penerapan teknologi pertanian presisi (SDM, fasilitas dan anggaran);
- (4) Dorongan kepada Direktorat teknis terkait dalam menerapkan pertanian presisi secara selektif dan bertahap; dan
- (5) Pembangunan infrastruktur pendukung penerapan pertanian presisi melalui kerja sama antar lembaga pemerintah dan swasta (Gambar 2.4).



Gambar 2.4. Strategi Pengembangan Pertanian Presisi

Langkah pengembangan ke depan untuk pertanian presisi adalah penggunaan sumber alam seefisien mungkin untuk menghasilkan produk semaksimal mungkin dengan memanfaatkan teknologi pemetaan variabilitas spasial di lapangan, pengambilan keputusan (*Decision Support*

System), dan aplikasi input tanaman tingkat variabel dapat dilakukan hampir secara *real-time*, penggunaan penginderaan jauh, sensor tanah dan tanaman, model simulasi tanaman, dan robot lapangan. Kebutuhan komponen teknologi dalam pengembangan pertanian presisi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Kebutuhan Komponen Teknologi untuk Pengembangan Pertanian Presisi

2.2. Tinjauan Empiris

Teknologi pertanian presisi telah diterapkan di berbagai negara, utamanya negara-negara maju (*developed countries*) seperti Amerika Serikat, Australia, Kanada, Denmark, Inggris, Swedia, Jerman, Perancis, dan Jepang; negara-negara yang sedang menuju status negara maju (*emerging countries*) seperti Argentina, Brazil, China, dan Afrika Selatan; dan negara berkembang seperti Kazakhstan

dan Turki. Amerika Serikat adalah negara yang memelopori inovasi teknologi pertanian, termasuk teknologi pertanian presisi (Say *et al.*, 2017). Teknologi pertanian presisi untuk padi telah dikembangkan di Malaysia sejak tahun 2018 (Bujang and Abu Bakar, 2019).

Sampai saat ini, ada enam jenis teknologi pertanian presisi yang sudah diterapkan di negara-negara tersebut, termasuk manfaat empirisnya yang telah diperoleh, sebagaimana tercantum pada Tabel 2.1. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan tingkat penerapan teknologi pertanian presisi di berbagai negara sudah sangat maju dan modern. *Outcome* dari penerapan pertanian presisi dapat dikelompokkan menjadi lima, yaitu:

- (1) Meningkatnya kemampuan untuk mengumpulkan data *real-time* pada variabel yang terjadi pada tanaman;
- (2) Meningkatnya efisiensi penggunaan sumber daya pertanian (benih, pupuk, pestisida, air, dan alsintan) yang bermuara pada efisiensi biaya usahatani;
- (3) Meningkatnya kuantitas dan kualitas hasil tanaman karena persyaratan yang tepat bagi tanaman sudah terpenuhi yang berdampak pada peningkatan pendapatan petani;
- (4) Meningkatnya akurasi dan kenyamanan kerja di lapangan, baik siang maupun malam; dan
- (5) Makin terlindunginya lingkungan karena berkurangnya penggunaan bahan kimia pertanian dan penggunaan air secara rasional.

Faktor kunci yang mendukung keberhasilan penerapan teknologi pertanian presisi di berbagai negara adalah:

- (1) Lahan pertanian sangat luas dan sudah tertata dengan baik;
- (2) Terdapat jaringan internet di wilayah pertanian;
- (3) Memiliki modal yang cukup untuk membeli alsintan berikut perangkat keras dan lunak serta *smartphone android*;
- (4) Literasi petani yang sudah tinggi tentang teknologi pertanian presisi;
- (5) Infrastruktur jalan dan sarana angkutan sangat mendukung; dan
- (6) Diterapkan umumnya untuk pertanian komoditas biji-bijian (*grains*).

Tabel 2. 1.Jenis dan Manfaat Teknologi Pertanian Presisi di Negara Maju

No	Jenis Teknologi	Manfaat Langsung
1	Yield Monitoring Technology	Memberikan informasi akurat tentang lahan, hasil tanaman, potensi ancaman, dan mengirim informasi tersebut ke komputer untuk dianalisis
2	<i>Autonomous Technology</i>	Larikan tanaman menjadi teratur; mengurangi kejerihan kerja, biaya bahan bakar, biaya sarana produksi, dan mencegah kelebihan penggunaan pestisida
3	<i>GPS Guidance Technology</i>	Mengetahui kesesuaian lahan menurut jenis tanaman, ketepatan panen, jarak, dan kedalaman tanam, tata letak antarjenis tanaman, dosis pestisida, penempatan alsintan, dan ketersediaan air dari sungai, genangan air, topografi lahan, kondisi pengairan, peta produktivitas pekerja, dan peta iklim
4	<i>Variable-Rate Technology</i>	Pembuatan peta spesifik lokasi dari sifat hara tanah yang diinginkan, penghematan penggunaan pupuk dan pestisida, peningkatan hasil karena pemupukan dan penyemprotan yang lebih efisien berdasarkan kebutuhan tanaman aktual dan variabilitas pertanian, pelestarian dan perlindungan lingkungan dari

No	Jenis Teknologi	Manfaat Langsung
		penggunaan pestisida dan pemupukan yang berlebihan
5	<i>Automatic Section Control Systems</i>	Pengurangan tumpang tindih areal sehingga menghemat biaya benih, peningkatan efisiensi pertanaman secara keseluruhan, pengelolaan lingkungan, visibilitas operator selama panen sehingga efisiensi lapangan meningkat (terutama pada malam hari), pengurangan kelelahan operator, peta yang ditanam untuk dokumentasi lapangan, penyimpanan catatan, dan penggunaan teknologi tersebut dalam sistem informasi manajemen pertanian atau layanan manajemen data lainnya.
6	<i>Global Navigation Satellite Systems (GNSS) - based Technology</i>	Kumpulan sistem lokasi yang menggunakan satelit untuk mengetahui lokasi pengguna dalam sistem koordinat global (berpusat di bumi) dan telah menjadi sistem penentuan posisi pilihan untuk teknologi pertanian presisi. GNSS beroperasi penuh dan tersedia secara komersial dalam memberikan panduan di segala cuaca secara virtual 24 jam

Sumber: Say *et al.* (2017)

Selain faktor kunci sukses tersebut, juga terdapat faktor lain yang dapat mendorong penerapan teknologi pertanian presisi, baik internal maupun eksternal petani (Yatribi, 2020).

Faktor internal, mencakup:

- Jenis kelamin petani pria;
- Masih muda;
- Pendapatan besar;
- Pendidikan relatif tinggi;
- Sudah berpengalaman bertani;
- Risiko penerapan teknologi kecil;
- Jumlah anggota keluarga banyak;
- Mereka sudah terbiasa menggunakan komputer; dan
- Tujuan usaha adalah komersial.

Faktor eksternal, meliputi:

- Tersedianya informasi teknologi berikut perangkat hardware dan software digital yang dapat diakses petani;
- Dukungan Pemerintah (berupa subsidi, hibah, dan keringanan pajak);
- Kemudahan akses kredit untuk modal usaha;
- Tuntutan konsumen untuk mendapatkan lebih banyak produk pangan berkualitas dan aman dikonsumsi;
- Tersedianya layanan penyuluhan/konsultasi bagi petani;
- Kesesuaian/kompatibilitas yang tinggi dari teknologi yang dikembangkan;
- Kemudahan praktik teknologi presisi; dan
- Dukungan penelitian.

Di negara-negara berkembang, faktor pendorong masih sangat terbatas sehingga penerapan teknologi pertanian presisi menjadi terhambat. Di Indonesia, misalnya, teknologi pertanian presisi telah diterapkan tetapi masih parsial dan dalam tahap percontohan pada skala terbatas.

Untuk pengembangan pertanian presisi ke depan yang dikaitkan dengan menyempitnya luas lahan maka perlu konsolidasi petani dan lahan usahatannya, serta harus memenuhi syarat-syarat penerapan pertanian presisi, dan syarat-syarat nonlahan seperti di negara-negara yang disebutkan di atas.

Pengalaman empiris dalam penerapan teknologi presisi di beberapa negara lain merupakan pembelajaran (*lesson learned*) yang sangat berharga bagi pengembangan pertanian presisi di Indonesia ke depan.



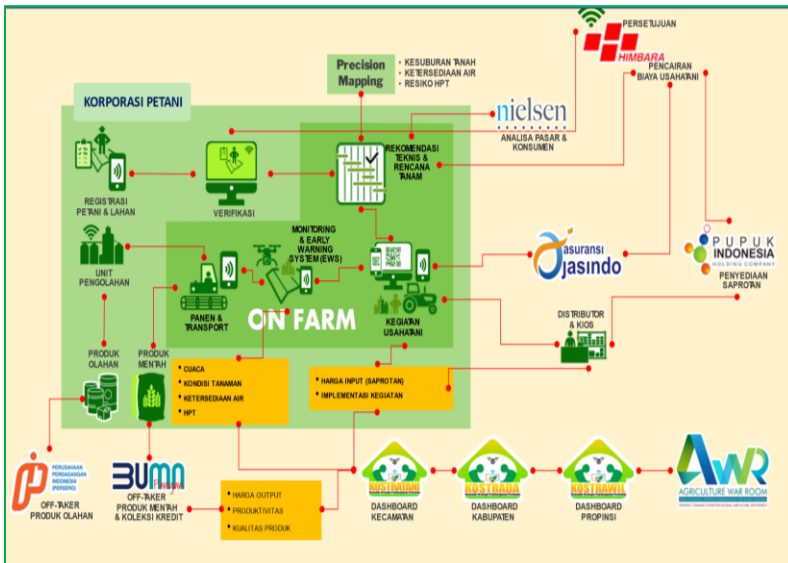
A photograph of a young mango orchard. The rows of saplings are planted in a field with dark brown soil. Each row is covered with a layer of grey plastic mulch. A drip irrigation system is visible in the foreground, consisting of white pipes and black emitters. The background shows a line of trees and a clear sky with power lines.

BAB III
MODEL
PENGEMBANGAN

Berdasarkan landasan konseptual dan tinjauan empiris, berikut ini dikemukakan sistem pengembangan pertanian presisi yang meliputi: Model Pertanian Presisi, Penataan Lahan (Site Plan), Sistem Produksi dan Teknologi, Prasarana dan Sarana, serta Kelembagaan dan Manajemen.

3.1. Model Pertanian Presisi

Untuk pengembangan pertanian presisi diperlukan model bisnis yang menggambarkan keterpaduan semua kegiatan dari hulu sampai hilir yang terintegrasi dalam suatu korporasi petani, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Model Pertanian Presisi

Dalam korporasi petani terdapat *on farm* sebagai kegiatan utama dan beberapa kegiatan strategis pendukung lainnya. Langkah awal adalah registrasi petani berikut lahannya (secara digital) yang akan masuk ke dalam lokasi pengembangan pertanian presisi.

Lahan yang sudah diverifikasi kemudian dilakukan pemetaan (*precision mapping*) untuk mengetahui kesuburan lahan, ketersediaan air, risiko gangguan hama dan penyakit tanaman pada kegiatan usahatani. Berdasarkan hasil pemetaan kemudian ditetapkan rekomendasi teknis dan rencana tanam. Analisis pasar dan konsumsi diperlukan untuk mengetahui prospek pasar (ekspor dan domestik) serta pola konsumsi domestik.

Setelah data petani dan lahannya terverifikasi, kemudian dilakukan analisis pasar untuk mendapat persetujuan dari lembaga keuangan/perbankan atau Himpunan Bank Negara (Himbara) terkait dengan pemberian modal investasi dan modal kerja kepada petani. Pemberian modal kerja kepada petani juga memperkuat penyediaan pupuk bersubsidi oleh PT Pupuk Indonesia (*Holding*) kepada petani secara berkelanjutan. Setelah modal investasi dan modal kerja terpenuhi, petani melakukan kegiatan usahatannya dengan menerapkan teknologi pertanian presisi.

Dalam proses penerapan pertanian presisi diperlukan sarana produksi berupa benih, pupuk dan pestisida, alat-mesin pertanian, dan perlengkapan digital. Benih (unggul) dapat dibeli dari penangkar benih dan kios pertanian. Pestisida juga dapat dibeli di kios pertanian. Sementara pupuk bersubsidi (kimia dan organik) dapat dibeli dari kios yang mendapatkan pasokan melalui jalur distribusi PT Pupuk

Indonesia (Lini I/II), Distributor (Lini III) dan Kios (Lini IV). Pembelian pupuk bersubsidi oleh petani didasarkan atas e-Alokasi. Alsintan dapat diperoleh dengan cara menyewa dari UPJA dan taksi alsintan atau perusahaan swasta lainnya. Penyediaan perlengkapan digital untuk mendukung penerapan teknologi pertanian presisi difasilitasi oleh Ditjen PSP, Kementerian Pertanian.

Monitoring dan Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System/EWS*) terhadap beberapa faktor (perubahan cuaca, kondisi tanaman, ketersediaan air, dan keberadaan hama/penyakit) berperan penting untuk menentukan langkah adaptasi/mitigasi jika terjadi risiko yang dapat menyebabkan gagal panen. Asuransi pertanian yang dapat diperoleh dari PT Jasindo diperlukan untuk melengkapi langkah mitigasi jika terjadi risiko gagal panen, sekaligus memperkuat posisi petani dalam mendapatkan pinjaman modal/KUR dari Himbara.

Kegiatan panen dan pascapanen menerapkan teknologi presisi. Hasil panen berupa produk mentah kemudian diangkut ke Unit Pengolahan Hasil Pertanian (UPHP) untuk diproses lebih lanjut menjadi produk olahan, dan kemudian dijual kepada *off taker* produk olahan (PT Perusahaan Perdagangan Indonesia/PPI). Produk mentah hasil panen petani juga ada yang diangkut dan dijual kepada *off taker* produk mentah (swasta, yang sekaligus melakukan koleksi kredit) yang ditentukan oleh harga, volume, dan kualitas hasil panen.

Semua data yang terkait dengan model bisnis pertanian presisi didokumentasikan secara digital/*on-line* pada *Dashboard* di Komando Strategis Petani/Kostratani (BPP tingkat Kecamatan), Komando Strategis Daerah/Kostrada (Dinas terkait tingkat Kabupaten),

Komando Strategis Wilayah/Konstrawil (Dinas terkait tingkat Provinsi), dan *Agricultural War Room/AWR* (Kementerian Pertanian tingkat Pusat). Sistem data *on-line* tersebut memberi kemungkinan bagi Kementerian Pertanian di Kantor Pusat (Kanpus) Jakarta melakukan koordinasi, pemantauan, dan pengendalian terhadap kegiatan bisnis pertanian presisi di tingkat lokasi hingga pusat.

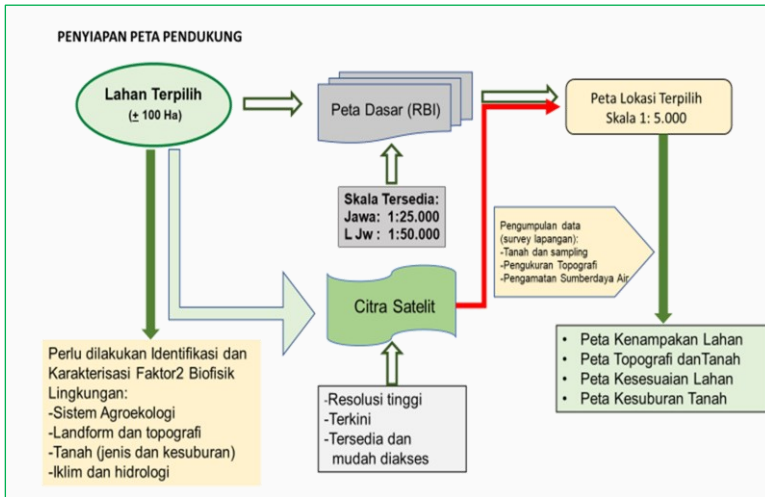
Pada tataran empiris, model pertanian presisi dicirikan oleh adanya relasi antar-komponen dalam *on-farm* (hulu) dan *off-farm* (hilir) dan ekosistem bisnis yang berbasis digital. Kegiatan *on-farm* dalam pertanian presisi ditandai oleh praktik usahatani yang dalam kegiatannya memanfaatkan perangkat mekanisasi dan digitalisasi. Mekanisasi dimanfaatkan dalam pengolahan lahan (traktor roda empat, dan atau traktor roda dua) dan kegiatan panen (*combine harvester*).

Operasionalisasi mekanisasi tersebut dilengkapi dengan perangkat digital. Di luar pemanfaatannya pada operasionalisasi mekanisasi, perangkat digital juga dimanfaatkan dalam kegiatan registrasi petani dan lahan, verifikasi, monitoring, *early warning system*, dan pada saat pemetaan presisi terkait dengan kesuburan tanah, ketersediaan air dan risiko serangan Hama dan Penyakit Tanaman (HPT).

3.2. Penataan Lahan (Site Plan)

Penataan lahan untuk mendukung pengembangan pertanian presisi diawali dengan penyiapan peta pendukung yang mekanismenya sebagaimana disajikan pada Gambar 3.2. Sebagai peta dasar untuk tiap lokasi pertanian presisi

akan menggunakan peta rupabumi Skala 1:25.000 atau lebih besar.



Gambar 3.2. Penyiapan Peta Pendukung

Updating peta yang sesuai dengan kondisi terkini diperlukan citra satelit untuk penyempurnaannya. Beberapa perbaikan *layer* peta dan anotasinya menggunakan metode digitasi *on-screen*, demikian juga untuk beberapa atribut peta yang dibutuhkan. Berdasarkan data hasil survei lapang dan peta dasar rupabumi kemudian dibuat peta *site plan* dan penyusunan *Detailed Engineering Design (DED)*.

Tahapan penyusunan DED ditunjukkan pada Gambar 3.3. Hasil rancangan penataan lahan dan DED dapat dilihat pada Gambar 3.4. Pada rancangan penataan lahan dan DED dilengkapi dengan beberapa prasarana pertanian yang harus dibangun atau ditingkatkan kapasitasnya.

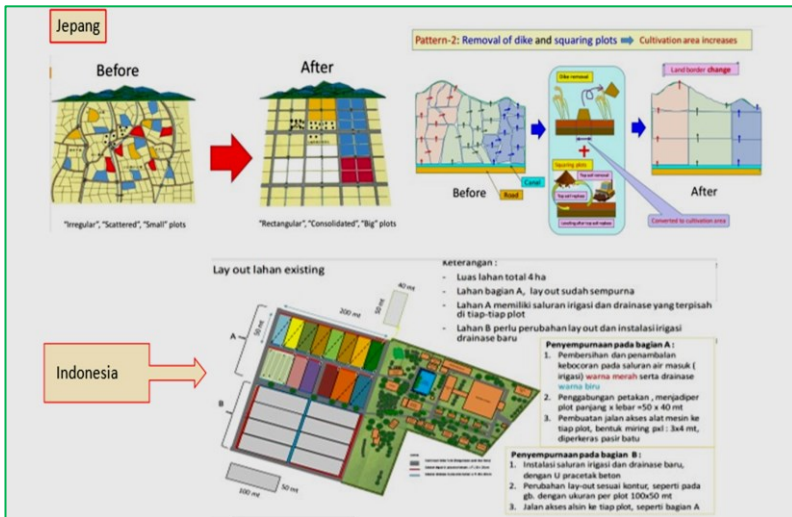
Demikian juga beberapa bangunan penunjang perlu dilakukan modifikasi atau perbaikan. Misalnya peningkatan

badan jalan, pelebaran saluran irigasi, penambahan saluran drainase, bangunan air, bangunan pintu air, pembuatan teras, pembuatan embung, dan lain-lain harus dibuat desain gambar yang baik dan jelas, sehingga dapat dijadikan pedoman bagi pelaksana pekerjaan.



Gambar 3.3. Tahapan Penyusunan DED

Mengingat pertanian presisi mencakup areal yang luas atau memenuhi skala ekonomi, maka peta dasar yang ada diperbesar sampai tingkat yang sesuai untuk penggambarannya, sehingga detail peta terlihat proporsional dengan luasan areal yang dipilih. Sejumlah anotasi detail juga akan dilengkapi dalam peta tersebut. Peta dilengkapi dengan informasi yang terkait dengan bentuk lahan (*landform*) dan topografi (relief) lahan.



Gambar 3.4. Hasil Penataan Lahan

Pengamatan *landform* dilakukan dengan cara interpretasi citra satelit yang nantinya akan diverifikasi di lapangan, sedangkan relief atau topografi dengan interpretasi citra, misalnya citra radar SRTM (*Shuttle Radar Thematic Mapper*).

Akan tetapi untuk mendapatkan gambaran yang detail dilakukan dengan pembuatan peta kontur dengan pengukuran di lapangan menggunakan peralatan survei geodesi seperti *waterpass* dan *TS (Total Station)*. Pengamatan ini penting sebagai bahan pertimbangan untuk membuat desain infrastruktur pada lahan pertanian presisi. Misalnya untuk meningkatkan kapasitas jalan, saluran irigasi, saluran drainase, pembuatan teras, pembuatan embung, dan sebagainya. Tinggi rendahnya permukaan lahan dapat digambarkan pada peta kontur

Garis kontur diperlukan dalam perancangan sistem usahatani yang tepat karena dari peta kontur dapat direncanakan, antara lain penentuan rute dan pergerakan alat-mesin pertanian, saluran irigasi, bentuk irisan, tampang pada arah yang dikehendaki, gambar dari galian/timbunan, besar volume galian/timbunan, penentuan batas genangan pada waduk, dan arah drainase.

Evaluasi lahan secara fisik didasarkan pada sifat biofisik, yaitu kualitas lahan (*land quality*) yang direfleksikan oleh karakteristik lahan (*land characteristics*) dan dicocokkan (*matching*) dengan persyaratan tumbuh tanaman (*crop requirements*). Secara fisik, lahan yang dinilai pada setiap jenis tanah yang terdapat dalam setiap satuan lahan, dikelompokkan berdasarkan kelas dan subkelas.

Klasifikasi kesesuaian lahan dibedakan menjadi empat kelas, yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai (N). Pada tingkat subkelas terdapat pembatas/penghambat pertumbuhan tanaman yang diletakkan setelah kelas kesesuaian lahan. Sebagai contoh lahan kelas S3, adalah lahan sesuai marginal dengan pembatas/penghambat ketersediaan oksigen. Lahan kelas S2 cukup sesuai dengan pembatas retensi hara, pH rendah dan/atau KTK (kapasitas tukar kation) tanah rendah. Evaluasi lahan secara fisik didasarkan atas sifat biofisik, yaitu kualitas lahan (*land quality*) yang direfleksikan oleh karakteristik lahan (*land characteristics*) dan dicocokkan (*matching*) dengan persyaratan tumbuh tanaman (*crop requirements*).

Pada umumnya areal lahan kering mempunyai tingkat kemiringan yang bervariasi, mulai dari datar sampai bergunung (<3% sampai >40%), terutama pada tipe

penggunaan lahan tegalan dan kebun campuran. Kemiringan lahan yang akan dipilih untuk pengembangan pertanian presisi hanya pada kemiringan lahan yang datar sampai berombak (<8%).

Pada lahan yang relatif datar dengan kemiringan <6% umumnya terjadi erosi lembar, yang dicirikan oleh munculnya perakaran tanaman di permukaan tanah. Keadaan ini umum dijumpai pada tipe penggunaan lahan yang terbuka atau tegalan yang permukaan tanahnya tidak ditutupi dengan mulsa.

Pada lahan yang lebih curam, selain erosi lembar, juga terjadi erosi alur pada beberapa tempat, terutama pada tampingan dan atau daerah curam yang terbuka dan/atau tempat-tempat dimana aliran permukaan terkonsentrasi. Selain itu, parameter daya dukung tanah juga perlu diukur untuk keperluan operasionalisasi alsintan, terutama yang berbobot tinggi seperti traktor roda empat dan *combine harvester*. Dalam hal ini, daya dukung tanah harus lebih besar dari 0,2 kg/cm².

Teknik konservasi tanah yang sering diterapkan petani pada umumnya dapat dibagi menurut tipe penggunaan lahan. Pada kebun campuran, teknik konservasi tanah dan air yang umum dilakukan petani adalah teknik konservasi vegetatif dengan cara menanam tanaman tahunan seperti kopi, kakao, karet, dan serasah tanaman maupun rumput dari hasil penyiangan yang tetap dibiarkan menutupi permukaan tanah.

Tanaman tersebut ditanam secara monokultur atau dilengkapi dengan tanaman pelindung seperti gamal dan dadap dengan jarak tanam yang diatur sedemikian rupa,

sehingga pada saat pertumbuhan kanopi maksimum akan menutupi permukaan tanah dengan sempurna.

Teknik konservasi yang dijumpai pada tipe penggunaan lahan tegalan diantaranya menanam tanaman semusim (sayuran dan/atau jagung) pada bedengan-bedengan yang dibuat sejajar kontur, namun sebagian besar justru bedengan dibuat searah lereng, teras bangku miring keluar, dan teras bangku datar tanpa rumput penguat teras dan saluran teras, dan tanpa Saluran Pembuangan Air (SPA) dan atau Bangunan Terjunan Air (BTA).

Evaluasi status kesuburan tanah bertujuan untuk menilai dan memantau kesuburan tanah untuk mengetahui unsur hara yang menjadi kendala bagi pertumbuhan tanaman. Penilaian status kesuburan tanah melalui pendekatan uji tanah di laboratorium dengan hasil yang relatif lebih akurat dan cepat. Pengukuran sifat-sifat kimia tanah sebagai parameter kesuburan tanah kemudian ditetapkan dalam kriteria kesuburan tanah.

Dalam pengembangan pertanian presisi, untuk mengetahui status kesuburan tanah eksisting dilakukan dengan cara pengambilan sejumlah sampel tanah, terutama pada lapisan olah 0-30 cm dengan penyebaran yang cukup merata dan dapat mewakili setiap jenis tanah dan berbagai posisi kelerengan. Sampel tanah diambil secara *in situ* atau dengan cara komposit. Setiap jenis tanah diambil minimal satu sampel, bergantung pada luas penyebarannya.

Apabila lahan cukup luas, sampel tanah diambil lebih dari satu, kemudian digabungkan dan diambil satu sampel secara komposit untuk dianalisis di laboratorium. Analisis tanah dilakukan di laboratorium tanah pada Balai Penelitian Tanah, Bogor.

Analisis dilakukan pada tekstur dan sifat kimia tanah, antara lain pH (H_2O dan KCl), C-organik, susunan kation dapat ditukar (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), kapasitas tukar kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), N-tersedia, P-tersedia, N-total, P-total, dan beberapa unsur lain yang dianggap perlu sesuai dengan jenis tanah yang dijumpai di lokasi pertanian presisi.

Apabila tanah yang dinalisis memiliki hara yang kurang atau tidak berimbang dapat diperbaiki dengan cara menambahkan hara yang kurang agar seimbang. Penentuan rekomendasi pemupukan pada dasarnya dengan prinsip *matching* antara status hara dalam tanah dengan kebutuhan hara tanaman.

Unsur hara di dalam tanah tidak semuanya dapat tersedia bagi tanaman, sebagian ada yang dijerap atau diikat oleh unsur hara lainnya. Pada tanah masam, sebagian unsur P dan K akan dijerap oleh aluminium dan besi, sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

Dengan demikian perlu upaya peningkatan pH tanah dengan cara pemberian kapur pertanian dan penambahan bahan organik atau mengembalikan jerami atau pemberian pupuk kandang ke dalam tanah.

Unsur lain yang berpengaruh pada kondisi lahan adalah iklim dan sumber daya air, yang merupakan faktor determinan dalam menentukan tingkat kesesuaian lahan, produktivitas, mutu hasil pertanian dan pemilihan teknologi yang sesuai dengan karakteristik setiap wilayah. Kondisi iklim merupakan salah satu faktor penentu pertumbuhan dan produksi tanaman.

Agar pertumbuhan dan produksi dapat maksimal, jenis tanaman yang dibudidayakan disesuaikan dengan persyaratan iklimnya. Kondisi dan pola penyebaran iklim akan mempengaruhi pola tanam, waktu tanam dan panen.

Misalnya, penanaman padi pada lahan sawah tadah hujan harus sesuai dengan pola iklim yaitu pada saat musim hujan.

Iklim di suatu wilayah akan dipengaruhi oleh karakteristik unsur-unsur cuaca. Dalam perencanaan pembangunan pertanian presisi, data cuaca yang cukup penting adalah curah hujan, suhu udara, penyinaran matahari, dan kelembaban. Data cuaca tersebut dapat diperoleh dari Stasiun Klimatologi Pertanian atau dari BMKG setempat. Data iklim tersebut diperlukan untuk menyusun pola tanam (*cropping calendar*), waktu tanam dan panen untuk berbagai komoditas pertanian.

Air merupakan unsur yang paling menentukan keberhasilan usaha pertanian. Tanpa air mustahil usaha pertanian dapat dilaksanakan. Sasaran yang ingin dicapai dalam pengembangan pengelolaan sumber daya air pertanian adalah terwujudnya pembangunan pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*). Dalam usaha pertanian, air adalah sumber daya penting yang menunjang keberlangsungan usaha.

Fungsi air bagi pertanian secara umum adalah untuk irigasi atau pengairan tanaman. Tanpa pengairan yang baik, tanaman yang diusahakan tidak akan memberikan hasil yang maksimal. Manfaat air bagi pertanian adalah membantu membasahi tanaman, membantu menyuburkan tanah, membantu penyerapan unsur hara tanaman, mengisi cairan tubuh tanaman, membantu sistem metabolisme tanaman, dan membantu memelihara suhu tanaman.

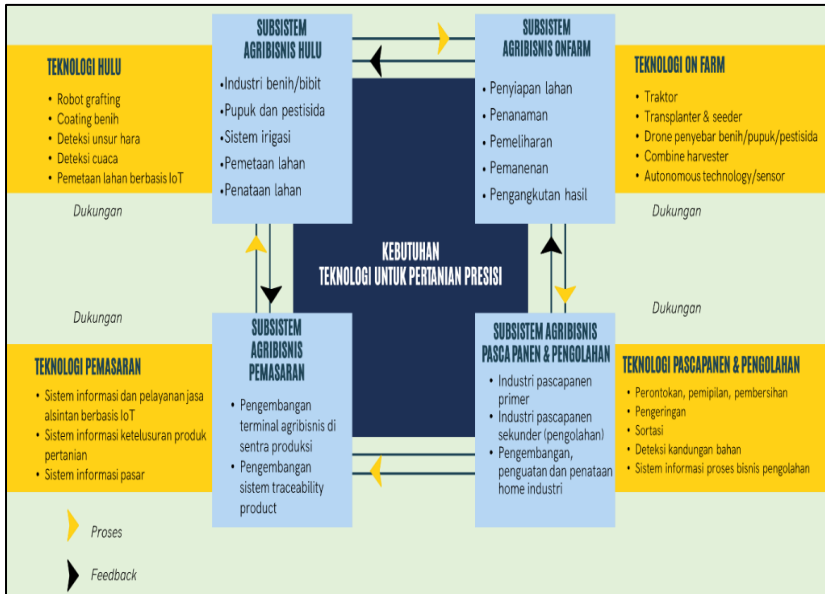
Pemanfaatan sumber daya air untuk pertanian presisi adalah dengan cara membuat penyaluran air melalui sistem irigasi, baik secara terbuka maupun tertutup, pemanenan air dengan teknologi embung, waduk, atau *long storage*, dan membuang kelebihan air melalui sistem drainase.

3.3. Sistem Produksi dan Teknologi

Prediksi FAO, jumlah penduduk dunia pada tahun 2050 akan mencapai 9,6 miliar. Hal ini berpengaruh terhadap cara pandang tentang sistem produksi atau usaha pertanian sebagai penyedia utama bahan pangan. Hasil atau produk akhir dari sistem produksi pertanian harus maksimal dengan input benih/bibit, pupuk, teknologi dan sarana lain yang tepat dan efisien sehingga dibutuhkan pertanian presisi.

Terjadinya pergeseran fungsi lahan pertanian menjadi kawasan industri, pemukiman dan infrastruktur jalan raya yang mengakibatkan jumlah lahan semakin terbatas. Oleh karena itu, mewujudkan pertanian yang lebih tepat, efisien dan presisi menjadi tantangan dalam pembangunan pertanian ke depan.

Kegiatan produksi atau usahatani sangat bergantung kepada jenis tanaman yang dibudidayakan, meskipun sistem produksi berbagai produk pertanian mempunyai kemiripan, baik dari penyiapan benih/bibit, lahan, sampai pemanenan dan pengangkutan hasil. Apabila kegiatan produksi menjadi suatu sistem agribisnis, kegiatan tersebut terdiri atas subsistem agribisnis hulu, subsistem agribisnis *on-farm*, subsistem agribisnis pengeringan dan pengolahan, dan subsistem pemasaran hasil seperti tersaji pada Gambar 3.5. Perkembangan setiap subsistem agribisnis sangat bergantung dan dipengaruhi oleh subsistem agribisnis lain atau terjadi umpan baliknya (*feedback*) dalam suatu sistem agribisnis.



Gambar 3.5. Sistem Produksi dan Teknologi

Subsistem agribisnis hulu antara lain berupa industri benih/bibit, pupuk dan pestisida, sistem irigasi, pemetaan lahan, dan penataan lahan dengan dukungan teknologi presisi yang sudah ada, seperti *robot grafting*, *coating* benih, *seedling machine*, deteksi unsur hara, dan pemetaan lahan berbasis IoT (*Internet of Things*). Contoh lain penerapan IoT dalam bidang pertanian adalah dalam urusan pengumpulan data.

Data yang dikumpulkan melalui sensor dapat berupa keadaan suhu, kelembapan, curah hujan, kadar air dalam tanah, tinggi genangan air, dan pemantauan hama. Data tersebut dapat digunakan untuk menghasilkan keputusan dalam penggunaan peralatan pertanian presisi di lapangan.

Subsistem agribisnis *on-farm* antara lain penyiapan lahan, pemeliharaan, pemanenan, dan pengangkutan hasil dengan dukungan teknologi presisi yang sudah ada, antara lain traktor (roda empat/roda dua), *transplanter*, *power weeder*, *drone* penyebar benih/pupuk, *combine harvester* dan *autonomous technology*, sensor atau *software*.

Subsistem agribisnis pengeringan dan pengolahan dapat berupa industri pengeringan, pengolahan, pengembangan, penguatan dan penataan *home industry* dan organisasinya. Sementara dukungan teknologi presisi untuk subsistem agribisnis berupa pengering, sortasi, deteksi indeks glikemik dan membangun *Enterprise Resource Planning* (ERP) - model sistem informasi yang memungkinkan organisasi untuk mengotomasi dan mengintegrasikan proses-proses bisnis utamanya.

Subsistem agribisnis pemasaran berupa pengembangan pemasaran berbasis IoT, pengembangan terminal agribisnis di sentra produksi dengan dukungan teknologi berupa sistem informasi manajemen pemasaran berbasis IoT dan sistem informasi manajemen pelayanan jasa alsintan berbasis IoT.

Dapat disimpulkan IoT sangat memberi manfaat di bidang pertanian:

- (1) Efisiensi, karena IoT menjadi penunjang efisiensi kerja dan kegiatan di bidang pertanian, semakin banyak jenis koneksi yang diciptakan semakin sedikit waktu penyelesaian pekerjaan di bidang pertanian;
- (2) Monitor kegiatan secara praktis karena IoT dapat membantu mengontrol dan memonitor seluruh

kegiatan di bidang pertanian sehingga lebih mudah, bahkan dapat merekomendasikan alternatif kegiatan atau pekerjaan yang lebih singkat;

- (3) Koneksi lebih mudah antara perangkat produsen-konsumen karena semakin baiknya koneksi antarjaringan, sehingga sistem perangkat IoT dapat berjalan lebih cepat dan efektif.

Hal-hal yang mendukung kesuksesan penerapan sistem produksi presisi tersebut adalah pembuatan demfarm pertanian modern, introduksi paket teknologi, *lesson learned* adopsi teknologi, dan dukungan IoT seperti GPS (*Global Positioning System*), kemudahan konektivitas internet, dan aplikasi pendukung.

Selain itu, keberhasilan penerapan sistem produksi presisi, khususnya untuk penerapan mekanisasi, juga diperlukan tata kelola air yang baik (drainase dan irigasi), dalam usahatani untuk kemudahan akses dan mobilitas alsintan, sarana transportasi saprodi dan hasil panen, tersedia prasarana rumah alsintan, bengkel, suku cadang dan sumber daya manusia pengelola alsintan, serta operator/tenaga terampil.

Kegiatan pertanian presisi diterapkan di lokasi yang sudah pernah mendapatkan kegiatan dari Kementerian Pertanian (tidak dari awal), agar input/masukan teknologi pendukung baru bisa ditambahkan di semua subsistem agribisnis.

Sebagai contoh, teknologi pendukung baru bisa berupa penambahan alsintan yang belum ada atau penambahan *autonomous technology*/sensor pada alsintan

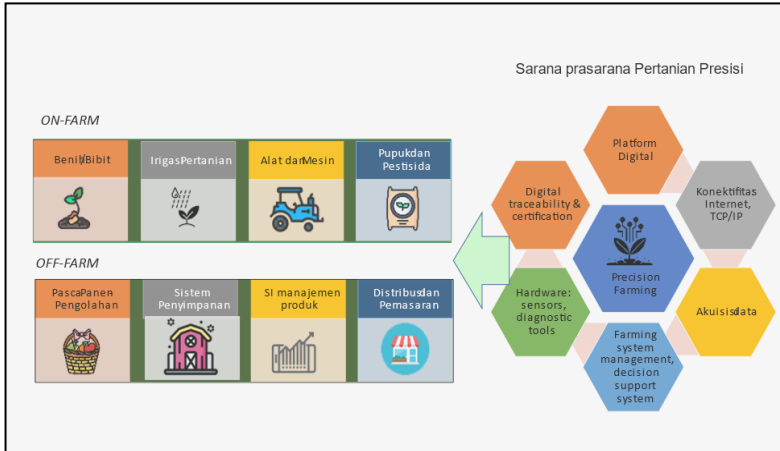
yang sudah ada sehingga penerapan di lapangan menjadi lebih efisien dan presisi. Contoh lain yaitu pengenalan aplikasi *online* untuk pemasaran ke petani/kelompok tani sehingga memudahkan konsumen mengakses hasil pertanian segar/terbaru secara langsung.

3.4. Prasarana dan Sarana

Prasarana dan sarana merupakan fasilitas dasar yang diperlukan dalam pengembangan pertanian presisi. Dalam pelaksanaannya, sarana prasarana tidak dapat dipisahkan dari input teknologi pertanian presisi yang akan dikembangkan.

Pada suatu lokasi pertanian presisi, sarana prasarana merupakan prasyarat penting terbangunnya paket teknologi presisi yang akan dikembangkan. Sarana dan prasarana yang diperlukan dalam pertanian presisi tidak hanya dalam bentuk fisik, tetapi juga nonfisik guna mendukung kegiatan *on-farm* dan *off-farm* (Gambar 3.6).

Pada pengembangan sistem pertanian presisi, selain infrastruktur fisik seperti jalan usaha tani, alat-mesin pertanian, ketersediaan energi (jaringan listrik maupun bahan bakar), saluran pengairan, jaringan koneksi digital juga diperlukan sarana prasarana nonfisik seperti *platform* digital, sistem informasi budi daya tanaman, dan akses pendanaan.



Gambar 3.6. Sarana dan Prasarana Benih/bibit

- **Benih/Bibit**

Kebutuhan terhadap jenis benih/bibit tergantung kepada tujuan bisnis yang dikembangkan. Benih/bibit dengan kategori unggul dapat dipertimbangkan berdasarkan satu atau kombinasi beberapa aspek seperti produksi tinggi, kesesuaian lokasi, umur tanaman, tahan terhadap hama penyakit atau nilai jual produk tinggi. Akses terhadap benih atau bibit berkualitas merupakan salah satu sarana yang dibutuhkan dalam kegiatan pertanian presisi.

Penyedia benih unggul dan bersertifikat merupakan komponen penting dalam pengembangan kegiatan pertanian presisi yang ketertelusurannya (*traceability*) merupakan salah satu yang perlu mendapat perhatian dan dilakukan penguatan.

Dalam manajemennya, pihak korporasi petani diharapkan dapat berperan aktif dalam penyediaan benih/bibit untuk memenuhi kebutuhan anggotanya. Kegiatan

pengembangan sarana perbenihan/pembibitan seperti penyediaan lahan *nursery* tanaman dengan naungan berupa *screen house* yang dilengkapi dengan teknologi modern (irigasi tetes, UV light, fertigasi otomatis, mesin sortasi benih dan lain-lain) juga perlu dipersiapkan dengan baik. Untuk kebutuhan sertifikasi, pihak korporasi juga dapat melakukan kerja sama sertifikasi dengan lembaga pengujian dan sertifikasi terakreditasi.

- Irigasi pertanian

Informasi kebutuhan dan ketersediaan air tanaman (air permukaan dan air tanah) merupakan prasarana penting dalam tahapan awal penyediaan irigasi pertanian untuk pengembangan pertanian presisi. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar pengambil keputusan untuk membangun sarana irigasi pertanian (saluran irigasi, embung, dam parit, *long storage*). Introduksi teknologi modern pada irigasi dan drainase pertanian dan otomatisasi pengairan dilakukan melalui sensor.

- Alat-mesin pertanian

Selain komponen utama teknologi, alat-mesin pertanian juga dapat merupakan sarana produksi *on-farm* mulai dari pembukaan dan penyiapan lahan, tanam, perawatan tanaman dan panen. Prasarana yang dibutuhkan untuk operasionalisasi alsintan *on-farm* diantaranya jalan usahatani yang memungkinkan alat-mesin pertanian *on-farm* dapat berpindah-pindah dan rekayasa lahan pertanian yang memungkinkan alat-mesin pertanian *on-farm* dapat bermanuver di lahan pertanian.

Selain itu juga diperlukan akses terhadap ketersediaan bahan bakar alat-mesin pertanian berupa solar, bensin atau listrik. Sarana alsintan lainnya adalah berupa bengkel alsintan beserta akses terhadap *spare parts* dari distributor.

Sebagai barang modal, model pengelolaan jasa alsintan juga perlu dipersiapkan. Introduksi teknologi digital dapat dilakukan untuk membantu efisiensi penyediaan sarana alsintan, di antaranya *platform* manajemen usaha penyewaan alsintan atau sampai dengan penyediaan teknologi alsintan yang dilengkapi sensor dan sistem informasi digital berbasis IoT.

- Pupuk dan pestisida

Pertanian presisi merupakan upaya untuk peningkatan efisiensi dan peningkatan kualitas lingkungan. Dalam pertanian presisi, pemberian pupuk kimia, pestisida dan obat-obatan kimia diupayakan dosisnya tepat sesuai kebutuhan, tidak seperti pertanian konvensional yang mengaplikasikan pupuk/pestisida kimia pada tanaman yang cenderung berlebihan dan bahkan terjadi pemborosan.

Pemberian pupuk/pestisida kimia secara presisi dimungkinkan jika ada sensor pengukuran atau setidaknya sistem informasi yang dapat mengatur pemberiannya secara tepat dan sesuai waktu yang dibutuhkan. Sarana dan prasarana digital berupa sensor pengukuran atau sistem informasi status hara yang dibutuhkan perlu disediakan sebagai prasarana pertanian presisi. Selain itu, prasarana pendukung berupa unit penyediaan bahan sarana pupuk/pestisida organik juga dapat dikembangkan di lokasi pengembangan pertanian presisi dalam upaya peningkatan

penggunaan bahan organik untuk penyediaan unsur hara dan pestisida organik.

Pengembangan teknologi berbasis pertanian organik merupakan salah satu usaha yang dapat dikembangkan di lokasi pengembangan pertanian presisi. Sarana dan prasarana sertifikasi sistem usahatani dan produknya perlu disiapkan melalui Lembaga Pengujian dan Sertifikasi terakreditasi yang dapat diakses oleh pihak Korporasi Petani secara berkala. Indonesia sudah mempunyai SNI 6729-2016 Sistem Pertanian Organik sehingga produk pertanian organik yang telah mempunyai sertifikat berhak menggunakan label organik.

- **Pascapanen dan Pengolahan**

Sarana dan prasarana pascapanen dan pengolahan meliputi sarana angkut dari lahan ke unit pengolahan, bangunan unit pengolahan, alat-mesin pascapanen primer seperti sortasi, pengeringan, *packing*, dan lainnya. Selain itu dibutuhkan pula alat-mesin pengolahan sekunder jika produk yang dihasilkan atau produk samping akan ditingkatkan nilai tambahnya.

Ketersediaan energi berupa listrik atau bahan bakar mesin pertanian perlu diperhitungkan sebagai prasarana Unit Pengolahan Hasil. Sarana dan prasarana penyimpanan produk seperti *cold storage*, silo atau bangunan penyimpanan juga dibutuhkan. Sarana dan prasarana penyimpanan produk yang dibutuhkan salah satunya untuk mengendalikan sistem distribusi dan pemasaran hasil.

- **Sistem manajemen produk, distribusi, dan pemasaran**

Berbeda dengan kegiatan pertanian konvensional, pada kegiatan pertanian presisi, sarana berupa sistem informasi manajemen pemasaran produk dapat diintroduksi dengan pemanfaatan teknologi digital yang telah berkembang saat ini, seperti *platform inventories* dan akses pasar *on-line*, teknologi informasi ketertelusuran produk, *branding* dan sertifikasi melalui penggunaan barcode/QR code.

Karena itu, teknologi pertanian presisi dikombinasikan dengan sistem informasi manajemen dan atau komponen *cyber physical system* (sensor, kamera, robot dll). Prasarana dan sarana yang dibutuhkan adalah teknologi digital, *Internet of Things* dan *Artificial Intelligent* serta *big data* dan sensor otomasi.

Dengan mempertimbangkan tingkat teknologi yang tersedia saat ini, sarana dan prasarana yang memungkinkan tersedia adalah berupa *Platform* digital, konektivitas internet, TCP/IP, akuisisi data digital, data *farm management system*, *decision support system*, *hardware* berupa *sensors*, *diagnostic tools*, *microcontroller*, dan *digital traceability equipment and certifications*.

3.5. Kelembagaan dan Manajemen

Kelembagaan dan manajemen yang sesuai merupakan faktor penting dalam mengembangkan pertanian presisi. Hal ini membutuhkan kebijakan, serta panduan dan pedoman teknis yang sistematis dan informatif. Pada tingkat yang mendasar, pertanian presisi sangat bergantung pada manajemen informasi antarpelaksana secara berjenjang dari atas sampai bawah, dan antarpihak yang terlibat dalam manajemen dan teknis teknologi (*hardware*).

Pedoman dan petunjuk teknis lapangan harus detail dan kuantitatif (presisi). Karakter khas pertanian presisi adalah spesifik. Bentuk teknologi yang diterapkan dan skalanya perlu disesuaikan untuk setiap komoditas yang berbeda dan bahkan komoditas yang sama di lahan yang berbeda meskipun masih dalam satu kawasan.

Artinya, pertanian presisi menuntut manajemen yang spesifik lokasi (*site-specific management*). Dalam banyak kasus, kondisi tanaman sangat bervariasi, mulai dari satu bagian ke bagian lainnya. Aplikasi teknologi harus menyesuaikan tingkat input dan praktik manajemen yang sesuai dengan skala perhitungan yang tepat. Perbedaan sedikit saja tidak akan memberikan hasil yang optimal sehingga prinsip pertanian presisinya hilang.

Manajemen implementasi pertanian presisi melibatkan perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi. Kegiatan dilaksanakan secara partisipatif dan terintegrasi dengan melibatkan semua pihak, yakni:

- (1) Penyedia teknologi (HIMBARA, swasta, Kemenkoinfo).
- (2) Penyedia sarana dan prasarana (Ditjen PSP Kementan).
- (3) Pendampingan teknis (Ditjen PSP Kementan, Ditjen teknis lain).
- (4) Pendampingan SDM (Badan SDMP Kementan).
- (5) Pembiayaan usaha (KUR, Kredit Komersial, Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan /TJSL (BUMN), *Corporate Social Responsibility/CSR* (Swasta), dan Asuransi (PT Jasindo).

(6) *Off Taker* = PPI (Perusahaan Perdagangan Indonesia), dan BUMN Pangan.

Manajemen pertanian presisi di satu kawasan pada prinsipnya dijalankan oleh korporasi petani. Dengan kata lain, korporasi petani menjadi pusat manajemen dan pengambilan keputusan pelaksanaan pertanian presisi di lokasi pengembangan. Pembentukan dan pengembangan korporasi petani diawali dengan konsolidasi usaha pertanian dan SDM, serta pengembangan kelembagaan petani dan kelembagaan ekonomi petani menjadi korporasi petani.

Peran manajemen yang dijalankan korporasi petani berupa penyusunan rekomendasi teknis dan rencana tanam yang membutuhkan *precision mapping*; kegiatan usahatani membutuhkan data harga input dan implementasi kegiatan; kegiatan monitoring dan *early warning system* membutuhkan data cuaca, kondisi tanaman, ketersediaan air dan HPT; serta kegiatan panen dan transportasi membutuhkan unit pengolahan, dan transportasi produk mentah. Selain itu, korporasi petani juga menjadi sentra komunikasi dan koordinasi dengan seluruh *stakeholders*.

Secara keseluruhan manajemen pelaksanaan pertanian presisi di kawasan pertanian dimulai dengan kegiatan inisiasi dan penumbuhan. Di tahap ini dilakukan penetapan panduan, analisis diagnostik dan rencana bisnis, penganggaran, dan sosialisasi. Penganggaran dan sosialisasi mencakup penyusunan rencana dan penyediaan bantuan program dan anggaran pemerintah. Sementara sosialisasi adalah kegiatan penyampaian rencana pengembangan kepada para pihak, termasuk penetapan organisasi pelaksana.

Kegiatan selanjutnya adalah pengembangan dan pemantapan yang mencakup:

- (1) Penguatan kelembagaan;
- (2) Pengembangan inovasi teknologi;
- (3) Penguatan struktur usaha;
- (4) Pemantapan kinerja bisnis; dan
- (5) Pemandirian.

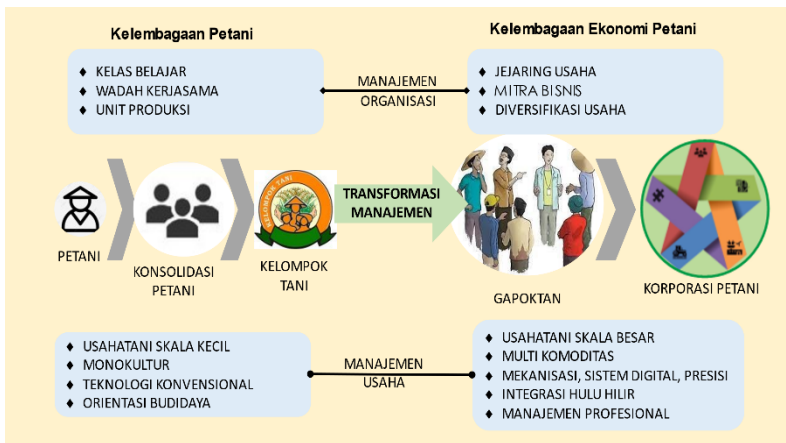
Penguatan kelembagaan mencakup penumbuhan, perluasan, dan penguatan status hukum kelembagaan ekonomi petani, utamanya yang berkaitan dengan korporasi petani. Pengembangan inovasi teknologi terutama berkaitan dengan penyediaan, akses, dan pemanfaatan dan pengembangan teknologi digital yang menjadi basis teknologi presisi.

Penguatan struktur usaha mencakup peningkatan skala usaha korporasi petani yang dilakukan secara bertahap. Hal ini diawali dengan memanfaatkan sisa hasil usaha sebagai modal investasi untuk pengembangan usaha. Pemandirian adalah perencanaan dan pelaksanaan pengurangan bantuan pemerintah hingga korporasi petani mampu tumbuh secara mandiri dan berkembang secara berkelanjutan. Kegiatannya mencakup pengembangan teknologi dan diversifikasi usaha korporasi petani.

Dalam pengembangan pertanian presisi, kelembagaan dan manajemen petani merupakan faktor yang krusial. Kelembagaan petani berfungsi sebagai kelas belajar, wadah kerja sama, dan unit produksi. Untuk mendukung pengembangan pertanian presisi, kelembagaan petani didorong melakukan transformasi menjadi kelembagaan ekonomi petani, yang fungsinya bertambah luas.

Kelembagaan ekonomi petani adalah sebagai embrio untuk tumbuh dan berkembangnya korporasi petani. Pengembangan korporasi petani merupakan salah satu faktor penting dalam membangun pertanian presisi. Hal ini mengingat jumlah petani yang terlibat dalam pengembangan pertanian presisi cukup banyak dengan skala usaha yang kecil, hampir tidak mungkin petani dapat mengorganisasikan dirinya sendiri secara efektif dan efisien dalam mengembangkan pertanian presisi secara berkelanjutan.

Proses pembentukan korporasi petani melalui konsolidasi yang dimulai dari petani yang dikonsolidasikan ke dalam suatu kelompok tani (Poktan), kemudian Poktan dikonsolidasikan ke dalam gabungan kelompok tani (Gapoktan) untuk kemudian ditransformasikan menjadi korporasi petani. Proses transformasi Gapoktan menjadi korporasi petani dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Transformasi Kelembagaan Petani Menjadi Korporasi Petani



BAB IV

MANAJEMEN

PELAKSANAAN



4.1. Kriteria Lokasi dan Petani

Mengingat tingginya keberagaman kondisi calon lokasi pengembangan pertanian presisi dalam hal: lahan, sistem usahatani, prasarana dan sarana pendukung, sosial ekonomi dan kelembagaan petani, maka untuk menjamin kelancaran dan keberhasilan pengembangan pertanian presisi, perlu ditetapkan kriteria lokasi dan petaninya. Kriteria tersebut disusun dengan mempertimbangkan aspek teknis, aspek sosial ekonomi, dan aspek manajemen yang meliputi:

- (1) Arealnya berada pada satu hamparan lahan yang kompak terkait topografi, bentuk dan dimensi petakan lahan (untuk kesesuaian penerapan alsintan);
- (2) Karakteristik dan kondisi lahannya sesuai untuk pengembangan tanaman pangan dan beberapa komoditas prospektif lainnya;
- (3) Lokasinya memiliki infrastruktur dasar pertanian (jaringan tata air dan transportasi yang memudahkan mobilitasi alsintan) dan bisa direkonstruksi sesuai kebutuhan penerapan teknologi presisi serta tersedia koneksi internet;
- (4) Hamparan lahannya dikelola oleh petani yang tergabung dalam kelompok tani dan mengizinkan lahannya ditata ulang kalau diperlukan tanpa meminta ganti rugi;
- (5) Petani/kelompoknya bersedia melaksanakan kegiatan pengembangan pertanian presisi dan bersedia menerapkan teknologi modern; dan

- (6) Lokasinya pernah mendapatkan program dari Kementan dan aksesibilitas wilayahnya kondusif.

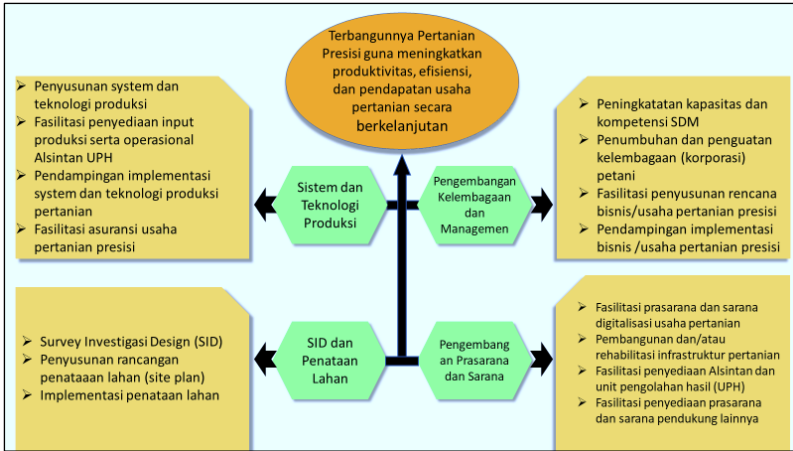
4.2. Rencana Aksi

Sasaran akhir yang hendak diwujudkan dari pengembangan pertanian presisi adalah terbangunnya pertanian presisi guna meningkatkan produktivitas, efisiensi dan pendapatan usaha pertanian secara berkelanjutan. Kegiatan pengembangannya bersifat spesifik lokasi dan pelaksanaannya bersifat tahun jamak karena aspeknya luas dan bersifat multidimensi.

Penyelesaian pengembangannya sampai berhasil baik sesuai dengan tujuan dan sasarannya adalah lebih dari satu tahun, tergantung kondisi awal wilayah serta kompleksitas permasalahan dan kendala pengembangannya.

Kegiatan pertanian presisi tidak berdiri sendiri, melainkan merupakan kelanjutan dari kegiatan Kementan yang telah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya. Seperti terlihat pada Gambar 4.1. bahwa pengembangan pertanian presisi terdiri dari empat kegiatan utama dan 15 aktifitas, yaitu:

- (1) *Survey Investigation Design* (SID);
- (2) Pengembangan Prasarana dan Sarana Pertanian;
- (3) Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi; dan
- (4) Pengembangan Kelembagaan dan Manajemen.



Gambar 4.1. Kegiatan dan Aktifitas Pengembangan Pertanian Presisi.

1. Survey Investigation Design (SID) dan Penataan Lahan

Tujuan utama SID adalah untuk menyusun rancangan penataan lahan berdasarkan karakteristik lahan dan kondisi topografi, termasuk keberadaan dan kondisi infrastruktur pertanian seperti jaringan irigasi dan jalan usaha tani serta prasarana produksi agar sesuai dengan penerapan pertanian presisi dan komoditas yang akan dikembangkan.

Kegiatannya berupa: (i) Pemetaan kondisi lokasi; (ii) Penyusunan rancangan penataan lahan (*site plan*); dan (iii) Implementasi rancangan penataan lahan (Gambar 4.2).



Gambar 4.2. Pelaksanaan SID

Pemetaan kondisi lokasi berupa pemetaan lahan, pemetaan topografi, pemetaan sumber daya air dan pemetaan infrastruktur pertanian. Pemetaan lahan dan topografi dilakukan pada skala operasional. Hasil pemetaan

tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan penataan lahan termasuk merekonstruksi prasarana dan sarana pertanian yang ada agar penerapan pertanian presisi dan pengembangan komoditas pada lokasi tersebut dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Selain itu, hasil pemetaan lahan dapat digunakan untuk menentukan jenis dan takaran serta cara pemberian pupuk dan bahan pembenah tanah, maupun varietas tanaman yang sesuai.

Penyusunan rancangan penataan lahan ditujukan untuk menyusun tata letak prasarana dan sarana pertanian yang akan dibangun (Gambar 4.3).



Gambar 4.3. Contoh Hasil Penataan Lahan

Rancangan penataan lahan (*site plan*) disusun berdasarkan prasarana dan sarana pertanian yang akan dibangun maupun yang sudah ada disesuaikan dengan situasi dan kondisi lokasi setempat serta melibatkan

partisipasi petani/poktan/gapoktan. Implementasi dari *site plan* di lapangan diupayakan sesuai dengan rancangan *site plannya* dengan melibatkan partisipasi petani/ poktan/ gapoktan.

2. Pengembangan Prasarana dan Sarana Pertanian

Kegiatan pengembangan prasarana dan sarana pertanian bertujuan untuk menyediakan prasarana dan sarana penunjang kelancaran kegiatan sistem produksi dan penerapan teknologi pertanian presisi. Keegiatannya dapat berupa:

- (1) Pembangunan dan/atau rehabilitasi maupun peningkatan infrastruktur pertanian
- (2) Fasilitasi penyediaan alsintan dan unit pengolahan hasil pertanian (UPHP)
- (3) Fasilitasi prasarana dan sarana digitalisasi usaha pertanian, dan
- (4) Fasilitasi penyediaan prasarana dan sarana pendukung lainnya

Pembangunan dan/atau rehabilitasi maupun peningkatan infrastruktur pertanian seperti pembuatan dan/atau rehabilitasi jaringan tata air, termasuk smart irrigation (Gambar 4.4) dan jalan usaha tani tergantung kondisi dari infrastruktur pertanian yang ada.



Gambar 4.4. Smart Irrigation

Berdasarkan kondisi lapang dan kebutuhan usahatani tanaman pangan, maka kegiatan yang dilakukan meliputi:

- (1) *Detailed Engineering Design* (DED);
- (2) Pembangunan dan/atau rehabilitasi jaringan tata air yang sudah ada yang meliputi perbaikan dan pembersihan saluran yang dangkal serta pintu-pintu air yang rusak agar dapat berfungsi mengatur air sesuai kebutuhan tanaman sekaligus untuk mendukung peningkatan produktivitas lahan dan intensitas pertanaman;
- (3) Pengembangan *long storage* atau embung atau sumur pompa untuk meningkatkan ketersediaan air terutama pada musim kemarau; dan

- (4) Peningkatan dan pengembangan prasarana transportasi termasuk jalan usahatani yang sesuai dengan kondisi setempat untuk memperlancar pengangkutan sarana produksi dan hasil pertanian serta mobilitas alsintan.

Konstruksi dan rancang bangun serta spesifikasi dari infrastruktur pertanian tersebut didasarkan kepada kondisi setempat dan kesesuaiannya dengan penerapan sistem produksi dan teknologi pertanian presisi yang akan digunakan. Untuk mengatasi keterbatasan tenaga kerja pertanian dalam pengembangan pertanian presisi dan sekaligus modernisasi sistem produksinya, perlu dukungan pengembangan alat dan mesin pertanian (alsintan), misalnya robot tanam (Gambar 4.5) dan *drone sprayer* (Gambar 4.6).



Gambar 4.5. Robot Tanam



Gambar 4.6. Drone Sprayer

Strategi yang bisa ditempuh dalam mengembangkan dan mengoptimalkan pemanfaatan alsintan adalah menumbuh-kembangkan lembaga Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) dan berbagai skim bantuan pengadaan alsintan kepada kelompok tani atau Gapoktan.

Pengembangan alsintan dan UPHP ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja terkait dengan masalah keterbatasan tenaga kerja pertanian, sekaligus modernisasi sistem produksi pertanian. Khusus pengembangan UPHP ditujukan untuk pengelolaan hasil tanaman guna meningkatkan nilai tambah dan daya saing hasil tanaman, seperti pengembangan *Rice Milling Unit* (RMU) dan pengolahan produk samping tanaman.

Kegiatannya berupa: fasilitasi pengadaan alsintan dan UPHP, pelatihan, perbengkelan, penyediaan sarana operasional, dan pengawalan atau pendampingan pengelolaan alsintan.

Fasilitasi pengadaan alsintan dan UPHP bisa berupa pemberian bantuan langsung alsintan dan UPHP kepada Poktan/Gapoktan atau fasilitasi melalui berbagai skema kredit Bank untuk pembelian alsintan dan UPHP. Pelatihan diberikan kepada operator alsintan dan UPHP terkait dengan operasi dan pemeliharaan alsintan UPHP, kepada pengelola alsintan dan UPHP terkait.

Pengembangan perbengkelan alsintan ditujukan untuk menjamin alsintan dan UPHP selalu dalam kondisi siap dioperasikan melalui penyediaan suku cadang dan teknisi untuk perbaikan kerusakan alsintan dan UPHP. Penyediaan sarana operasional alsintan meliputi BBM, pelumas, suku cadang, listrik serta sarana penunjang operasional lainnya ditujukan untuk menjamin kelancaran operasional alsintan dan UPHP

Pengembangan pertanian presisi memerlukan dukungan teknologi digital dan internet. Untuk itu, diperlukan prasarana dan sarana digitalisasi usaha pertanian terutama *platform* digital dan jaringan internet serta manajemen sistem informasi. Hal ini dimaksudkan selain untuk mendukung penerapan teknologi pertanian presisi, juga untuk ketertelusuran dan sertifikasi produk sesuai dengan komoditas yang akan dikembangkan.

Fasilitasi pengembangan prasarana dan sarana pendukung lainnya seperti kantor, gudang dan outlet

diperlukan untuk mendukung kelancaran proses produksi dan aktifitas bisnis dari poktan/gapoktan dalam pengelolaan pertanian presisi. Konstruksi dan spesifikasi dari prasarana penunjang lainnya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi setempat serta ketersediaan dananya.

3. Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi

Kegiatan Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi ditujukan untuk menyusun sistem produksi dan paket teknologi produksi yang sesuai dengan komoditas dan produk yang akan dikembangkan berdasarkan prospek pemasarannya. Sistem produksi yang dimaksud adalah sistem usahatani terkait dengan pola tanam dan pengelolaan pascapanen serta pengolahan dan pemasaran hasilnya.

Paket teknologi produksi berupa paket teknologi budidaya dan teknologi pascapanen serta pengolahan dan pemasaran hasilnya. Penyusunan paket teknologi tersebut didasarkan kepada kondisi dan karakteristik lahan serta teknologi budidaya komoditas pertanian yang optimal agar diperoleh produktivitas dan efisiensi produksi yang maksimal.

Ruang lingkup kegiatannya mencakup sub sistem dari hulu sampai ke hilir, sedangkan kegiatannya dapat berupa: (a) Penyusunan sistem dan teknologi produksi yang didasarkan pada hasil karakterisasi dan pemetaan kondisi sumberdaya lahan serta potensi produksi dan pasar; (b) Fasilitasi penyediaan sarana produksi dan operasional alsintan serta UPH; (c) Pendampingan implementasi sistem dan teknologi produksi pertanian; dan (d) Fasilitasi asuransi usaha pertanian presisi.

Kegiatan penyusunan sistem dan teknologi produksi terdiri atas: konsultasi lintas stakeholders, analisis diagnostik, penyusunan paket teknologi pertanian presisi serta pelatihan petani dan pengelola produksi. Perakitan paket teknologi produksi bersifat spesifik lokasi, disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik biofisik lahannya serta mengacu kepada Rancangan Umum pada Bab III. Teknologi produksi tersebut terdiri dari teknologi penyiapan lahan, ameliorasi, penanaman, pemupukan, pemeliharaan tanaman, pengendalian OPT, dan panen serta pengelolaan pascapanen.

Fasilitasi penyediaan sarana produksi meliputi penyediaan benih, pupuk, amelioran, pestisida, peralatan pertanian dan bahan-bahan penunjang untuk mendukung penerapan teknologi produksi pertanian presisi dengan baik. Fasilitasi penyediaan sarana produksi dapat dilakukan melalui fasilitasi pembiayaan dari Bank, seperti KUR dan sumber-sumber pembiayaan lainnya (TJSL dan CSR).

Kegiatan selanjutnya adalah pendampingan implementasi sistem dan teknologi pertanian presisi yang bisa dilakukan oleh berbagai pihak terkait terutama penyuluh pertanian lapangan (PPL). Tujuannya adalah untuk memastikan penerapan teknologi pertanian presisi dilakukan secara benar oleh para petani.

Kegiatan lainnya adalah fasilitasi asuransi usaha pertanian presisi yang tujuan utamanya adalah memberikan perlindungan terhadap usaha pertanian presisi dari berbagai resiko ketidakberhasilan usaha pertanian presisinya karena berbagai sebab, terutama terkait dengan bencana alam

seperti kekeringan dan banjir maupun *outbreak* hama dan penyakit tanaman.

4. Pengembangan Kelembagaan dan Manajemen

Pengembangan pertanian presisi memerlukan dukungan kelembagaan dan manajemen yang profesional agar pengelolaan sistem produksi dan penerapan teknologi pertanian yang presisi serta usaha pertaniannya dapat dilakukan dengan baik. Pengembangan kelembagaan dan manajemen disusun berdasarkan penjabaran Rancangan Umum pada BAB III.

Pengembangan kelembagaan bertujuan untuk menumbuhkan dan/atau memperkuat kelembagaan petani yang ada dengan mentransformasikannya menjadi kelembagaan ekonomi petani (KEP) yang bisa berbentuk koperasi tani (Koptan) atau bentuk lembaga ekonomi lainnya.

Kegiatan pengembangan dan/atau penguatan kelembagaan petani mencakup:

- (1) Penyiapan dokumen dan sarana, pemilihan bidang dan analisis usaha/bisnis;
- (2) Penetapan organisasi dan tata kerja serta SDM pengelola;
- (3) Fasilitasi penyusunan rencana bisnis atau usaha pertanian presisi; dan
- (4) Pendampingan implementasi bisnis atau usaha pertanian presisi.

Pengembangan manajemen dilakukan melalui peningkatan kapasitas dan kompetensi SDM petani maupun pengelola kelembagaan petani melalui pelatihan dan pendampingan.

Peningkatan kapasitas dan kompetensi SDM dimaksudkan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan: (a) SDM petani dalam penerapan teknologi produksi maju dan pengelolaan usaha pertanian presisi; (b) Pengurus kelompok tani dan Gapoktan dalam berorganisasi dan pengelolaan kegiatan bersama terkait dengan usaha pertanian presisi antarpetani secara efektif dan efisien untuk mendukung kelancaran dan keberhasilan bisnis atau usaha pertanian presisinya. Pengembangan kapasitas SDM dilakukan dengan berbagai cara, terutama dengan pelatihan atau bimtek, magang, studi banding dan pendampingan.

Kegiatan pengembangan pertanian presisi dilakukan secara bertahap. Mengingat kegiatannya berbeda-beda, maka periode pelaksanaannya juga berbeda-beda pula antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Kegiatan yang dilakukan tiap tahun meliputi:

- (1) Pendampingan pengelolaan prasarana dan sarana pertanian;
- (2) Fasilitasi penyediaan sarana produksi dan operasional alsintan serta UPHP;
- (3) Pendampingan implementasi sistem dan teknologi produksi pertanian;
- (4) Fasilitasi asuransi usaha pertanian presisi;

- (5) Penumbuhan dan penguatan kelembagaan petani; dan
- (6) Pendampingan implementasi bisnis/usaha pertanian presisi. Kegiatan lainnya ada yang hanya satu tahun dan ada yang dua tahun saja.

Secara ringkas jenis kegiatan serta waktu pelaksanaan pengembangan pertanian presisi tahun 2022-2024 disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kegiatan dan aktifitas serta waktu pelaksanaannya tahun 2022-2024

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan		
	2022	2023	2024
I. Survey Investigation Design (SID) dan Penataan Lahan			
1. Pemetaan Lahan	v		
2. Penyusunan rancangan penataan lahan (<i>site plan</i>)	v		
3. Implementasi rancangan penataan lahan		v	
II. Pengembangan Prasarana dan Sarana			
1. Pembangunan dan rehabilitasi atau peningkatan infrastruktur pertanian		v	
2. Fasilitasi penyediaan alsintan dan unit pengolahan hasil pertanian (UPHP)			
3. Fasilitas Prasarana dan Sarana digitalisasi usaha pertanian		v	v

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan		
	2022	2023	2024
4. Fasilitasi penyediaan prasarana dan sarana pendukung lain		v	
III. Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi			
1. Penyusunan sistem dan teknologi produksi		v	v
2. Fasilitasi penyediaan sarana produksi dan operasional alsintan serta UPHP		v	v
3. Pendampingan implementasi sistem dan teknologi produksi pertanian		v	v
4. Fasilitasi asuransi usaha pertanian [resisi		v	v
IV. Pengembangan Kelembagaan dan Manajemen			
1. Peningkatan kapasitas dan kompetensi SDM		v	v
2. Penumbuhan dan penguatan kelembagaan petani		v	v
3. Fasilitasi penyusunan rencana bisnis/usaha pertanian presisi		v	
4. Pendampingan implementasi bisnis/usaha pertanian presisi		v	v

4.3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Untuk mencapai tujuan dan sasaran pengembangan pertanian presisi, perlu disusun tahapan pelaksanaan

kegiatan pengembangannya secara baik dan runtut berdasarkan kedudukan, kebutuhan, dan fungsinya. Tahapan pelaksanaan kegiatan SID dan penataan lahan disajikan pada Gambar 4.7.

Karakterisasi dan Pemetaan	Perancangan Penataan Lahan	Implementasi Rancangan Penataan Lahan
<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasi dan karakterisasi lahan • Pemetaan topografi • Pemetaan sumberdaya air • Pemetaan infrastruktur pertanian 	<ul style="list-style-type: none"> • Overlay peta tanah, topografi, SDA, dan infrastruktur • Menyusun tata letak dan petakan lahan pertanian • Penggambaran tata letak dan petakan lahan pertanian 	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaikan petakan lahan pertanian • Penataan jaringan tata air • Penataan jalan usahatani • Penataan fasilitas pendukung

Gambar 4.7. Tahapan SID dan Penataan Lahan

Kegiatan SID dan penataan lahan dilakukan secara bertahap dan diselesaikan pada tahun pertama. Tahapan kegiatan Pengembangan Prasarana (infrastruktur) dan Sarana disajikan pada Gambar 4.8. yang penyelesaiannya diupayakan bisa selesai pada tahun pertama..

Persiapan dan Perancangan Prasarana dan Sarana	Pembangunan Infrastruktur serta Pengadaan Alsintan dan UPHP	Pengembangan SDM dan Operasionalisasi Prasarana	Operasionalisasi Infrastruktur, Alsintan dan UPHP
<ul style="list-style-type: none"> • Analisis diagnostik • Perancangan prasarana tata air, jalan usahatani, rumah produksi • Perencanaan kebutuhan alsintan budidaya dan UPHP • Pelelangan konstruksi infrastruktur, alsintan budidaya dan UPHP 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangunan infrastruktur tata air, jalan usahatani, rumah produksi • Pengadaan alsintan budidaya dan UPHP • Uji coba fungsi infrastruktur tata air • Uji coba alsintan budidaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelatihan SDM operator, pengelola alsintan budidaya dan UPHP • Instalasi dan uji coba UPHP • Operasionalisasi infrastruktur tata air • Operasionalisasi alsintan budidaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Operasionalisasi dan pemeliharaan infrastruktur • Operasionalisasi dan pemeliharaan alsintan budidaya dan UPHP • Administrasi operasional dan pemeliharaan infrastruktur, alsintan budidaya dan UPHP • Pendampingan dan pengawalan

Gambar 4.8. Tahapan Pengembangan Prasarana dan Sarana

Infrastruktur atau prasarana produksi diupayakan bisa selesai pada tahun pertama, sedangkan pengembangan teknologi produksi dilakukan setelah infrastruktur selesai dibangun

Tahapan kegiatan Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi disajikan pada Gambar 4.9. Kejadiannya dilakukan sejak tahun pertama mulai dari penentuan sistem produksi dan perakitan paket teknologi pertanian presisinya diikuti dengan penyediaan sarana produksi dan penerapan teknologi pertanian presisinya.

Penyusunan Sistem dan Paket Teknologi Produksi	Pengadaan Sarana Produksi dan Penunjang	Pengembangan Produksi pada Skala Terbatas	Peningkatan Volume Produksi dan Operasionalisasi UPHP
<ul style="list-style-type: none"> • Konsultasi dengan stakeholders • Analisis <i>diagnostic</i> untuk penentuan sistem dan teknologi produksi • Penyusunan paket teknologi produksi • Sosialisasi rancangan dan rencana produksi • Pelatihan SDM petani dan pengelola produksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengadaan pupuk, pestisida dan amelioran • Pengadaan bahan operasional alsintan dan mesin produksi • Pengadaan bahan penunjang proses produksi • Penyimpanan dan pemeliharaan sarana produksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelatihan petani dan operator serta pengelola kegiatan produksi • Penerapan dan pendampingan teknologi budidaya komoditas • Operasionalisasi unit pengelolaan pascapanen • Pendampingan dan pengawalan kegiatan produksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Perluasan volume produksi untuk mencapai kapasitas terpasang • Peningkatan manajemen dan tata kelola proses produksi • Administrasi kegiatan dan hasil produksi • Pendampingan dan pengawalan

Gambar 4.9. Tahapan Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi

Kegiatan pengembangan kelembagaan ekonomi petani yang fungsinya sebagai pengelola kegiatan usahatani dan bisnis di lokasi pengembangan pertanian presisi dilakukan mulai tahun pertama yang sifatnya penyiapan

berbagai perangkat manajemen dan inisiasi kegiatan bisnis serta pelatihan SDM.

Selanjutnya kegiatan penguatan kelembagaan dan manajemen berlangsung sampai kegiatan bisnisnya beroperasi secara normal dan baik. Tahapan kegiatan Pengembangan Kelembagaan dan Manajemen disajikan pada Gambar 4.10.

Konsolidasi Kelembagaan Petani	Peningkatan Kelembagaan Petani	Reformulasi dan Restrukturisasi Usahatani	Peningkatan Kapasitas dan Kompetensi SDM	Penguatan dan Pemandirian Bisnis KEP
<ul style="list-style-type: none"> •Konsultasi lintas stakeholder •Restrukturisasi Poktan dan Gapoktan •Konsolidasi manajemen poktan dan gapoktan 	<ul style="list-style-type: none"> •Penguatan manajemen Poktan dan Gapoktan •Transformasi Poktan dan Gapoktan menjadi Kelembagan Ekonomi Petani (KEP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reformulasi sistem usahatani • Penentuan komoditas dan produk akhir • Penyusunan model dan implementasi bisnis KEP 	<ul style="list-style-type: none"> • Rekrutmen dan pelatihan SDM • Pendampingan dan pembinaan • Peningkatan prasarana dan sarana kerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Perluasan usaha dan jejaring kerja • Pendampingan dan pembinaan • Peningkatan prasarana dan sarana usaha • Penguatan Manajemen KEP

Gambar 4.10. Tahapan Pengembangan Kelembagaan dan Manajemen

4.4. Organisasi Pelaksana dan Sinergitas

1. Organisasi Pelaksana

Untuk melakukan konsolidasi perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan perkembangan selama pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi, disusun organisasi pelaksana yang terdiri dari Tim Pengarah, Tim Pelaksana dan Tim Teknis (Gambar 4.11).



Gambar 4.11. Struktur Organisasi Pelaksana Pengembangan Pertanian Presisi

Tim Pengarah terdiri dari: Ketua: Dirjen PSP; Anggota: Pejabat Eselon 2 Lingkup Ditjen PSP. Tugas Tim Pengarah yaitu memberikan arahan mengenai pengembangan pertanian presisi kepada Tim Pelaksana dan Tim Teknis dalam hal:

- Perencanaan dan desain pengembangan pertanian presisi;
- Pelaksanaan kegiatan dan anggaran pengembangan pertanian presisi; dan
- Pelaksanaan pemantauan dan evaluasi terhadap pengembangan pertanian presisi.

Tim Teknis terdiri dari: Ketua: Sekretaris Ditjen PSP; Anggota: para tenaga ahli dengan berbagai keahlian. Tugas Tim Teknis yaitu memberikan masukan dan saran teknis pengembangan pertanian presisi dalam hal:

- Perencanaan dan desain pengembangan pertanian presisi;
- Pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi; dan
- Pelaksanaan pengendalian dan evaluasi terhadap pengembangan pertanian presisi.

Tim Pelaksana PSP terdiri dari: Ketua: Direktur Perluasan dan Perlindungan Lahan; Anggota: Koordinator Eselon 2 lingkup PSP. Tugas Tim Pelaksana adalah melaksanakan tugas pengembangan pertanian presisi dalam hal:

- Koordinasi dengan pemerintah daerah, dinas terkait setempat, dan/atau masyarakat untuk mengidentifikasi lokasi dan petani/poktan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan
- Penyusunan proses bisnis dan mengembangkan pertanian presisi untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi dan mutu produksi serta pendapatan usaha pertanian
- Penyusunan *exit strategy* untuk keberlanjutan pengelolaan pertanian prsesisi kepada masyarakat
- Percepatan replikasi pengembangan pertanian presisi ke lokasi lainnya
- Pengendalian dan evaluasi pelaksanaan pengembangan pertanian presisi
- Penyusunan laporan pelaksanaan dan hasil pengembangan pertanian presisi.

Tim Pelaksana Daerah diketuai oleh Kepala Dinas Pertanian dengan anggota Kepala Bidang Prasarana dan Sarana Pertanian dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) terkait. Tim Pelaksana Daerah bertugas melakukan:

- Konsultasi dan koordinasi dengan Tim Pelaksana dan Tim Teknis mulai dari persiapan, pelaksanaan, pendampingan, pembinaan, pengendalian dan evaluasi serta pelaporan kegiatan pengembangan pertanian presisi di daerahnya.
- Sosialisasi kegiatan pengembangan pertanian presisi kepada berbagai pihak terkait di daerah.
- Identifikasi dan mengusulkan calon lokasi dan calon petani/poktan kegiatan pengembangan pertanian presisi di daerahnya.
- Identifikasi kebutuhan prasarana dan sarana kegiatan pengembangan pertanian presisi di daerahnya.
- Penyusunan rencana kegiatan operasional pengembangan pertanian presisi di daerahnya.
- Penyusunan kebutuhan anggaran kegiatan pengembangan pertanian presisi di daerahnya.
- Pembinaan dan pendampingan serta pengendalian dan evaluasi pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi di daerahnya mulai dari persiapan sampai pelaporan kegiatannya.

2. Sinergitas Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengembangan pertanian presisi melibatkan berbagai institusi, baik ditingkat daerah maupun ditingkat

pusat terutama di tingkat Kementerian Pertanian. Agar tujuan dan sasaran pembangunan pertanian presisi dapat dicapai dengan baik dan pelaksanaan kegiatannya berjalan lancar, maka diperlukan sinergitas yang harmonis antar institusi terkait dalam penyusunan perencanaan dan pelaksanaan kegiatannya.

Sebagai pelaksana utama (*prime mover* dan *trendsetter*) pengembangan pertanian presisi adalah Direktorat lingkup Ditjen PSP dan sebagai institusi pendukung adalah Eselon 1 terkait dari Ditjen Komoditas, Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) dan Badan PPSDMP (Gambar 4.12.). Sinergitas pelaksanaan tiap kegiatan dari pengembangan pertanian presisi disajikan pada Tabel 4.2.



Gambar 4.12. Sinergi kegiatan pengembangan pertanian presisi lingkup Kementan

Tabel 4.2. Sinergitas pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi

Kegiatan pokok	Institusi terlibat
Penataan Ruang dan Pengembangan Prasarana dan Sarana	Dit. Irigasi , Dit. Lahan, Dit. Alsintan, Dit. Pupes, Dit. Pembiayaan
Pengembangan Sistem dan Teknologi Produksi	Dit. Alsintan , Dit. Pupes, Dit. Irigasi, Dit. Lahan, Dit. Pembiayaan, Badan Standardisasi IP, Badan PPSDMP, Ditjen Komoditas
Pengembangan Kelembagaan dan Peningkatan SDM	Dit. Irigasi , Dit. Alsintan, Dit. Pupes, Dit. Lahan, Dit. Pembiayaan, Badan PPSDMP, Badan Standardisasi IP, Ditjen Komoditas, Sekretariat Jenderal

Keterangan: Institusi pertama sebagai koordinator atau leading institusinya.

4.5. Pola Pendanaan

Pendanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi dapat diperoleh dari berbagai sumber pendanaan, antara lain: APBN/APBD, Bank, TJSL (BUMN), CSR (Swasta), BLU-PIP, LKMA dan Koptan.

1. Sumber dana: APBN/APBD

Untuk biaya pembangunan dan/atau rehabilitasi prasarana atau infrastruktur dasar, pengadaan prasarana dan sarana untuk keperluan khusus, serta

untuk perencanaan, pelatihan, pendampingan, monitoring, evaluasi dan pelaporan kegiatan.

2. Sumber dana Bank (Kredit Usaha Rakyat/KUR)

Penggunaan dana Bank yaitu untuk biaya pembangunan dan/atau rehabilitasi prasarana/infrastruktur pertanian, pengadaan sarana, penguatan modal Gapoktan, dan operasional usaha/bisnis Gapoktan.

3. Sumber dana Lainnya: TJSL BUMN dan CSR Swasta

Penggunaan dana TJSL BUMN dan CSR Swasta adalah untuk biaya pembangunan dan/atau rehabilitasi prasarana atau infrastruktur pertanian, pengadaan prasarana dan sarana, dan operasional usaha/bisnis Gapoktan.

4. Sumber dana: BLU-PIP

Penggunaan dana BLU-PIP yaitu untuk biaya pengadaan prasarana dan sarana, penguatan modal Gapoktan, dan operasional usaha/bisnis Gapoktan.

5. Sumber dana: LKM-A dan Koptan

Penggunaan dana LKM-A dan Koptan adalah untuk biaya pengadaan prasarana dan sarana serta operasional usaha/bisnis Gapoktan.



BAB V

PENGENDALIAN DAN

EVALUASI

5.1. Indikator Kinerja

Untuk mengukur perkembangan kemajuan, pencapaian tujuan, dan sasaran kegiatan pengembangan pertanian presisi ditetapkan indikator kinerja yang bersifat spesifik, terukur, rasional dengan batas waktu. Indikator kinerja dibagi menjadi tiga berikut:

Output

- Tersedia dan termanfaatkannya penataan ruang dan lahan di lokasi.
- Tersedia dan termanfaatkannya infrastruktur pertanian.
- Tersedia dan termanfaatkannya alsintan dan unit pengolahan hasil pertanian (UPHP).
- Tersedia dan termanfaatkannya prasarana dan sarana digitalisasi usaha pertanian.
- Tersedia dan termanfaatkannya prasarana dan sarana pendukung lainnya.
- Tersusun dan termanfaatkannya sistem dan teknologi produksi.
- Terasuransikannya usaha pertanian presisi.
- Tersedia dan termanfaatkannya sarana produksi dan operasional alsintan serta UPHP.
- Meningkatnya kapasitas dan kompetensi SDM usaha pertanian.
- Terbangunnya kelembagaan (korporasi) petani.
- Tersusun dan terimplementasikannya rencana bisnis/usaha pertanian presisi.

Outcome

- Terbangunnya pertanian presisi.
- Meningkatnya produktivitas, efisiensi, dan mutu produksi.
- Meningkatnya keuntungan usaha pertanian presisi.
- Meningkatnya perlindungan usaha pertanian.
- Meningkatnya keterampilan dan penerapan teknologi pertanian presisi.

Dampak

- Berkembangnya model pertanian presisi secara mandiri dan berkelanjutan.
- Meningkatnya beragam produk dan produksi komoditas pertanian bermutu.
- Meningkatnya pendapatan pelaku usaha pertanian presisi.
- Meningkatnya kegiatan/pertumbuhan ekonomi di lokasi pertanian presisi.

5.2. Pengendalian dan Pemantauan

Pengendalian bertujuan untuk menjamin proses dan perkembangan serta hasil pelaksanaan pengembangan pertanian presisi sesuai dengan rancangan, tujuan, dan sasaran. Kegiatan pengendalian dan pemantauan dilakukan secara berjenjang dan berkala oleh Tim Pelaksana pusat dan daerah. Instrumen yang digunakan pada kegiatan pengendalian dan pemantauan adalah Sistem Pengendalian Internal yang handal.

Ruang lingkup kegiatan pengendalian dan pemantauan mencakup aspek teknis, sosial ekonomi, dan

kelembagaan dengan memperhatikan indikator kinerja pengembangan pertanian presisi yang telah ditetapkan. Tahapan pelaksanaan pengendalian adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, Tim Pelaksana Pusat dan Daerah melakukan pengendalian dan pemantauan, utamanya pada pelaksanaan identifikasi calon lokasi dan calon petani/peternak pengembangan pertanian presisi. Pengendalian dan pemantauan pada tahap identifikasi memperhatikan kesesuaian aspek teknis, sosial ekonomi, dan manajemen dengan kriteria yang telah ditetapkan, termasuk kesiapan petani/Poktan dalam hal kemampuan pengelolaan pertanian presisi, keberadaan dan status kelembagaan petani.

2. Tahap Pelaksanaan

Pengendalian dan pemantauan pada tahap pelaksanaan adalah sebagai berikut:

- (1) Penyediaan prasarana dan bantuan sarana produksi mulai dari hulu sampai hilir (budi daya sampai pengolahan hasil dan pemasaran) di lokasi pengembangan pertanian presisi.
- (2) Pelaksanaan pelatihan atau bimbingan teknis dan manajemen kepada Poktan dan petugas di lokasi pengembangan pertanian presisi.
- (3) Pelaksanaan pengelolaan usaha pertanian oleh kelembagaan petani di lokasi pengembangan pertanian presisi.

- (4) Pemanfaatan teknologi pertanian presisi mulai dari hulu sampai hilir oleh petani/Poktan di lokasi pengembangan pertanian presisi.
- (5) Penguatan kapasitas kelembagaan petani di lokasi pengembangan pertanian presisi.
- (6) Pengelolaan dan pemasaran hasil pertanian di lokasi pengembangan pertanian presisi.

5.3. Evaluasi dan Pelaporan

Evaluasi adalah proses menilai, mengukur, dan mengoreksi pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi dengan membandingkan antara rencana dengan pelaksanaan dan hasil yang dicapai.

Tujuannya adalah untuk mengevaluasi dan menilai perkembangan dan capaian kinerja kegiatan pengembangan pertanian presisi dibandingkan dengan perencanaan dan tujuan kegiatan dengan memperhatikan indikator kinerja dari aspek administrasi, teknis, ekonomi dan kelembagaan.

Evaluasi dilaksanakan secara berkala (biasanya tiap tiga bulan) dan berjenjang, mulai dari tingkat pusat sampai tingkat lokasi kegiatan pengembangan pertanian presisi oleh Tim Pelaksana dan Tim Teknis.

Evaluasi didahului dengan mengumpulkan data dan informasi serta membandingkannya dengan tujuan yang ingin dicapai, sehingga rekomendasi hasil evaluasi dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk perbaikan ke depan. Ruang lingkup evaluasi mencakup aspek teknis, administrasi, sosial ekonomi, dan kelembagaan dengan mengacu pada indikator yang telah ditetapkan.

Hasil pemantauan dan evaluasi disusun dalam bentuk laporan yang bertujuan untuk menyampaikan informasi kemajuan dan perkembangan serta permasalahan yang dijumpai guna perbaikan pelaksanaan kegiatan selanjutnya.

Pelaporan adalah penyusunan data dan informasi dengan format dan struktur yang baik sebagai bentuk pertanggung-jawaban atas pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi. Tujuan dari pelaporan antara lain:

- (1) Mengetahui kemajuan dan perkembangan pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi; dan
- (2) Menyampaikan permasalahan dan kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi.

Pelaporan menjadi bahan masukan bagi pimpinan dan pengambil kebijakan untuk memilih solusi atas permasalahan yang dihadapi guna perbaikan pelaksanaan kegiatan pengembangan pertanian presisi ke depan.

Penyusunan laporan mengacu kepada PMK nomor 214 tahun 2017 tentang pengukuran dan evaluasi kinerja anggaran. Perkembangan atau kemajuan pelaksanaan pengembangan pertanian presisi dilaporkan secara berkala berdasarkan hasil pemantauan oleh petugas pendamping lapangan dan evaluasi oleh Tim Pelaksana. Ketua Tim

Pelaksana mengoordinasikan penyusunan laporan pelaksanaan pengembangan pertanian presisi secara berkala. Bentuk, format dan isi laporan mengacu kepada standar yang ada di Ditjen PSP.



BAB VI

PENUTUP

Pertanian presisi adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan strategi manajemen dan teknologi yang mengoptimalkan penggunaan sumber daya untuk mendapatkan hasil maksimal dan mengurangi dampak buruknya terhadap kelestarian lingkungan di berbagai lokasi dan agroekosistem. Sebagai salah satu upaya terobosan, pengembangan pertanian presisi diyakini dapat menjawab berbagai tantangan pembangunan pertanian yang sekaligus meningkatkan produktivitas dan efisiensi sumber daya serta produksi pertanian dan pendapatan petani dengan tetap memelihara kelestarian lingkungan.

Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi ini diharapkan menjadi acuan dalam penyusunan program dan kegiatan maupun sebagai instrumen untuk koordinasi, integrasi, sinergitas, dan sinkronisasi kegiatan pengembangan pertanian presisi, yang sekaligus mendorong diskursus tingkat Ditjen PSP perihal konsep, arah, pendekatan, strategi, dan peta jalan pengembangan pertanian presisi. Untuk itu, *Master Plan* ini perlu disosialisasikan secepatnya secara berjenjang kepada pelaksana program dan kegiatan pengembangan presisi, mulai dari tingkat Pusat sampai tingkat Daerah (provinsi dan kabupaten) agar diperoleh kesamaan pemahaman serta langkah yang sinergis antarpelaksana dan pelaku pengembangan pertanian presisi di lapangan.

Selanjutnya, *Master Plan* ini juga diharapkan menjadi acuan perencanaan teknis dan manajemen dalam merancang pengembangan pertanian presisi di lapangan, sekaligus menjadi instrumen pengendalian dan evaluasi perkembangan pelaksanaan pengembangan pertanian presisi.

Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi merupakan dokumen terbuka untuk diperbarui dan dipertajam sesuai dengan kebutuhan dan dinamika kondisi yang berkembang melalui serangkaian revisi penyesuaian.

Dengan demikian *Master Plan* ini menjadi dokumen yang terus berkembang untuk menjawab berbagai permasalahan dan tantangan akibat dinamika perubahan kondisi dan kemajuan IPTEK dari waktu ke waktu.



DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, A.M. 2006. "Factors Influencing Adoption and Use of Precision Agriculture". A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy. Auburn, Alabama, August 7, 2006.
- Anggarendra, R., C. S. Guritno, M. Singh, S. Kaneko, and M. Kawanishi. 2016. "Climate Change Policies and Challenges in Indonesia" pp. 295-304. Springer
- Bujang, A.S., and B.H. Abu Bakar, 2019. "Precision Agriculture in Malaysia". MARDI pp.1-13
- Duncan, E., and E.D.G. Fraser. 2018. "Data Power: Understanding the Impacts of Precision Agriculture on Social Relations". A Paper from the Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture, June 24-27, 2018. Montreal, Quebec, Canada.
- How Does Precision Agriculture Impact Sustainable Agriculture. <https://www.dtn.com/how-does-precision-agriculture-impact-sustainable-agriculture/>
- Nugroho, B.D.A. 2022. Integrasi Agri-tech dan Agribisnis dalam Mendukung Pertanian Modern dan Presisi di Indonesia. Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada
- Pierpaoli, E., G. Carli, E. Pignatti, and M. Canavari. 2013. "Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review". 6th International Conference on Information and Communication

Technologies in Agriculture, Food and Environment.
HAICTA, pp. 62-68.

Rani, P.M.N., T. Rajesh, and R. Saravanan. 2011. "Expert Systems in Agriculture: A Review". Journal of Computer Science and Applications 3(1): 59-71. International Research Publication House <http://www.irphouse.com>

Say, S.M., M. Keskin, M. Sehri, and Y.E. Sekerti. 2017. "Adoption of Precision Agriculture Technologies in Developed and Developing Countries". International Science and Technology Conference, July 17-19, 2017 Berlin, Germany & August 16-18, 2017 Cambridge, USA.

Stafford, J.V. 2000. "Implementing Precision Agriculture in the 21st Century". Journal of Agricultural Engineering Research 76(3):267-275.

The Environmental Benefits of Precision Agriculture Quantified. <https://www.aem.org/news/the-environmental-benefits-of-precision-agriculture-quantified>

Tiwari, P.S., K. Golhani, N.S. Chandel, and H. Tripathi. 2014. "Role of Precision Agriculture Tools for Agribusiness Management". International Conference on Management of Agribusiness & Entrepreneurship Development Organised By Technocrates Institute of Technology-MBA, Bhopal & Central Institute of Agricultural Engineering (ICAR), Bhopal, India.

Tohidan, S. et al. 2018. Impacts of the precision agricultural technologies in Iran: An analysis experts' perception & their determinants. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201800241267>

- Venkatalakshmi, B., and P. Devi. 2014. "Decision Support System for Precision Agriculture". *International Journal of Research in Engineering and Technology* 3(7):849-952.
- Vogt, S. 2017. "The Economics of Precision Agriculture". Grains Research and Development Corporation (GRDC). Australia.
- Yatribi, T. 2020. "Factors Affecting Precision Agriculture Adoption: A Systematic Litterature Review". *Economics* 8(2):103-121.
- Zwass, V. 2022. "Information System". *Encyclopædia Britannica*, Inc.

INDEKS



INDEKS

- acuan, ix, xii, xiii, xix, 5, 104, 105
- Adaptive*, 2
- Adopsi, 20
- Agricultural War Room*, 39
- agroekosistem, ix, xiii, xix, 6, 104
- aksesibilitas, 68
- akurasi, 28
- alsintan, xx, 18, 29, 38, 52, 54, 57, 67, 73, 75, 77, 79, 82, 84, 97, 114, 115, 120
- Artificial Intelligence, viii, xviii, 3, 15
- aspek teknis, xix, 67, 99, 101
- Automatic Section Control Systems*, 31
- Autonomous Technology*, 30
- bangunan pintu air, 42
- bangunan terjunan air, 46
- benih, 14, 28, 31, 37, 50, 51, 52, 55, 56, 80
- beragam, vii, viii, 4, 23, 98
- berkala, xxi, 58, 99, 101, 102
- biologis, 4
- bisnis, xix, xxi, 5, 36, 39, 52, 55, 62, 63, 78, 81, 82, 83, 85, 87, 90, 94, 95, 98
- Budi Daya Pertanian, 8
- calon lokasi, 67, 91, 99
- combine harvester*, 39, 45, 52
- Crop Management, Agronomy*, 17
- cuaca, 3, 4, 15, 32, 38, 48, 62
- Cyber Physical System*, 12
- dampak, ix, xii, xix, xxi, 5, 6, 14, 19, 22, 104
- Dashboard*, 39
- database, 12, 17
- Decision Support System*, 16, 17, 26, 110
- degradasi lingkungan, 23
- detailed engineering design*, 41
- digital, 14, 32, 37, 38, 39, 40, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 78
- digitalisasi, ix, xx, 39, 73, 78, 84, 97
- dinamika, 18, 105
- diskursus, xix, 5, 104
- distribusi gulma, 23
- drainase, 42, 44, 49, 53, 56
- early warning system*, 40, 62
- efisien, vii, viii, 2, 11, 30, 50, 54, 64, 71, 73, 77, 82, 115, 120
- efisiensi biaya, 20, 28
- ekosistem bisnis, 39
- embung, 42, 44, 49, 56, 74

emerging countries, 27
 empiris, v, 4, 7, 11, 24, 33, 36, 39
Enterprise Resource Planning, 52
environmental damage, 14
Expert System, 16
food loss, 14
food productivity, 14
food quality, 14
food safety, 14
food security, 14
food sustainability, 14
food waste, 14
 geografi, 18
 global, 31
Global Navigation, 31
grains, 29
Guidance Technology, 30
 handal, 99
 heterogenitas, 18
 hibah, 32
 Himbara, 37, 38
Holding, 37
home industry, 52
 implementasi, v, vii, xix, xx, xxi, 23, 24, 61, 62, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85
improved control, 13
 indikator, xxi, 7, 97, 99, 101
 industri pertanian, 14
 infrastruktur, 25, 26, 43, 50, 55, 67, 70, 71, 75, 83, 86, 94, 95, 97, 114, 120
 instrumen koordinasi, xix
 integrasi, xix, 5, 104
 interaktif, 17
 internet, viii, 2, 29, 53, 67, 78, 114, 120
 Internet of Things, viii, xviii, 3, 11, 15, 51, 59
 intuisi, 19, 22
 isu pangan, xviii, 2
 jarak tanam, 14, 46
 kapabilitas manusia, 16
 kapasitas kelembagaan, 25, 100
 kapasitas produksi, 20
 kapasitas tukar kation, 45, 47
 keanekaragaman tanaman, 4
 kebijakan, 25, 60, 102
 kelembagaan, viii, xxi, 5, 7, 24, 62, 63, 64, 67, 81, 83, 85, 87, 88, 98, 99, 100, 101
 kelerengan, 47
 kelestarian lingkungan, viii, xviii, 3, 15, 104
 Kementan, xxii, 2, 6, 61, 68, 89, 90, 93, 99, 102, 115, 118, 121
 kesesuaian jenis, 24
 kinerja, xxi, 4, 7, 63, 97, 99, 101, 102
 kios pertanian, 38
 kompetensi, xxi, 24, 25, 81, 82, 85, 97

komponen, viii, ix, xii, 3, 11, 26, 39, 56, 57, 59
 komponen teknologi, 26
 komposit, 47
 kondisi tanah, 22
 konsolidasi petani, 33
 konvensional, v, viii, 2, 11, 22, 57, 59
 koordinasi, 5, 39, 62, 91, 104
 korporasi petani, xix, 36, 56, 62, 63, 64
 Korporasi Petani, xvi, 8, 58, 65
 KUR, 38, 61, 80, 94
land quality, 44
lesson learned, 33, 53
 level teknologi, 24
 lingkungan, viii, xii, xix, 3, 5, 6, 13, 14, 15, 18, 19, 22, 28, 31, 57, 104
 Literasi petani, 29
 low input, 13
 maksimal, viii, xviii, xix, 3, 5, 6, 13, 14, 48, 49, 79, 104
Manageable, 2
Management Information System, 12
 manajemen, ix, xii, xviii, xix, xxi, 5, 6, 7, 14, 22, 31, 52, 57, 59, 60, 62, 64, 67, 78, 81, 88, 100, 104, 105
Masterplan, ix, xii, xiii, xix, 4, 5, 6, 104, 105
 mekanisasi pertanian, 24
 mengotomatisasi, xviii, 3, 15
 Mesin Pertanian, 8
 metode ilmiah, 16
 milenial, 25
 mitigasi, 38
 model, v, xix, 4, 7, 17, 26, 36, 39, 52, 57, 98
 Model simulasi, 22
 multidimensi, 68
 nutrisi, 17
off-farm, 39, 54
on farm, 37
 on-farm, 14, 39, 50, 52, 54, 57
 Optimalisasi hasil, 20
 organisasi, xxi, 7, 52, 63, 81, 88
 outcome, xxi
Outcome, 28, 98
 output, xxi
 pakar pertanian, 17
 pasokan, 38
 pedoman, 25, 42, 60
 Pelestarian lingkungan, 20
 pemantauan, xxi, 7, 39, 51, 88, 99, 100, 102
 penangkar benih, 38
 penataan lahan, xx, 4, 7, 41, 51, 69, 71, 83, 85
 Pengembangan Sistem, xx, 69, 78, 84, 87, 93
 pengendalian, xxi, 4, 7, 39, 80, 90, 91, 92, 99, 105
 perangkat keras, 4, 24, 29

Perangkat keras, 21
 perangkat lunak, 17, 24
 Perangkat lunak, 21
 perangkat teknologi, 14
 percontohan, 33, 56, 98
 pertanian global, xviii, 2
 pertanian *modern*, xviii, 2, 53
 pertanian presisi, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 61, 62, 64, 67, 68, 70, 71, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 114, 116, 120
 pestisida, 28, 30, 38, 51, 57, 58, 80
 peta rupabumi, 40
 Prasarana, xx, 36, 54, 55, 57, 59, 69, 72, 83, 84, 86, 93
 prasarana dan sarana, viii, xx, 5, 7, 67, 71, 72, 78, 82, 84, 91, 94, 95, 97, 114, 119, 120, 121
Precision Agriculture, 12, 108, 109, 110
precision farming, 12, 14
precision mapping, 37, 62
 produksi tanaman, 4, 22, 48
 produktif, viii, 2, 11
 produktivitas, viii, xviii, 2, 3, 6, 15, 23, 30, 48, 68, 74, 77, 79, 90, 98, 104, 115, 120
 profitabilitas, 22, 23
 profitabilitas ekonomi, 22
 proses, 3, 15, 16, 18, 20, 22, 37, 52, 78, 90, 99, 101
 prospek pasar, 37
 prospektif, 67
 rancangan, xiii, xx, 41, 69, 71, 83, 99
 rasional, xxi, 19, 20, 28, 97
real-time, 16, 19, 26, 28
reduced input, 13
 registrasi petani, 37, 40
 regulasi, 25
 rekomendasi, 4, 37, 47, 62, 101
 revisi, 105
Right amount, 18
Right manner, 18
Right place, 18
Right time, 18
 robot lapangan, 26
 robot tanam, 75
 saluran irigasi, 42, 44, 56
 Sarana, xx, 36, 54, 55, 57, 58, 59, 69, 72, 83, 84, 86, 93
Sensor, 4, 21
 SID, xx, 69, 71, 83, 85, 86
 simulasi tanaman, 26
 sinergitas, xix, 5, 7, 92, 104
 Sistem Informasi Geografis, 4
 sistem informasi teknologi, 15

Sistem Pemosisian Global, 4
 sistem produksi, 4, 15, 18,
 49, 50, 53, 72, 75, 77, 78,
 81, 87
site plan, xx, 4, 7, 41, 70, 72,
 83
 skala, 19, 23, 33, 42, 61, 63,
 64, 71
smart farming, xii, xviii, 2, 3
Smart farming, 2
smartphone android, 29
 sosial ekonomi, xix, 67, 99,
 101
 spasial, 19, 21, 22, 26
 Spatial Variability, 15
 spesifik, xxi, 23, 30, 60, 68,
 79, 97
 SRTM, 43
stakeholders, 6, 62, 79
 standard minimum, 24
Start Up, 25
 subsidi, 32
 sumber daya, 3, 4, 5, 6, 13,
 14, 18, 19, 20, 28, 48, 49,
 53, 71, 104
 sumber daya pertanian, viii,
 28
 survey lapang, 41
 swasta, 25, 26, 38, 39, 61
 takaran pupuk, 23
 tantangan, vii, viii, xviii, 2, 15,
 50, 104, 105
 teknologi, 18, 22, 23, 24, 25,
 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33,
 37, 38, 48, 49, 50, 51, 52,
 78, 79, 80, 81, 82, 84, 87,
 97, 98, 100, 104
 Teknologi Produksi, xx, 69,
 78, 84, 87, 93
 teras, 42, 44, 46
 terukur, xxi, 97
 Tim Pelaksana Daerah, xxii,
 91, 99
 topografi lahan, 30
Traceable, 2
 transportasi, 53, 62, 67, 74,
 116, 121
 uji tanah, 46
 usaha pertanian yang
 cerdas, viii, xviii, 3, 15
 usahatani, 28, 37, 39, 49, 50,
 53, 62, 67, 74, 79, 87,
 114, 117, 120, 121
 variabilitas, 4, 22, 26, 31
Variable-Rate Technology,
 30
 visibilitas operator, 31
 volume, 39, 44
waterpass, 43
Wireless Sensor Network, 4
 Yield Monitoring Technology,
 30

LAMPIRAN



KUESIONER DAN ANALISIS DATA PENILAIAN CALON LOKASI PENGEMBANGAN PERTANIAN PRESISI

Agroekosistem :
Komoditas :
Desa :
Kecamatan :
Kabupaten :
Provinsi :
Tim survei :
Tanggal :

**DIREKTORAT JENDERAL
PRASARANA DAN SARANA PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

Tugas: Pilih satu jawaban dari setiap unsur yang ditanyakan kepada responden/narasumber, dan isikan nilai skor di kolom Skor. !

No	Unsur yang Dinilai	Skor
1	<p>Status tata ruang lokasi, kepemilikan, dan kemungkinan ganti rugi lahan untuk kegiatan pengembangan pertanian presisi</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Status lahan <i>clear</i> dan <i>clean</i> dengan kepemilikan jelas (sertifikat atau girik). 3. Status lahan <i>clear</i> dan <i>clean</i> tapi ada kepemilikan lahannya yang belum jelas. 2. Status lahannya <i>clear</i> dan <i>clean</i> tapi baru sebagian yang kepemilikannya jelas dan berpotensi adanya ganti rugi lahan. 1. Status lahannya belum <i>clear</i> dan <i>clean</i>, kepemilikan belum jelas 	
2	<p>Keberadaan prasarana dan sarana atau infrastruktur pertanian (jaringan tata air, jalan usahatani, internet, alsintan) serta lembaga pengelolanya.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Semua areal sudah memiliki prasarana dan sarana dasar pertanian yang lengkap. 3. Baru sebagian besar areal yang sudah memiliki prasarana dan sarana pertanian. 2. Hanya sebagian kecil areal yang sudah memiliki prasarana dan sarana pertanian dan tidak lengkap. 1. Semua areal belum memiliki prasarana dan sarana pertanian. 	
3	<p>Penataan lahan yang memungkinkan alsintan dapat diterapkan secara efektif, efisien, dan mandiri oleh masyarakat.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Lahan sudah tertata baik (petakan lahan cukup luas, bentuk teratur) 	

No	Unsur yang Dinilai	Skor
	<ul style="list-style-type: none"> 3. Baru sebagian besar lahan sudah tertata cukup baik. 2. Hanya sebagian kecil lahan yang tertata cukup baik. 1. Lahan belum tertata baik. 	
4	<p>Keberadaan lokasi lahan di kawasan pertanian dan kekompakan areal.</p> <ul style="list-style-type: none"> 4. Lokasi lahan terletak di kawasan pertanian (yang ditetapkan oleh Kementan) dan semua areal berada dalam satu wilayah yang kompak. 3. Lokasi lahan terletak di kawasan pertanian tapi tidak semua areal berada dalam satu wilayah yang kompak. 2. Lokasi lahan terletak di kawasan pertanian tapi terpencar. 1. Lokasi lahan bukan berada di kawasan pertanian yang ditetapkan oleh Kementan. 	
5	<p>Kesesuaian karakteristik dan kondisi lahan untuk komoditas pangan, berpotensi untuk meningkatkan produktivitas dan IP.</p> <ul style="list-style-type: none"> 4. Lahan sesuai dengan potensi peningkatan hasil dan IP cukup besar. 3. Lahan sesuai dan potensi peningkatan hasil kurang tapi potensi peningkatan IP tinggi. 2. Lahan sesuai dan potensi peningkatan hasil tinggi tapi potensi peningkatan IP rendah. 1. Tidak sesuai atau potensi peningkatan hasil dan IP rendah. 	

No	Unsur yang Dinilai	Skor
6	<p>Minat dan kemauan petani/Kelompok Tani untuk berpartisipasi aktif pada pengembangan pertanian presisi.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Semua berminat dan mau berpartisipasi. 3. Baru sebagian besar yang berminat dan mau berpartisipasi. 2. Hanya sebagian kecil yang berminat dan mau berpartisipasi 1. Tidak berminat. 	
7	<p>Letak lokasi dan keberadaan prasarana transportasi dari dan ke pusat kegiatan ekonomi seperti kota Kecamatan/Kabupaten/Provinsi.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Letak lokasi strategis dan sudah memiliki prasarana transportasi yang baik. 3. Letak lokasi strategis tapi prasarana transportasi belum baik. 2. Letak lokasi tidak strategis tapi prasarana transportasi baik. 1. Letak lokasi tidak strategis atau tidak memiliki prasarana transportasi yang baik. 	
8	<p>Perhatian dan dukungan Pemda setempat terhadap lokasi, ditunjukkan oleh adanya kegiatan pembangunan pertanian dengan dana dari APBD.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Ada perhatian dan dukungan Pemda untuk semua areal. 3. Ada perhatian dan dukungan Pemda tapi baru untuk sebagian besar areal. 2. Ada perhatian dan dukungan Pemda tapi hanya untuk sebagian kecil areal. 1. Tidak ada perhatian dan dukungan Pemda. 	

No	Unsur yang Dinilai	Skor
9	<p>Keberadaan BPP, prasarana dan sarana maupun fungsi KOSTRATANI.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Ada BPP, memiliki prasarana, dan telah melaksanakan fungsi KOSTRATANI. 3. Ada BPP dan memiliki prasarana tapi belum sepenuhnya melaksanakan fungsi KOSTRATANI. 2. Ada BPP dan memiliki prasarana tapi tidak melaksanakan fungsi KOSTRATANI. 1. Tidak ada BPP. 	
10	<p>Keberadaan dan keberfungsian Kelompok Tani.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Kelompok Tani sudah dibentuk dan berfungsi baik. 3. Kelompok Tani sudah dibentuk tapi belum berfungsi baik. 2. Ada Kelompok Tani yang sudah dibentuk tapi tidak berfungsi. 1. Kelompok Tani belum dibentuk. 	
11	<p>Keberadaan UPJA dan tingkat dukungannya pada kegiatan usahatani.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. UPJA sudah ada dan mendukung penuh kegiatan usahatani (jenis dan jumlah alsintan cukup). 3. UPJA sudah ada tapi belum sepenuhnya mendukung kegiatan usahatani (jenis dan jumlah alsintan belum cukup). 2. UPJA sudah ada tapi kurang mendukung kegiatan usahatani (jenis dan jumlah alsintan sangat kurang). 1. Belum ada UPJA. 	

No	Unsur yang Dinilai	Skor
12	<p>Ada kegiatan pengembangan komoditas pangan dari Kementan dan tingkat keberhasilannya.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Pernah ada kegiatan pengembangan komoditas pangan dari Kementan dan cukup berhasil. 3. Pernah ada kegiatan pengembangan komoditas pangan dari Kementan tapi kurang berhasil. 2. Pernah ada kegiatan pengembangan komoditas pangan dari Kementan tapi tidak berhasil. 1. Tidak pernah ada. 	
13	<p>Keberadaan industri komoditas pangan sebagai basis investasi dan pasar untuk komoditas pangan yang dihasilkan di lokasi setempat.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Ada industri komoditas pangan dan pasar komoditas pangan yang sangat mendukung. 3. Ada industri komoditas pangan dan pasar komoditas pangan tapi belum sepenuhnya mendukung. 2. Ada industri komoditas pangan dan pasar komoditas pangan tapi kurang/tidak mendukung. 1. Tidak ada industri komoditas pangan dan pasar. 	
14	<p>Keberadaan informasi karakteristik wilayah terkait aspek biofisik lahan, iklim, prasarana dan sarana (peta lahan, peta situasi, dan iklim).</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Sudah ada dan lengkap 3. Sudah ada tapi baru sebagian besar yang lengkap. 2. Sudah ada tapi hanya sebagian kecil yang lengkap. 1. Tidak ada sarana. 	

Tabulasi dan Analisis Data

No	Unsur yang dinilai	Skor	Bobot	Nilai
1.	Status tata ruang lokasi dan kepemilikan lahan serta kemungkinan ganti rugi lahan untuk kegiatan pengembangan pertanian presisi.		25	
2.	Keberadaan prasarana dan sarana atau infrastruktur pertanian (jaringan tata air, jalan usahatani, internet, alsintan) serta lembaga pengelola.		25	
3.	Penataan lahan yang memungkinkan alsintan dapat diterapkan secara efektif, efisien, dan mandiri oleh masyarakat.		25	
4.	Keberadaan lokasi lahan di kawasan pertanian dan kekompakan areal.		25	
5.	Kesesuaian karakteristik dan kondisi lahan untuk komoditas pangan serta potensi untuk peningkatan produktivitas dan IP.		20	
6.	Minat dan kemauan petani/Kelompok Tani untuk berpartisipasi aktif pada pengembangan pertanian presisi.		20	
7.	Letak lokasi dan keberadaan prasarana transportasi dari dan ke pusat kegiatan ekonomi seperti kota Kecamatan/Kabupaten/Provinsi.		20	
8.	Perhatian dan dukungan Pemda terhadap lokasi, ditunjukkan oleh adanya kegiatan pembangunan pertanian dengan dana dari APBD.		15	

No	Unsur yang dinilai	Skor	Bobot	Nilai
9.	Keberadaan BPP serta prasarana dan sarana maupun fungsi KONSTRATANI.		15	
10.	Keberadaan dan keberfungsian Kelompok Tani.		15	
11.	Keberadaan UPJA dan tingkat dukungannya pada kegiatan usahatani.		15	
12.	Ada kegiatan pengembangan komoditas pangan dari Kementan dan tingkat keberhasilannya.		10	
13.	Keberadaan industri komoditas pangan sebagai basis investasi dan pasar komoditas pangan yang dihasilkan di lokasi setempat.		10	
14.	Keberadaan informasi karakteristik wilayah terkait aspek biofisik lahan, iklim, prasarana dan sarana (peta lahan, peta situasi, dan iklim).		10	
J u m l a h			250	

Catatan:

Jumlahkan nilai skor yang diperoleh. Jika nilai total skor semua unsur 4, maka nilainya 1.000, dan jika skor semua unsur 1, maka nilai total skornya 250.

Master Plan

Pengembangan Pertanian Presisi

Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi memuat uraian dan pembahasan yang rinci pengembangan pertanian presisi mulai latar belakang, landasan konseptual, tinjauan empiris, model pengembangan, manajemen pelaksanaan hingga pengendalian dan evaluasi.

Pertanian presisi merupakan salah satu model pertanian modern berbasis *smart farming*. Konsepnya akan mengubah pola pengelolaan lahan pertanian konvensional menjadi lebih produktif dan efisien melalui sistem otomatisasi kontrol serta monitoring memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) mengacu pada (a) *Management Information System* (MIS); (b) *Precision Agriculture* (PA); dan (c) *Cyber Physical System* (CPS).

Pengembangan pertanian presisi diyakini akan menjadi solusi mengatasi tantangan pembangunan pertanian yang semakin kompleks karena deraan perubahan iklim, degradasi dan alih fungsi lahan, serangan hama penyakit serta munculnya isu ketidakpastian keberlanjutan produksi pangan dan pertanian.

Master Plan Pengembangan Pertanian Presisi ini menjadi rujukan yang holistik dalam menerapkan pengembangan pertanian presisi di lapangan, guna mendapatkan hasil pertanian yang maksimal dan mengurangi dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan.



PENERBIT AGRO INDO MANDIRI
Jl. Raya Pajajaran Kav. E-59 Bogor 16128
Telp. +62 251 8328383
E-mail: agroindomandiripress1@gmail.com

ISBN 978-623-5857-05-3

