

# Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian

Penulis :

Rusman Heriawan | Haryono Soeparno | Irsal Las  
Achmad Suryana | Tjeppy D. Soedjana | Erizal Jamal  
Husnain | Mewa Ariani | Ketut Gede Mudiarta  
Retno Sri Hartati Mulyandari | Sri Asih Rohmani  
Sumedi | Ladiyani R. Widowati | Nuning Argo Subekti  
Suci Wulandari | Idha Widi Arsanti | Vyta W. Hanifah

# **Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian**



# Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian

Editor:

Rusman Heriawan  
Haryono Soeparno  
Irsal Las  
Achmad Suryana



MENUJU BALITBANGTAN TERDEPAN DALAM PENELITIAN PANGAN DAN PERTANIAN

Cetakan 2019

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang  
@IAARD Press

---

Katalog dalam terbitan (KDT)

---

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN KEMENTERIAN PERTANIAN

Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian/ Penulis: Rusman Heriawan... [dkk]; Editor, Rusman Heriawan, Haryono Soeparno, Las Irsal, Achmad Suryana-Ed. Ke-1, Jakarta: IAARD Press 2019  
xii, 172 hlm.; 21 cm.

ISBN: 978-602-344-271-3

- |                            |                                 |                 |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------|
| 1. Balitbangtan Masa Depan | 2. Inovasi Pangan dan Pertanian |                 |
| I. Heriawan, Rusman        | II. Soeparno, Haryono           | III. Irsal, Las |
| IV. Suryana, Achmad        |                                 |                 |

---

Penulis:

Rusman Heriawan, Haryono Soeparno, Irsal Las, Achmad Suryana, Tjepny D. Soedjana, Erizal Jamal, Ketut Gede Mudiarta, Mewa Ariani, Husnain, Retno Sri Hartati Mulyandari, Sri Asih Rohmani, Idha Widi Arsanti, Ladiyani R. Widowati, Nuning Argo Subekti, Suci Wulandari, Sumedi, Vyta W. Hanifah

Editor:

Rusman Heriawan, Haryono Soeparno, Irsal Las, dan Achmad Suryana

Copy Editor:

Sri Asih Rohmani dan Vyta W. Hanifah

Perancang Cover dan Tata Letak: IAARD Press

Penerbit

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jl. Ragunan No. 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540

Email: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Anggota IKAPI No: 445/DKI/2012

# PENGANTAR EDITOR

Menjawab tantangan dan permasalahan bagi keberlanjutan produksi pangan saat ini dan ke depan, diperlukan eksistensi dan hadirnya lembaga riset profesional dalam membangun sistem inovasi pertanian yang progresif dan berdaya saing. Sistem inovasi pertanian dibangun dalam kerangka mendorong sinergi, keterpaduan dan efektivitas pelaksanaan riset sehingga dapat dihasilkan produk teknologi inovatif yang kompetitif dan potensial memberikan *added value* bagi pelaku usahanya. Seiring dengan orientasi pembangunan pertanian yang bergeser dari peningkatan produksi dan produktivitas, ke arah produk berkualitas dan kompetitif, mengisyaratkan produk penelitian dan pengembangan pertanian tidak cukup hanya dari jumlah yang dapat dihasilkan (*product based*) tetapi juga apakah produk penelitian dan pengembangan tersebut dapat diterima oleh industri dan petani secara meyakinkan (*service based*) sehingga Balitbangtan dipercaya sebagai “*center of excellent*” kelitbangtan pertanian termasuk kemampuan antisipatif dalam merespon dan memanfaatkan hadirnya era industri 4.0 bagi kemajuan pertanian Indonesia dan perbaikan kesejahteraan petani.

**Buku Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian** telah membahas dan mengungkapkan tekad dan komitmen untuk meningkatkan peran dan kinerja Badan Litbang Pertanian di masa depan yang sejatinya merupakan “*learning*

*process*” dalam mewujudkan Balitbangtan sebagai *leader* dan rujukan dalam penelitian dan pengembangan pertanian yang terpercaya dalam menciptakan terobosan invensi, teknologi inovatif dan beragam produk hasil penelitian yang bermanfaat bagi pembangunan.

Dengan semakin kompleksnya tantangan pembangunan pertanian, baik dalam aspek sumberdaya, proses produksi dan ekonomi, maupun lingkungan, menuntut perlunya reorientasi sistem pertanian masa depan. Untuk itu Balitbangtan lebih mempersiapkan diri dengan merancang sumberdaya penelitian secara lebih baik dan terukur, yang meliputi baik SDM dan sarana, maupun program penelitian dan anggarannya. Pengembangan kerja sama dan kemitraan dengan spirit “*open science open innovation*” terus ditingkatkan untuk meningkatkan kemampuan dan kapasitas peneliti Balitbangtan *scientific recognition* sekaligus wujud *impact recognition* dalam pemanfaatan dan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian. Dalam kerangka tersebut, kerja sama dapat dipandang sebagai bagian dari program penguatan kelembagaan penelitian, penguatan sistem inovasi, penguatan sumberdaya yang inherent dengan penguatan program penelitian dan pengembangan yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna (*stakeholder-driven research and innovation*). Kerja sama penelitian juga akan menghasilkan pola pembiayaan dan penggunaan sumberdaya penelitian yang lebih efisien. Kerja sama juga memberi ruang bagi peningkatan kapasitas sumberdaya manusia, dan media transfer pengetahuan dan teknologi, serta menjadi bagian dari strategi memperoleh pengakuan dari lembaga mitra baik dalam maupun luar negeri.

Dengan terbitnya buku *Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian: Reorientasi, Sinergi Langkah Kebijakan dan Peta Jalan*, diharapkan para pemegang dan perumus kebijakan dapat memanfaatkannya sebagai salah satu pendorong ide-ide kreatif dan cemerlang terkait teknologi dan inovasi pertanian baik dilingkungan internal maupun eksternal Balitbangtan. Harapan yang lebih luas, Balitbangtan semakin dapat bersinergi dan berkontribusi dalam mewujudkan sistem pangan yang berkelanjutan dengan berbasiskan keunggulan teknologi inovatif dan sumberdaya manusia yang kreatif dan unggul.





# DAFTAR ISI

PENGANTAR EDITOR .....	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
PENGANTAR .....	1
I. Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2045: Tantangan, Peluang dan Sasaran .....	8
1.1. Dinamika Tataran Global Pangan dan Pertanian .....	8
1.2. Indonesia Bagian dari Lumbung Pangan Dunia.....	13
1.3. Kebijakan Riset dan Inovasi Nasional .....	20
II. Posisi dan Pemosisian Balitbangtan.....	27
2.1. Peran Balitbangtan Saat Ini ( <i>State of the Art</i> ).....	27
2.2. Balitbangtan dalam Perspektif Desentralisasi Pembangunan Pertanian .....	40
2.3. Peran Balitbangtan ke Depan.....	55
2.4. Strategi Kebijakan.....	63
III. Visi Lembaga Penelitian dan Pengembangan Pertanian ..	69
3.1. Transformasi Pertanian 4.0.....	71
3.2. Peran Litbang di Era Revolusi Industri 4.0 .....	89
3.3. Visi Misi Skenario Lembaga Penelitian dan Pengembangan.....	96

IV. Menuju Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bermasa Depan .....	102
4.1. Peta Jalan.....	102
4.2. Proses dan Siklus Penelitian dan Pengembangan Pertanian.....	106
4.3. Organisasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bermasa Depan .....	120
4.4. Membangun Nilai Kerja Sumberdaya Manusia Balitbangtan.....	126
4.5. Padu Padan Internal Balitbangtan .....	132
4.6. Kerja Sama dan Kemitraan.....	138
4.7. Strategi Pembiayaan.....	142
PENUTUP.....	145
DAFTAR PUSTAKA .....	149
GLOSSARY.....	157
TENTANG PENULIS.....	163
INDEKS.....	167

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Peta Jalan Riset Pertanian Indonesia Masa Depan 104

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Target waktu swasembada pangan strategis.....	15
Gambar 2.	Kurva Hipotetif Perkembangan Balitbangtan selama tahun 1974-2035 .....	109
Gambar 3.	Transformasi Program Litbang menuju Balitbangtan Bermasa Depan.....	113
Gambar 4.	Manajemen Program dan Kegiatan Litbang Pertanian (Sumber: Modifikasi Permentan No.44/2011).....	119

# PENGANTAR

**Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian.** Sektor pertanian mempunyai peranan yang besar dalam menurunkan tingkat kelaparan dan meningkatkan derajat hidup masyarakat. Pertanian tidak hanya menghasilkan produk-produk pangan yang dapat dikonsumsi manusia secara langsung, namun juga sebagai sumber kelangsungan hidup masyarakat dunia. Secara global pembangunan pertanian terus berproses secara lebih efisien, namun kompetisi penggunaan lahan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya penduduk, terjadinya perubahan pola konsumsi pangan, berkembangnya industri dan urbanisasi, di lain pihak berlangsungnya degradasi kuantitas dan kualitas lahan, deforestasi dan kelangkaan air serta perubahan iklim global merupakan salah satu ancaman sangat serius bagi keberlanjutan produksi pangan dan sistem produksi pertanian. Oleh karena itu, agribisnis perlu ditata dan dikembangkan secara berkelanjutan sesuai dengan dinamika lingkungan strategis.

Lembaga riset sebagai pendukung sistem agribisnis memiliki peran yang strategis dalam mendorong dan memacu kreativitas aktornya dalam sistem inovasi pertanian. Sistem inovasi pertanian yang progresif dicirikan antara lain dengan dihasilkannya produk yang kompetitif dan memberikan nilai tambah (pendapatan) yang besar bagi pelaku usaha di dalamnya, termasuk petani sebagai pelaku di hulu yang melakukan aktivitas mengolah sumberdaya hayati. Tentu saja keseluruhan aktivitas dalam rangkaian sistem inovasi pertanian tidak dapat dipisahkan dengan lima syarat mutlak pembangunan pertanian secara progresif, yaitu

tersedianya pasar, teknologi yang dinamis, sarana dan peralatan produksi secara lokal, perangsang produksi bagi produsen, dan fasilitas transportasi. Teknologi yang inovatif dan dinamis dapat dihasilkan melalui penelitian. Tanpa penelitian yang terencana dan berkelanjutan sesuai dengan perkembangan lingkungan strategis dan kebutuhan petani maka pembangunan pertanian akan terhambat, walaupun syarat mutlak lainnya telah terpenuhi. Hal ini menunjukkan pentingnya peran penelitian untuk menghasilkan inovasi yang diperlukan dalam pembangunan pertanian. Teknologi pertanian terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras misalnya varietas unggul atau mekanisasi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan tenaga kerja. Sedangkan perangkat lunak misalnya kebijakan pembangunan pertanian dan pengorganisasian usaha agribisnis skala rumah tangga di perdesaan, yang berdampak terhadap perbaikan pendapatan rumah tangga petani. Dengan demikian, peran teknologi hasil penelitian tidak hanya dalam bentuk fisik yang mampu meningkatkan produksi dan nilai tambah produk pertanian, tapi juga termasuk kemampuannya dalam menyediakan data dan informasi, serta kebijakan dan rekayasa kelembagaan.

Lembaga riset nasional di Indonesia perlu dibenahi secara serius bukan hanya dari segi perbaikan anggaran, namun juga dari segi penataan (perubahan) paradigma, pengelolaan riset dan hasil riset, termasuk sistem perekrutan, serta keterhubungan antara institusi riset yang menghasilkan inovasi dengan pemerintah dan sektor ekonomi. Dalam jangka pendek, menengah maupun jangka panjang, lembaga riset nasional memiliki peran memperbaiki kesejahteraan rakyat serta mendukung stabilitas nasional.

Lembaga riset memerlukan manajer riset yang profesional, sehingga dapat mengelola sumberdaya secara lebih fokus untuk kegiatan pengembangan riset dan inovasi. Para peneliti sebagai intelektual dimungkinkan untuk menjalankan peran sebagai duta ilmu pengetahuan dalam meluaskan diplomasinya dengan berbagai pihak. Apalagi di dalam konteks globalisasi, *science and technology driven* menjadi hal yang sangat penting untuk dikembangkan. Untuk itulah, *science diplomacy* menjadi bagian dari tanggung jawab lembaga riset untuk mempromosikan hasil-hasil penelitiannya sambil meluaskan jaringan dan kerja sama akademik di tingkat regional dan global.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan), Kementerian Pertanian menjalankan tugas melaksanakan penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian. Dalam melaksanakan tugasnya, Balitbangtan menyelenggarakan fungsi-fungsi: 1) penyusunan kebijakan teknis, rencana dan program penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 2) pelaksanaan penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 3) penyebarluasan hasil penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 4) pemantauan, evaluasi dan pelaporan pelaksanaan penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 5) pelaksanaan administrasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, dan 6) pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Menteri. Peran Balitbangtan ke depan dalam menyongsong pertanian modern di era revolusi industri 4.0 adalah mendukung pertanian bioindustri berkelanjutan melalui upaya penciptaan inovasi teknologi dengan penekanan pada penguasaan *bioscience*, *bioengineering*, *automation*, *bioinformatics* dan *social engineering* sekaligus merespon dinamika



perubahan lingkungan strategis, baik pada tataran global maupun nasional. Dalam mewujudkan sistem pertanian bioindustri, Balitbangtan perlu mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang minimal harus mampu melakukan tiga revolusi di bidang sains yang diperlukan dan sedang terjadi di dunia, yaitu: bioteknologi, nanoteknologi, dan teknologi informasi. Paradigma “profitabilitas” harus diganti “keberlanjutan”; “pertumbuhan” diganti “keseimbangan”; “efisiensi lingkungan” diubah “efisiensi teknis”, serta paradigma “mendominasi alam” harus segera digeser ke paradigma “harmonisasi dengan alam”.

Dalam hubungannya dengan reformasi birokrasi, lembaga riset nasional sebagai *pool of knowledge*, memerlukan sistem birokrasi yang mampu lebih mendukung pencapaian hasil riset yang optimal, bukan sekedar pengaturan sanksi atau *punishment* sebagai bagian dari penataan pegawai lembaga birokrasi. Penghargaan (*reward*) yang memadai diberikan kepada para peneliti/intelektual yang menunjukkan hasil kerja yang baik dan nyata sesuai dengan kompetensinya sebagai pemacu prestasi. Untuk itu, diperlukan sistem penilaian pencapaian kinerja yang lebih ketat dengan dukungan fasilitas kantor/ruang kerja yang memadai, sehingga para peneliti mudah dan cepat untuk mengakses data dan informasi serta berkomunikasi secara intensif. Birokrasi bagi sebuah lembaga riset yang profesional adalah melalui penataan sistem kehadiran atas dasar kelonggaran waktu dan tempat kerja (*flexi time and space*).

Secara factual saat ini Balitbangtan telah diakui perannya sebagai pusat rujukan kegiatan riset yang terkait dengan pangan dan pertanian. Hal itu ditandai dengan peran Balitbangtan dalam

berbagai lembaga semacam Dewan Riset Nasional atau DRN. Ke depan sebagai rujukan penelitian pertanian di Indonesia Balitbangtan mempunyai kewajiban untuk melakukan pemetaan siapa melakukan apa, dan hasilnya seperti apa. Selain itu perlu dibangun berbagai standarisasi terhadap hasil penelitian. Apa yang dikembangkan berupa tingkat kesiapan teknologi atau TKT merupakan bentuk upaya untuk menjaga agar hasil penelitian jelas hasilnya dan pemanfaatannya, dan ini menjadi upaya nyata dalam menjaga marwah peneliti pertanian di Indonesia, sehingga hasilnya tetap dapat dipercaya oleh berbagai kalangan. Kelayakan teknologi untuk dikembangkan bukan hanya dinilai berdasarkan aspek kelayakan dan keunggulan teknis, tetapi juga aspek ekonomi, sosial/budaya, kelembagaan, dan kebijakan pertanian. Kajian kebijakan pertanian bukan hanya terkait dengan teknologi dan kelembagaan usaha agribisnis, tetapi juga kebijakan/regulasi yang lebih luas seperti sumberdaya pertanian, perdagangan, dan sebagainya.

Pada tingkat pelaksanaan kegiatan penelitian, kebijakan harus berbasis pada hasil penelitian (*output scientific based policy*), sehingga senantiasa berbasis pada program besar Kementerian Pertanian dan terhubung pula dengan program nasional lintas Kementerian/Lembaga. Pada bagian hilir, penerapan teknologi secara luas harus didukung dengan produksi, ketersediaan dan aksesibilitas logistik teknologi. Teknologi dan inovasi dalam perspektif yang lain ibarat suatu komoditas/produk yang semakin berkualitas akan semakin diminati dan mahal harganya. Paten, lisensi dan sejenisnya merepresentasikan harga yang harus dibayar untuk suatu teknologi inovasi. Untuk itulah perhatian serius diperlukan pada aspek perlindungan HKI, lisensi, dan

komersialisasi untuk teknologi yang “hanya dapat” diproduksi oleh perusahaan (seperti alat dan mesin, benih, pupuk hayati, pestisida hayati tertentu) serta diseminasi dan pengembangan/pembinaan pengganda teknologi yang dapat diproduksi secara mandiri oleh petani atau usaha rumah tangga.

Dari perspektif pemanfaatan hasil penelitian, diseminasi menjadi simpul penting sehingga perlu diarahkan pada terjadinya akumulasi pengalaman dalam berbagai kegiatan yang dilakukan dengan berbasis pada analisis dan pembelajaran dari kegiatan sebelumnya. Dengan demikian, pelaksanaan diseminasi hasil penelitian dirancang berbasis kebutuhan dan kondisi di lapangan/daerah dengan memberi porsi yang lebih besar pada inisiatif lokal mengikuti suatu pola atau pendekatan yang khas wilayah tertentu. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) merupakan salah satu kunci perancang dan pelaksana diseminasi hasil penelitian dan pengembangan yang harus saling mengait dan terhubung dengan keberadaan peneliti baik yang berada dipusat maupun di Balai Penelitian dan Pengembangan. BPTP juga memiliki peran penting dalam menghubungkan (*bridging*) produk teknologi hasil Balitbangtan selaras dengan program dan kegiatan penyuluhan pertanian, sekaligus menyinergikan program pembangunan pertanian di daerah dalam konteks pengembangan *research-extension-farmer linkages*.

Pengembangan program kerja sama (kemitraan) dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan pertanian akan semakin penting dan strategis, terutama dikaitkan dengan dorongan pada *open science open innovation*, perkembangan teknologi pada era industri 4.0, dan tuntutan kinerja lembaga

peneliti dan fungsional peneliti, yang saling terkait satu dengan lainnya. Perkembangan teknologi khususnya teknologi informasi, internet, dan komputer pada satu sisi dan keinginan mempercepat pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan di sisi lain akan mendorong gagasan baru dalam mempercepat diseminasi, dan pemanfaatan hasil penelitian. *Sharing* gagasan, pengetahuan, ide dan data akan makin luas dan makin cepat sehingga inovasi baru lebih cepat ditemukan dan dimanfaatkan. Efisiensi sumberdaya penelitian akan semakin meningkat karena duplikasi kegiatan penelitian dapat dihindari dan penelitian akan lebih fokus dan terukur. Lebih lanjut penerapan *open science open innovation* menuntut pengembangan jejaring kerja sama yang luas dan intensif, sekaligus mempercepat aksesibilitas terhadap produk litbang dan inovasi.

Buku ini secara terstruktur dan runtut membahas latar belakang penting dan semakin menguatnya peran Balitbangtan dalam mengawal penciptaan teknologi pertanian hulu–hilir sekaligus penyiapan logistik dan diseminasi/pemanfaatannya secara tepat guna, komprehensif dan harmonis bersama *stakeholders* dan petani sebagai pelaku utama pembangunan pertanian. Dengan kajian terhadap peran Balitbangtan, reorientasi misi yang harus dijalankan (*new deal*) dan tujuan yang dapat dicapai ke depan. Secara keseluruhan menggambarkan reorientasi Balitbangtan, sinergi langkah kebijakan dan peta jalan bagi para pemegang kebijakan dalam membangun kelembagaan Balitbangtan yang lebih baik.

## I. Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2045: Tantangan, Peluang dan Sasaran

### 1.1. Dinamika Tataran Global Pangan dan Pertanian

Proyeksi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), penduduk dunia akan mencapai 9,73 miliar orang pada 2050. Dampak dari hal ini adalah permintaan pangan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan masyarakat juga akan meningkat. Produk pertanian global tahun 2050 diproyeksikan meningkat lebih dari 63 persen dibandingkan pada periode 2005/2007. Pangan yang diproduksi di Sub-Sahara Afrika dan Asia Selatan lebih dari dua kali lipat pada tahun 2050, sementara di seluruh dunia diproyeksikan akan meningkat lebih dari sepertiga dibandingkan pada saat ini.

PBB juga memperkirakan terdapat sekitar 800 juta orang termasuk anak-anak yang menderita kekurangan gizi kronis di dunia saat ini, yaitu kurang lebih satu berbanding sembilan (FAO (2017)). Proporsi obesitas atau kegemukan dewasa ini juga meningkat. Pada tahun 2016, orang yang menderita obesitas di dunia sebesar 13,3 persen atau meningkat 2 persen dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2017, ditemukan sekitar 1,5 miliar orang menderita *hidden hunger* (kelaparan yang tersembunyi) yaitu mengkonsumsi makanan tidak mengandung vitamin dan mineral yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan. Di sisi lain, ketika masih banyak orang kelaparan, berdasarkan statistik Organisasi Pangan dan Pertanian PBB masih ada 1,3 miliar ton makanan terbuang setiap tahun. Perilaku ini bukan hanya membuat jutaan orang kelaparan di dunia dan tidak memperoleh zat gizi yang tepat, tetapi juga berdampak buruk bagi lingkungan. Memusnahkan dan

mengabaikan sumberdaya berharga seperti, air, energi, tenaga kerja, modal, dan lahan dapat menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca.

Menurut laporan *World Food Outlook*, hanya 63 negara mampu mencapai target global untuk mengurangi angka kelaparan. Laporan terbaru krisis pangan global mencatat adanya peningkatan angka kelaparan parah di dunia. Pada tahun 2017, sekitar 124 juta orang di 51 negara dunia menderita kerawanan pangan yang akut atau meningkat 11 juta lebih dibanding tahun sebelumnya. Hasil berbagai penelitian menyimpulkan bahwa krisis pangan semakin banyak ditemukan karena faktor-faktor yang kompleks seperti, konflik, perubahan iklim, dan tingginya harga produk makanan pokok.

Sebetulnya PBB sudah menyikapi masalah penurunan kelaparan seperti dituangkan dalam *Millennium Development Goals* (MDGs), dimana penurunan angka kelaparan ditargetkan menjadi setengahnya. Kemudian upaya penurunan kelaparan tersebut dilanjutkan melalui agenda berikutnya yang dituangkan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang menjadi kerangka pembangunan ekonomi global dimulai pada tahun 2015. Target SDGs menuntaskan seluruh indikator (*zero goals*) termasuk target penurunan prevalensi kelaparan (*zero*) sampai tahun 2030. Pemerintah di setiap negara anggota PBB baik negara kaya, menengah, maupun miskin, baik negara maju maupun berkembang memiliki tanggung jawab mengimplementasikan SDGs. Negara adalah pihak yang memiliki tanggung jawab utama dalam pembangunan sosial dan ekonomi, pembuatan kebijakan nasional, menentukan strategi pembangunan, yang diperlukan

untuk tujuan mencapai pembangunan berkelanjutan. Pemerintah semua negara diharapkan menerapkan agenda dan kebijakan politis pembangunan ekonomi nasional, untuk meningkatkan kemakmuran dan sekaligus melindungi planet bumi.

Sektor pertanian mempunyai peranan yang besar dalam menurunkan kelaparan, karena pertanian tidak hanya menghasilkan produk-produk pangan yang dapat dikonsumsi manusia secara langsung, namun juga sebagai sumber pendapatan masyarakat dunia. Sektor pertanian pada tahun 2050 harus memproduksi pangan, pakan dan biofuel lebih dari 50 persen kondisi pada tahun 2012. Produksi pangan utama seperti sereal, umbi, aneka kacang, tanaman gula, tanaman penghasil minyak tanaman dan sayuran diberbagai negara adalah bervariasi sesuai kondisi sumberdaya alam dan inovasi pertanian. Diperkirakan kesenjangan hasil pada negara yang berproduksi rendah yang dinyatakan sebagai persentase dari hasil potensial melebihi 50% di sebagian besar negara berproduksi rendah. Kesenjangan hasil terbesar di Sub-Sahara Afrika (76%) dan terendah di Asia Timur (11%).

Sejak tahun 1990an, kenaikan tahunan rata-rata hasil panen jagung, beras, dan gandum di tingkat global hanya sekitar 1 persen, jauh lebih rendah dari pada tahun 1960an, sedangkan kedelai dan tebu berada di bawah 1%. Kecenderungan ini menjadi sinyal yang mengkhawatirkan bahwa produksi pangan tidak mampu memenuhi kebutuhan penduduk dunia yang terus berkembang. Belum lagi adanya perbedaan hasil panen yang sangat besar antara negara berpendapatan tinggi dengan negara berproduksi rendah.

Tantangan pembangunan pangan dan pertanian ke depan sangat berat untuk menyediakan pangan bagi penduduk dunia setiap tahunnya. Secara global pembangunan pertanian sudah dilaksanakan secara lebih efisien, namun kompetisi lahan ke depan akan semakin tinggi seiring dengan peningkatan penduduk, perubahan pola konsumsi pangan, pengembangan industri dan urbanisasi. Disisi lain, degradasi jumlah dan kualitas lahan, deforestasi dan kelangkaan air serta perubahan iklim menjadi masalah besar dalam upaya peningkatan produksi pangan.

Menurut FAO (2017), sekitar 33 persen lahan petani didunia dalam kategori degradasi tingkat sedang sampai tinggi. Selama 20 tahun terakhir, penambahan lahan pertanian sekitar 4,9 milyar hektar, namun lahan hutan berkurang kurang lebih 100 milyar hektar. Diperkirakan sampai tahun 2045 diperlukan lagi sekitar 100 milyar hektar lahan hutan untuk menambah lahan pertanian.

Salah satu ancaman serius terhadap sektor pertanian adalah perubahan iklim global, yang secara substansial juga mendatangkan masalah baru bagi keberlanjutan produksi pangan dan sistem produksi pertanian pada umumnya. Hal tersebut sebagai dampak dari fenomena antara lain: perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrem, serta kenaikan suhu udara dan permukaan air laut. Secara spesifik, perubahan pola curah hujan dan kenaikan suhu udara dapat menyebabkan produksi pertanian menurun secara signifikan. Peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrem berupa banjir dan kekeringan mengakibatkan semakin meluasnya kejadian puso tanaman. Selain itu, penciptaan lahan sawah di daerah pesisir dan



kerusakan tanaman akibat salinitas merupakan akibat dari peningkatan permukaan air laut.

Akibat perubahan iklim, cadangan air bawah tanah di negara-negara berkembang menyusut hingga 50 persen dalam 8 tahun ke depan. Pemenuhan kebutuhan makanan masyarakat di wilayah tersebut akan menghadapi masalah serius. Pada 2025, efek perubahan iklim akan berdampak besar terhadap planet ini, di mana cadangan air bawah tanah negara-negara berkembang akan berkurang 50 persen dan 18 persen di negara maju. Air adalah sumber kehidupan dan faktor pertumbuhan produksi pangan di dunia, maka krisis pangan akan memburuk jika tidak dilakukan antisipasi dan mitigasi secara sungguh-sungguh.

Di sisi lain, produksi pertanian tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk, namun juga untuk kebutuhan pakan dan energi alternatif (bioenergi). Dengan berkembangnya perdagangan dan industri, kompetisi penggunaan sereal dan komoditas lainnya untuk pangan dan non pangan semakin besar. Ke depan, sektor pertanian tetap berperan besar dalam memenuhi permintaan pangan masyarakat, berkontribusi lebih efektif mengurangi kemiskinan dan kekurangan gizi, serta lebih memperhatikan aspek ekologis sehingga pangan akan dapat diproduksi secara berkelanjutan.

Dinamika berbagai lingkungan global tersebut menuntut adanya intervensi kebijakan pangan dan pertanian global termasuk di Indonesia. Dukungan teknologi pertanian khususnya dalam merakit dan mengembangkan berbagai teknologi dan inovasi pertanian menjadi tumpuan peningkatan produksi pangan. Teknologi baru memungkinkan pertanian berkelanjutan menjadi

sebuah standar global yang baru, yang harus didukung oleh kemauan politik, koherensi kebijakan di berbagai tingkatan, anggaran, tata kelola dan perilaku masyarakat. Langkah awal yang penting untuk dilakukan adalah dukungan dan mekanisme yang lebih baik bagi berbagai pemikiran dan tindakan yang berorientasi jangka panjang, termasuk memperkuat penelitian dan pengembangan, pengembangan sumberdaya manusia, dan perubahan kelembagaan.

## **1.2. Indonesia Bagian dari Lumbung Pangan Dunia**

Dengan jumlah penduduk yang akan mencapai 318,9 juta pada tahun 2045 atau 3,35 persen dari jumlah penduduk dunia 9,5 miliar, Indonesia menjadi menjadi bagian penting lumbung pangan dunia. Indonesia harus mampu berkontribusi dalam pengadaan pangan dunia, atau paling tidak jangan membebani penyediaan pangan global. Oleh karena itu, tidak berlebihan bila Indonesia ingin mencapai swasembada pangan, bahkan surplus pangan yang dapat disumbangkan pada kebutuhan pangan dunia.

Saat ini landasan strategis kebijakan pangan pada Undang-Undang No. 18/2012 tentang Pangan, yang diantaranya menekankan pentingnya pemenuhan kebutuhan dasar manusia yang bermanfaat, berkeadilan, merata dan berkelanjutan. Regulasi ini diperkuat oleh Undang-undang No.19/2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani serta konsep Nawa Cita dengan ciri utama Berdaulat, Mandiri, dan Berkepribadian.

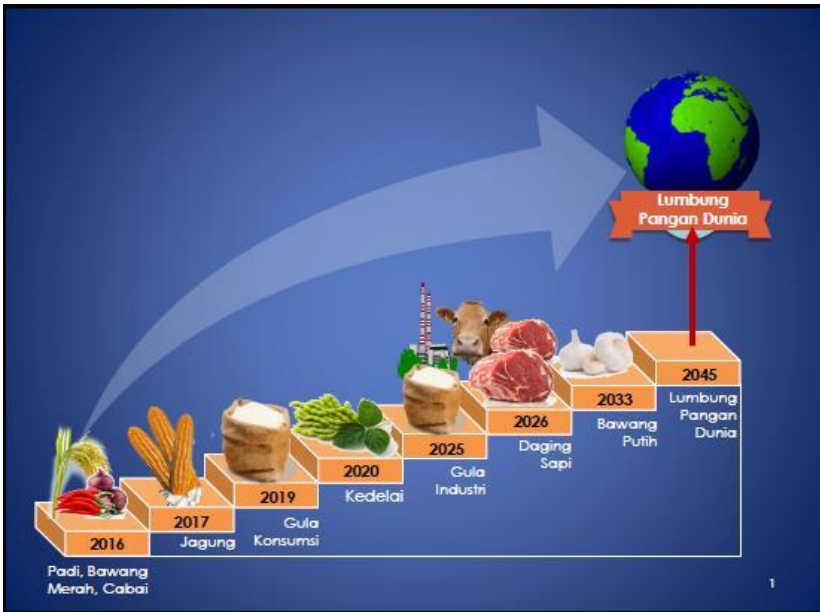
Walaupun belum diacu sepenuhnya, dokumen kebijakan dalam jangka panjang adalah Rencana Induk Pembangunan Pertanian

(RIPP) 2045 yang mengubah paradigma pembangunan berbasis pertanian (*agriculture led development*) ke pertanian untuk pembangunan (*agriculture for development*). Pada tataran yang lebih operasional terdapat Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan Rencana Pembangunan Strategis (RENSTRA) Kementerian Pertanian yang dapat dijadikan dasar dalam pelaksanaan berbagai program dan kegiatan yang mendukung perwujudan visi Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia.

Demikian juga konsep Nawa Cita dalam bidang pangan menjadi acuan penting dan ujung tombak dalam merumuskan dan mengimplementasikan kebijakan di Kementerian Pertanian. Melalui Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai Melalui Perbaikan Jaringan Irigasi dan Saran Pendukungnya yang dikenal dengan Upsus Pajale yang dimulai pada tahun 2015. Pemerintah berkomitmen mewujudkan swasembada berkelanjutan untuk padi serta swasembada jagung dan kedelai. Selain ketiga komoditas tersebut, pemerintah juga berkomitmen untuk meningkatkan produksi daging sapi, tebu, bawang merah, dan cabai. Indonesia berharap mampu berswasembada atau bahkan menjadi lumbung pangan dunia.

Untuk mewujudkan harapan tersebut, pembangunan pertanian dan pangan diarahkan untuk dilakukan secara bertahap. Tahap pertama diprioritaskan untuk mewujudkan swasembada pangan, utamanya swasembada beras sebagai pilar utama ketahanan pangan nasional. Tahap kedua dengan pengembangan Lumbung Pangan tujuh komoditas pangan strategis (jagung, kedelai, bawang merah, gula, daging sapi, cabai, dan bawang putih).

Tahapan capaian swasembada untuk setiap komoditas seperti pada Gambar 1. Swasembada dan lumbung pangan dunia hanya dapat diwujudkan dengan komitmen kuat pemerintah bersama seluruh pemangku kepentingan untuk memberikan perhatian kepada petani yang memiliki peran sentral dalam peningkatan produksi pangan dan perbaikan kesejahteraannya.



Gambar 1. Target waktu swasembada pangan strategis

Pencapaian lumbung pangan dunia harus tepat dalam penyusunan pondasinya. Ada beberapa hal yang perlu dilakukan secara cepat dan tepat dalam penentuan kebijakan. Pertama, pengembangan kawasan dan potensinya perlu dijadikan dasar dalam mengembangkan komoditas-komoditas pertanian yang berdaya saing. Kedua, salah satu perwujudan membangun dari

pinggiran adalah memperhatikan pembangunan pertanian di wilayah perbatasan. Daerah-daerah perbatasan dan perdesaan menjadi lumbung pangan guna menyangga kota-kota besar dan ekspor ke negara tetangga. Ketiga, ketika swasembada sudah tercapai maka upaya berikutnya adalah mempromosikan ekspor dan mengendalikan impor. Keempat, jangan lupakan sejarah bahwa Indonesia pernah swasembada, maka buatlah strategi dan wujudkan swasembada berkelanjutan. Kelima, atur tata niaga agar petani memperoleh nilai tambah dan lebih sejahtera.

Indonesia memiliki potensi sumberdaya pertanian yang melimpah, sebagai daerah tropis dengan plasma nutfah (*biodiversity*) nomor dua terbesar di dunia setelah Brasil. Artinya, Indonesia punya sumber komoditas pertanian tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan peternakan yang sangat beragam jenisnya. Indonesia juga mempunyai lahan cukup luas yang belum dimanfaatkan dengan optimal. Telah terbukti bahwa penerapan inovasi dan teknologi mampu mengubah lahan sub-optimal menjadi lahan-lahan produktif. Total luas daratan Indonesia adalah sebesar 191,1 juta ha, terbagi atas 43,6 jta ha lahan basah dan 144,5 juta ha lahan kering. Dari total luas tersebut yang berpotensi untuk areal pertanian seluas 15,9 juta ha. Potensi ketersediaan sumberdaya lahan untuk pengembangan padi sawah 7,5 juta ha, tanaman pangan, cabai, bawang merah dan tebu 7,3 juta ha, dan tanaman cabai merah dan komoditas dataran tinggi sekitar 154,1 ribu ha. Potensi tersebut bisa dimanfaatkan dengan program reformasi agraria sebagai bagian dari Nawa Cita.

Pemerintah dalam dua tahun terakhir telah berupaya mencapai peningkatan produksi pangan dengan: 1) Perbaikan regulasi

seperti merevisi Perpres pengadaan barang dan jasa yang semula melalui tender menjadi penunjukan langsung untuk penyediaan benih dan pupuk sehingga realisasinya tepat waktu menjelang masa tanam; 2) *Refocusing* anggaran 2015-2017 sebesar Rp 12,2 triliun dari perjalanan dinas, rapat, rehabilitasi gedung menjadi rehabilitasi irigasi, alat mesin pertanian dan lainnya untuk petani langsung; 3) Bantuan benih yang disalurkan ke petani tidak di lahan *existing* untuk menambah luas tanam; 4) Pengawasan program Upaya Khusus (Upsus) dan evaluasi harian; 5) Deregulasi perizinan dan investasi serta penyaluran asuransi usaha pertanian (Sulaiman, 2018).

Strategi pencapaian swasembada pangan strategis menuju Indonesia sebagai bagian Lumbung Pangan Dunia, dituangkan dalam jangka pendek, menengah, maupun jangka panjang. Strategi jangka pendek dan menengah diarahkan pada upaya peningkatan kapasitas produksi dalam rangka mencapai swasembada pangan dengan beberapa cara, di antaranya:

- a. Pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi dan perbaikan pengelolaan sumberdaya air guna menyediakan air yang cukup untuk pertanian;
- b. Menambah luas tanam melalui pembukaan lahan baru, artinya lahan yang benar-benar baru, yang selama ini belum pernah ditanami atau lahan yang pernah ditanami tetapi ditinggalkan, seperti kawasan pinggiran hutan, lahan perkebunan BUMN, swasta, dan perkebunan rakyat, tanah adat, dan lahan milik masyarakat;
- c. Meningkatkan produktivitas melalui perakitan, diseminasi, dan penerapan paket teknologi tepat guna spesifik lokasi,

penguatan penyediaan benih sumber, penyediaan kalender tanam, pengembangan teknologi budi daya pangan terbarukan, perbanyak dan penyebarluasan materi diseminasi teknologi, perakitan dan perbanyak benih varietas unggul baru;

- d. Percepatan peningkatan populasi ternak sapi melalui inseminasi buatan (IB) atau kawin alam dengan menerapkan manajemen reproduksi, seperti pemeriksaan status reproduksi dan gangguan reproduksi, pelayanan IB dan kawin alam, pemenuhan semen beku 72, 73 dan N2 cair, pengendalian pematangan ternak betina produktif, dan penyediaan hijauan pakan ternak dan konsentrat;
- e. Menjamin ketersediaan pupuk, pestisida, alat mesin pertanian, termasuk pengawasan pendistribusian pupuk bersubsidi yang adil, tepat waktu dan tepat sasaran sesuai dengan jadwal musim tanam petani;
- f. Membangun rumah pupuk kompos di setiap desa dengan memadukan kegiatan usaha ternak sebagai salah satu komponen pendukung bahan baku produksi pupuk kompos;
- g. Memberdayakan infrastruktur dan kelembagaan penyuluhan pertanian, peternakan, perkebunan, perikanan dan kehutanan di setiap desa, termasuk merekrut minimal 1 orang tenaga penyuluh untuk setiap desa; dan
- h. Membangun dan memperbaiki jalan usahatani untuk memudahkan kegiatan produksi di pedesaan.

Strategi jangka panjang lebih diarahkan pada pencapaian swasembada berkelanjutan dan ekspor komoditas pangan strategis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan investasi fisik maupun nonfisik untuk menghasilkan inovasi melalui penelitian dan pengembangan pertanian guna membangun *sustainable practices* berbasis agroekologi yang sesuai dengan realitas di masing-masing wilayah sentra produksi. Investasi inovasi antara lain *knowledge building*, mulai dari perbaikan konstruksi genetik tanaman dan ternak sampai teknologi pascapanen untuk menghasilkan produk pertanian yang berdaya saing tinggi (*high-value revolution*).
- b. Memperluas rantai pasokan (*expansion of supply chain*), jaringan perdagangan (*trading networks*), dan membangun kerja sama regional dan internasional terkait dengan masalah global seperti perubahan iklim, *sustainability*, perdagangan, dan koherensi regulasi, sehingga pasar global dapat berfungsi dengan baik.
- c. Membangun infrastruktur untuk meningkatkan efisiensi sistem produksi, value chain, sistem transportasi domestik, aksesibilitas (aktor-aktor pertanian, pelaku industri pengolahan pangan, dan konsumen), dan meningkatkan koneksi ke pasar internasional.
- d. Meningkatkan koherensi kebijakan pasar pangan (*food market regulations*), sehingga tidak hanya berpotensi meningkatkan pendapatan dan produktivitas tetapi juga mampu mengantisipasi guncangan penawaran (*supply-side shocks*) dan mengurangi dampak negatif terhadap ketahanan pangan.



- e. Membangun daya tahan (*resilience*) usahatani dalam menghadapi risiko perubahan iklim, bencana alam, dan ketidakpastian pasar, antara lain melalui sistem asuransi pertanian, perbankan pertanian, dan pengelolaan gejolak harga pangan (*management of market volatility*).
- f. Memperkuat kelembagaan untuk menumbuh kembangkan kelembagaan politik, ekonomi, dan sosial guna meningkatkan kemampuan dan daya saing usaha pertanian. Kelembagaan pertanian yang solid dan terkoordinasi dengan baik adalah salah satu kunci penguatan posisi petani dalam mewujudkan swasembada dan ekspor pangan.

Penerapan strategi tersebut diharapkan efektif bagi upaya pencapaian swasembada dan ekspor pangan menuju Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia. Sinergisitas lintas sektoral menjadi syarat mutlak dalam merealisasikannya. Karena dari hasil penilaian, Kementerian Pertanian hanya mampu menangani 30% masalah produksi pangan, selebihnya bergantung pada Kementerian/Lembaga lain.

### 1.3. Kebijakan Riset dan Inovasi Nasional

Permintaan pangan ke depan berubah, tidak hanya jumlahnya, akan tetapi juga kualitas pangan yang diminta sesuai standar kesehatan konsumen. Disisi lain, menyediakan pangan ke depan juga tidaklah mudah sejalan dengan adanya perubahan iklim global dan terbatasnya sumberdaya lahan. Permintaan dan penyediaan pangan ke depan harus memperhatikan aspek

kelestarian lingkungan seperti yang dituangkan dalam salah satu pilar SDG: konsumsi dan produksi pangan berkelanjutan.

Untuk menyikapi lingkungan strategis nasional yang sangat berpengaruh pada kebijakan riset nasional, maka pemerintah mengeluarkan Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) Tahun 2017-2045 yang disusun untuk menyelaraskan kebutuhan riset jangka panjang dengan arah pembangunan nasional terkait ilmu pengetahuan dan teknologi. RIRN menjadi penting karena pembangunan nasional membutuhkan perencanaan sektoral untuk kemudian mengintegrasikan langkah-langkah yang terpadu dan terintegrasi, khususnya antar Kementerian/Lembaga serta untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas pelaksanaannya. RIRN dirancang dengan pendekatan holistik, lintas institusi, lintas ranah dan berdasarkan fokus riset. Hal ini dilakukan karena tidak semata-mata hanya untuk mengakomodasi semua pihak pelaku riset, tetapi lebih utama lagi adalah untuk mensinergikan seluruh kekuatan yang ada agar mendapatkan hasil yang optimal di tengah keterbatasan sumberdaya. Secara khusus, untuk penetapan fokus riset dilakukan melalui dua pendekatan, yakni *top-down* dan *bottom-up*. Proses *top-down* dilakukan dengan cara menetapkan prioritas sesuai dengan kebutuhan makro dan tantangan yang dihadapi bangsa Indonesia di masa mendatang. Sebaliknya pendekatan *bottom-up* dilakukan dengan melihat potensi kekuatan dan sumberdaya yang ada mengacu pada data riil sampai dengan tahun 2015 sebagai data dasar.

RIRN menetapkan bahwa pencapaian target 2045 ditetapkan dengan melakukan ekstrapolasi atas kondisi dan kontribusi riset dalam pembangunan ekonomi nasional di Korea Selatan pada tahun 2014 sebagai acuan untuk Indonesia pada tahun 2045.

Pemilihan Korea Selatan didasari pada berbagai hal, antara lain perjalanan riset dan ekonominya yang telah dan sedang mencapai puncak, sementara skala demografi yang tidak terlalu jauh dengan Indonesia. Target Indonesia pada tahun 2040 mencapai kondisi Korea Selatan pada 2014 didasarkan pada kerangka waktu 28 tahun dari 2017 untuk mengejar ketertinggalan Indonesia.

Berdasarkan pada target dan tahapan pencapaian makro lima tahunan, maka prioritas riset nasional tahun 2017-2019 yang merupakan turunan lebih teknis dari RIRN tahun 2017-2045 dapat menjadi acuan. Mengacu pada data yang telah didapat secara *top-down* maupun *bottom-up*, ditetapkan 10 fokus riset, yaitu: Pangan-Pertanian; Energi-Energi Baru dan Terbarukan; Kesehatan-Obat; Transportasi; Teknologi Informasi dan Komunikasi; Pertahanan dan Keamanan; Material Maju; Kemaritiman; Kebencanaan; dan Sosial Humaniora-Seni Budaya-Pendidikan. Seluruh fokus riset ini sesuai dengan 7 fokus di Agenda Riset Nasional 2015-2019 ditambah dengan 3 fokus baru sesuai dengan data yang didapat. Penetapan fokus riset, tema riset, topik riset, institusi pelaksana dan target capaian dalam lima tahunan, dilakukan dengan melibatkan Pokja yang berasal dari berbagai institusi, melalui berbagai komunikasi publik. Pembobotan pilihan topik riset dilakukan karena terbatasnya sumberdaya riset dan kebutuhan untuk fokus pada masing-masing fokus riset.

Pemerintah juga berupaya untuk meningkatkan pembangunan Iptek untuk kemajuan bangsa termasuk meningkatkan daya saing bangsa. Percepatan pembangunan ekonomi dilakukan berbasis inovasi. Peranan iptek dan inovasi pada setiap tahapan pertumbuhan ekonomi nasional dibedakan sesuai fokus pembangunan pada periode yang bersangkutan. Pada tahap

pertama (2016-2025), iptek dan inovasi difokuskan untuk proses perubahan struktur ekonomi ke arah yang lebih produktif. Selanjutnya, iptek dan inovasi dimanfaatkan sebagai penghela industri manufaktur melalui penciptaan produk-produk ekspor bernilai tambah tinggi yang dilakukan pada tahap kedua (2025-2035). Di tahap terakhir, pada 2036-2045, iptek dan inovasi berperan untuk mendukung pertumbuhan yang berkelanjutan.

Kementerian PPN/Bappenas (2018) menyebutkan terdapat delapan strategi untuk meningkatkan peranan iptek dan inovasi bagi pembangunan, pertumbuhan, dan produktivitas nasional serta menjadikan Indonesia sebagai salah satu Pusat Pengembangan Iptek dan inovasi di Kawasan Asia dan Dunia, antara lain: 1) Pembentukan Sistem Nasional Iptek dan Inovasi, serta inisiatif Dana Inovasi; 2) Peningkatan kapasitas institusi dan Pembibitan SDM Iptek; 3) Pengembangan teknologi berbasis potensi kewilayahan dan budaya; 4) Pengembangan penelitian sosial-humaniora untuk menunjang inovasi dan produktivitas di masyarakat; 5) optimalisasi *foreign direct investment (FDI)* dan *Global Value Chain (GVC)* sebagai sarana alih teknologi; 6) pelembagaan *Triple Helix*; 7) pembangunan infrastruktur pendukung *research and development (R&D)* yang bernilai strategis; dan 8) penciptaan ekosistem yang kondusif untuk menumbuhkan *technopreneur* dan *startup*. Dari strategi-strategi yang disebutkan tersebut, Sistem Nasional Iptek dan Inovasi merupakan hal yang paling mendasar yang harus dimiliki oleh suatu negara yang ingin tumbuh dengan berbasiskan pada Iptek dan Inovasi.

Lembaga riset nasional di Indonesia perlu dibenahi secara serius bukan hanya dari segi perbaikan anggaran, namun juga dari segi

penataan (perubahan) paradigma, pengelolaan riset dan hasil riset, termasuk sistem perekrutan, serta keterhubungan antara institusi riset yang menghasilkan inovasi dengan pemerintah dan sektor ekonomi. Dalam jangka pendek, menengah maupun jangka panjang, lembaga riset nasional memiliki peran memperbaiki kesejahteraan rakyat serta mendukung perdamaian dan stabilitas nasional.

Lembaga riset memerlukan manajer riset yang profesional, sehingga dapat mengelola sumberdaya secara lebih fokus untuk kegiatan pengembangan riset dan inovasi. Para peneliti sebagai intelektual dimungkinkan untuk menjalankan peran sebagai duta ilmu pengetahuan dalam meluaskan diplomasinya dengan berbagai pihak. Apalagi di dalam konteks globalisasi, *science and technology driven* menjadi hal sangat penting untuk dikembangkan. Untuk itulah, *science diplomacy* menjadi bagian dari tanggung jawab lembaga riset untuk mempromosikan hasil-hasil penelitiannya sambil meluaskan jaringan dan kerja sama akademik di tingkat regional dan global.

Dalam hubungannya dengan reformasi birokrasi, lembaga riset nasional sebagai *pool of knowledge*, memerlukan sistem birokrasi yang mampu lebih mendukung pencapaian hasil riset yang optimal, bukan sekedar pengaturan sanksi atau *punishment* sebagai bagian dari pegawai lembaga birokrasi. Penghargaan (*reward*) yang memadai diberikan kepada para peneliti/intelektual yang menunjukkan hasil kerja yang baik sesuai dengan kompetensinya sebagai pemacu prestasi. Untuk itu, diperlukan sistem penilaian hasil kinerja yang lebih ketat dengan dukungan fasilitas kantor/ruang kerja yang maksimal, sehingga para peneliti

mudah dan cepat untuk mengakses data dan informasi serta berkomunikasi secara intensif. Birokrasi bagi sebuah lembaga riset yang profesional adalah melalui penataan sistem kehadiran atas dasar kelonggaran waktu dan tempat kerja (*flexi time and space*). Tujuannya untuk mendorong peningkatan kinerja peneliti yang berkarakter layaknya pekerja dan pelayanan 24 jam, bahkan di hari libur sekalipun, seperti fungsi *emergency room* di rumah sakit. Sanksi atas ketidakmampuan para peneliti dalam mencapai kinerja yang maksimal dapat diatur dengan cara mengurangi pelibatan yang bersangkutan di dalam kegiatan lain, selain mengurangi nominal tunjangan kinerja yang biasa diterimanya secara rutin.

Para peneliti perlu didukung oleh tenaga-tenaga teknis yang juga menguasai teknologi informasi dan komunikasi digital, terutama untuk menyediakan data dan informasi secara cepat dengan mengkompilasi atau membuat kategorisasi data sesuai kebutuhan riset. Dalam konteks ini, pengelolaan data dan informasi di lembaga riset dan pengembangan menjadi tahapan penting untuk mendukung kegiatan riset dan sebagai bagian dari membangun *institutional memory* dalam jangka panjang atau secara permanen. Salah satu data dan informasi yang sangat penting adalah dokumen berupa transkrip hasil wawancara mendalam, prosiding, dan notulen rapat.

Sebagai bagian dari strategi penataan riset nasional, lembaga riset dan pengembangan yang sudah ada perlu dievaluasi secara mendalam mengenai kinerja dan kontribusinya bagi kemajuan program pembangunan nasional. Selanjutnya, lembaga riset yang relevan dan dibutuhkan perlu segera dilengkapi dengan berbagai

fasilitas yang memadai untuk dapat mendukung hasil kerja riset secara maksimal, seperti gedung beserta fasilitasnya, peralatan, termasuk laboratorium, dan fasilitas teknologi informasi. Pola rekrutmen tenaga peneliti perlu diperketat sesuai dengan kompetensinya untuk program prioritas nasional.

## II. Posisi dan Pemosisian Balitbangtan

### 2.1. Peran Balitbangtan Saat Ini (*State of the Art*)

Sektor pertanian di Indonesia merupakan mesin pertumbuhan yang berperan besar bagi pembangunan desa dalam bentuk penciptaan nilai tambah bagi masyarakat di perdesaan. Pendapatan dari usahatani yang diterima masyarakat desa adalah wujud nyata nilai tambah yang diperoleh dari sektor pertanian. Keberadaan sektor pertanian memiliki keterkaitan yang erat dengan sistem agribisnis yang terintegrasi mulai dari hulu (perbenihan agrokimia), *on-farm*, *off-farm* dan subsektor pendukungnya seperti pembiayaan, riset, penyuluhan, infrastruktur dan kebijakan pemerintah (Saragih, 2004).

Sebagai negara agraris Indonesia dikenal sebagai negara dengan jumlah petani yang banyak. Bahkan untuk sektor tanaman pangan, komoditas padi atau beras telah menjadi sektor pertanian andalan yang banyak diusahakan di Indonesia terutama di Pulau Jawa. Ironisnya sebagian besar dari petani yang mengusahakan padi palawija (53% dari 17,8 juta rumah tangga petani) tersebut adalah para petani kecil. Lebih miris lagi dari 30 juta (12,5 persen) masyarakat yang hidup di bawah garis kemiskinan, sekitar 19 juta di antaranya adalah penduduk perdesaan dengan segala keterbatasan terutama dalam hal penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi atau dikenal dengan Iptek di pertanian (Arifin, 2012).

Bagi petani yang memiliki keterbatasan dalam mengakses Iptek pertanian, pengalaman tentunya menjadi satu-satunya sarana pembelajaran yang ada. Mau tidak mau dan suka atau tidak



pengalaman merupakan guru yang digunakan sebagai pedoman. Secara ekonomi pembelajaran dengan cara tersebut sangat tidak efisien karena menghabiskan biaya yang besar apabila diakumulasikan dalam waktu yang lama. Selain itu, cara tersebut juga sangat tidak efektif karena peluang kegagalan dari inovasi yang dihasilkan dari pengalaman belum teruji secara empiris dan bahkan dari aspek waktu memerlukan waktu yang lama. Dalam jangka panjang, proses belajar konvensional yang dilakukan tanpa desain yang baik hanya akan menghasilkan penemuan yang belum teruji manfaatnya. Alih-alih menghasilkan hal baru yang bermanfaat, untuk menciptakan kreasi yang baru (sektor pertanian) saja sudah menghabiskan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Pola tersebut mengakibatkan produk pertanian yang dihasilkan tidak kompetitif dari aspek biaya maupun kualitas (Heryanto dan Supyandi, 2012).

Lembaga riset sebagai pendukung sistem agribisnis (Saragih, 2004) memiliki peran yang strategis sebagai inovator dalam sistem inovasi pertanian. Sistem inovasi pertanian yang progresif dicirikan antara lain dengan dihasilkannya produk yang kompetitif dan memberikan nilai tambah (pendapatan) yang besar bagi pelaku usaha di dalamnya, termasuk petani sebagai pelaku di hulu yang melakukan aktivitas mengolah sumberdaya hayati. Mosher (1966) sejak beberapa dekade silam telah mengidentifikasi lima syarat mutlak pembangunan pertanian secara progresif adalah tersedianya: (1) pasar bagi produk yang dihasilkan, (2) teknologi yang dinamis, (3) sarana dan peralatan produksi secara lokal, (4) perangsang produksi bagi produsen, dan (5) fasilitas transportasi. Teknologi yang dinamis dapat dihasilkan melalui penelitian. Oleh karena itu, tanpa penelitian secara terus

menerus dan terencana sesuai dengan perkembangan lingkungan strategis dan kebutuhan petani maka pembangunan pertanian akan terhambat, walaupun syarat mutlak lainnya telah terpenuhi. Hal ini menunjukkan pentingnya peran penelitian dalam menghasilkan inovasi yang diperlukan dalam pembangunan pertanian (Balitbangtan, 2017).

Dari sudut pandang sosiologi, teknologi pertanian dapat dikelompokkan ke dalam dua jenis, yaitu (1) berupa perangkat keras, misalnya varietas unggul atau mekanisasi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan tenaga kerja; dan (2) berupa perangkat lunak, seperti kebijakan pembangunan pertanian dan pengorganisasian usaha agribisnis skala rumah tangga di perdesaan, yang berdampak terhadap peningkatan produksi dan pendapatan rumah tangga petani. Oleh karena itu, peran teknologi hasil penelitian tidak hanya dalam bentuk fisik yang mampu meningkatkan produksi dan nilai tambah produk pertanian, tapi juga termasuk kemampuannya dalam menyediakan data dan informasi, serta kebijakan dan rekayasa kelembagaan. Dengan demikian, peran penelitian pertanian memiliki cakupan yang lebih luas, meliputi kemampuan dalam: (1) menyediakan data dan informasi, (2) memberi penjelasan terjadinya suatu peristiwa, (3) meramal dan mengantisipasi, serta (4) invensi untuk meningkatkan efisiensi produksi, pengolahan, dan pemasaran produk pertanian (Juhaedi, 2014).

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43/Permentan/OT.010/8/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian telah menggariskan bahwa Balitbangtan menjalankan tugas

melaksanakan penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian. Dalam melaksanakan tugasnya, Balitbangtan menyelenggarakan fungsi-fungsi: 1) penyusunan kebijakan teknis, rencana dan program penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 2) pelaksanaan penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 3) penyebarluasan hasil penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 4) pemantauan, evaluasi dan pelaporan pelaksanaan penelitian, pengembangan dan inovasi di bidang pertanian, 5) pelaksanaan administrasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, dan 6) pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Menteri. Hasil dari pelaksanaan *tusi* Balitbangtan ini secara periodik dilaporkan dan dievaluasi untuk melihat besarnya kontribusi dan peran penelitian dan pengembangan inovasi teknologi pertanian yang dihasilkan.

## **Organisasi dan Sumberdaya Manusia Balitbangtan**

Jumlah unit kerja (UK) dan unit pelaksana teknis (UPT) di Balitbangtan berjumlah 64 satuan kerja (Satker), terdiri dari 5 UK setingkat eselon II yaitu Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) dan Sekretariat. Balitbangtan dibantu juga dengan UPT sebanyak 58 yang terdiri dari 7 Balai Besar (BB), 33 Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), 15 Balai Penelitian (Balit), 1 Balai Pengelola Alih Teknologi, dan 3 Loka Penelitian (Lolit). Pusat dan Puslitbang mempunyai tugas melaksanakan penyusunan kebijakan teknis, rencana dan program, penelitian, pengembangan dan inovasi. BB mempunyai tugas melaksanakan penelitian dan pengembangan pada bidangnya. Balit mempunyai tugas melaksanakan penelitian dan pengembangan pada

bidangnya. BPTP melaksanakan pengkajian spesifik lokasi pada suatu wilayah kerja. Lolit mempunyai tugas melaksanakan kegiatan penelitian.

Sumberdaya manusia (SDM) merupakan faktor penting yang tidak dapat dilepaskan dari sebuah organisasi, baik institusi maupun perusahaan, karena merupakan kunci penentu perkembangan suatu institusi. SDM Balitbangtan adalah manusia yang dipekerjakan di Balitbangtan sebagai penggerak, pemikir dan perencana untuk mencapai tujuan Balitbangtan. Balitbangtan didukung oleh SDM sebanyak 6.548 orang, 1.659 diantaranya adalah peneliti, 569 teknisi litkayasa, 378 penyuluh, 216 fungsional lainnya, dan 3.726 fungsional umum (Balitbangtan, 2017).

Tenaga peneliti merupakan tenaga penggerak utama dalam menghasilkan inovasi teknologi. Dengan komposisi tenaga peneliti yang ada, diharapkan kegiatan penelitian akan terus diperkuat, pemanfaatan hasil penelitian dipercepat, terutama yang berdampak ekonomi bagi masyarakat luas dan petani dalam mendukung ketahanan pangan melalui inovasi teknologi yang dihasilkannya. Hingga tahun 2017, Balitbangtan didukung oleh 1.659 peneliti. Tenaga tersebut terdiri dari Peneliti Utama 203 orang (12,24%), Peneliti Madya 436 orang (26,28%), Peneliti Muda 493 orang (29,72%), dan Peneliti Pertama 527 orang (31,70%) (Balitbangtan, 2017).

Profesor Riset adalah gelar tertinggi yang diberikan kepada para peneliti yang sudah mencapai jenjang kepangkatan Peneliti Utama. Gelar Profesor Riset tersebut diberikan berdasarkan SK Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor: Kep/128/M.Pan/9/2004 Tentang Jabatan Fungsional Peneliti dan

Angka Kreditnya Pasal 23 Poin 2 dan Peraturan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Nomor 9 Tahun 2015 Tentang Profesor Riset, dan pertama kali diberikan kepada para APU oleh kepala LIPI tanggal 5 Januari 2006. Terhitung hingga awal tahun 2018 Balitbangtan telah mempunyai Profesor Riset sebanyak 131 orang, yang telah dikukuhkan oleh LIPI dalam berbagai bidang disiplin ilmu.

## **Anggaran**

Berlandaskan pada pelaksanaan, pencapaian, dan keberlanjutan RPJMN kedua (2009-2014), RPJMN ketiga (2015-2019) difokuskan untuk lebih memantapkan pembangunan secara menyeluruh di berbagai bidang dengan menekankan pencapaian daya saing kompetitif perekonomian berlandaskan keunggulan sumberdaya alam dan sumberdaya manusia yang berkualitas serta kemampuan ilmu dan teknologi yang terus meningkat. Sektor pertanian masih menjadi sektor penting dalam pembangunan ekonomi nasional. Peran strategis sektor pertanian salah satunya dalam penyerapan tenaga kerja, disamping sebagai penyedia bahan baku industri kecil dan menengah, penyumbang nyata PDB, penghasil devisa negara, sumber utama pendapatan rumah tangga perdesaan, penyedia bahan pakan dan bioenergi, serta berperan dalam upaya penurunan gas rumah kaca.

Pada tahun 2017 total anggaran Balitbangtan adalah sebesar 1.657.900.000.000 rupiah, terdiri atas 1.372.580.021.000 rupiah murni, 37.250.000.000 rupiah murni pendamping, 27.709.531.000 PNBPN, 213.000.000.000 pinjaman, dan 7.371.603.000 hibah luar negeri (Balitbangtan, 2017). Dari total anggaran tersebut

dialokasikan untuk mendanai 1.154 judul kegiatan yang terdiri atas 390 judul penelitian (RPTP), 700 judul diseminasi (RDHP), dan 64 judul pendanaan manajemen (RKTM). RPTP (Rencana Penelitian/Pengkajian Tim Peneliti/Pengkaji) merupakan gambaran secara rinci tentang proses yang akan dilakukan oleh para peneliti/pengkaji untuk dapat memecahkan permasalahan penelitian/pengkajian. RDHP (Rencana Diseminasi Hasil Penelitian/Pengkajian) merupakan gambaran secara rinci tentang proses yang akan dilakukan oleh para peneliti/pengkaji untuk dapat menyampaikan hasil penelitian/pengkajian kepada pengguna. Adapun RKTM (Rencana Kerja Tingkat Manajemen) merupakan gambaran secara rinci tentang proses kegiatan manajemen pada suatu instansi.

## **Sarana dan Prasarana**

Dalam mendukung tugas dan fungsi Balitbangtan sebagai lembaga penelitian, kebun percobaan dan laboratorium merupakan sumberdaya yang sangat penting untuk menunjang hasil kegiatan penelitian. Kebun Percobaan (KP) merupakan salah satu aset yang potensial dalam mendukung pelaksanaan tugas pokok dan fungsi unit pelaksana teknis, KP digunakan sebagai lokasi untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengkajian teknologi, koleksi plasma nutfah atau sumberdaya genetika tanaman dan ternak, pengadaan benih sumber, kebun produksi dan pengembangan agrowidyawisata, yang secara fisik mencakup sarana dan prasarana didalamnya merupakan sumberdaya yang sangat penting bagi UPT lingkup Balitbangtan untuk melaksanakan tugas dan fungsinya. Hingga tahun 2017

Balitbangtan memiliki 128 KP seluas 46.132.554 m<sup>2</sup> yang tersebar di 49 UPT (Balitbangtan, 2017).

Keberhasilan dan mutu penelitian yang dihasilkan juga ditunjang oleh kelengkapan laboratorium yang berstandar baik peralatan, SDM serta sistem pengendalian mutu yang memenuhi persyaratan standar baku nasional dan internasional yaitu sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO/IEC 19-17025:2005 atau ISO/IEC 19-17025:2008 yang merupakan adopsi dari ISO/IEC 17025: 1999 dan SNI 9001: 2001 yang merupakan adopsi dari ISO 9001: 2001). Peningkatan mutu dan kapasitas laboratorium Balitbangtan terus dilakukan sebagai upaya menjadikannya laboratorium rujukan yang andal dan absah. Peningkatan kapasitas laboratorium juga mungkin ditempuh melalui kerja sama dengan pihak lain, misalnya dengan menjadikannya tempat pelatihan, magang dan menjadi pusat penelitian dibidangnya. Pelayanan laboratorium Balitbangtan mencakup kegiatan berskala nasional dan internasional.

Hingga tahun 2017 Balitbangtan memiliki 158 laboratorium yang tersebar pada satker yang berlokasi di seluruh provinsi. Sebanyak 49 laboratorium sudah mendapatkan sertifikat akreditasi SNI ISO/IEC 19-17025:2005 dari Komite Akreditasi Nasional (KAN) yang berarti telah mendapatkan pengakuan formal, baik nasional, regional dan internasional, dalam melaksanakan pengujian tertentu, 10 laboratorium dalam proses akreditasi, dan 99 laboratorium belum terakreditasi.

Unit pengelola benih sumber (UPBS) merupakan instalasi UK/UPT yang berfungsi menyiapkan logistik bagi diseminasi dan pengembangan varietas, klon, dan ras unggul yang adaptif

spesifik lokasi dalam bentuk benih dan bibit unggul tanaman dan ternak. Oleh sebab itu, UPBS dituntut menghasilkan benih dan bibit tanaman berupa stek, umbi atau rhizome, dan bibit ternak.

Dengan demikian, UPBS bertugas memproduksi benih sumber, sebagai media diseminasi varietas unggul baru atau varietas unggul adaptif melalui sistem perbenihan formal (dengan sistem jaminan mutu formal) dan Informal (tanpa sistem jaminan mutu formal), memelihara benih acuan (*reference seed*) untuk fasilitasi jaminan mutu dalam sistem perbenihan, membina penangkar dan produsen benih, serta mengelola cadangan benih nasional dalam rangka mengantisipasi bencana dan eskplosi OPT, terutama UPBS-BPTP. Setiap UPBS akan dikembangkan dengan sistem manajemen mutu berbasis ISO 9001, meliputi penetapan organisasi, tanggung jawab dan wewenang, manajemen sumberdaya, realisasi fungsi UPBS, evaluasi dan peningkatan kesesuaian kinerja UPBS dengan persyaratan yang ditetapkan.

Hingga saat ini sudah terbentuk 52 UPBS yang terdiri atas 18 unit di Balai Penelitian dan 34 unit di BPTP, dengan kondisi yang beragam. Sebagian UPBS di Balai Penelitian sudah memiliki fasilitas yang sesuai dengan persyaratan sistem manajemen mutu ISO 9001, sebagian UPBS lainnya menerapkan sertifikasi benih berdasarkan OECD *Scheme for seed certification* dengan BPSB sebagai *designated authority* yang melakukan pengawasan mutu selama proses produksi, pengolahan, dan distribusi benih. Sistem manajemen dalam pengadaan sarana dan prasarana, pemanfaatan, dan pengembangan UPBS sudah sesuai dengan persyaratan regulasi, antara lain Perpres No. 54/2010 dan No. 70/2012.



Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) berperan penting dalam pencapaian visi dan misi Balitbangtan. Pada saat ini, infrastruktur TIK di lingkup Balitbangtan telah dilengkapi dengan fasilitas pusat data menggunakan teknologi *cloud computing* 50 tera, dan jaringan *virtual private network* (VPN) di Kantor Pusat Balitbangtan. Fasilitas komputasi seperti komputer (desktop dan laptop) dan LAN sudah tersedia hampir di seluruh UK/UPT, namun dengan jumlah, kondisi, dan kapasitas yang masih beragam. Aplikasi TIK telah dibangun, antara lain *website*, *database*, dan sistem informasi terkait fungsi manajemen, penelitian, dan layanan informasi, walaupun belum dengan format yang seragam, terintegrasi dan dilengkapi dengan aplikasi khusus untuk proses penelitian dan pengembangan. SDM dan manajemen TIK di lingkup Balitbangtan sedang dalam proses pembaruan, dimana sistem pengelolaan dan petugas TIK di masing-masing UK/UPT sudah menjadi bagian dari tupoksi dan organisasi yang didukung oleh SK masing-masing Kepala UK/UPT.

Perpustakaan memiliki fungsi sebagai pemberi akses, penyimpan, pelestari, dan sekaligus sebagai penghasil informasi. Perpustakaan juga merupakan bagian penting dalam proses diseminasi dan publikasi serta sumber informasi bagi lembaga lain termasuk publik. Dalam era teknologi informasi, perpustakaan digital lebih menguntungkan karena dapat berbagi koleksi digital dengan cepat antar-perpustakaan, mengurangi penggunaan media cetak, meningkatkan akses elektronik, dan mengurangi biaya pemeliharaan dan distribusi informasi.

Hingga saat ini telah dibangun dan dikembangkan perpustakaan digital di 65 UK/UPT yang dilengkapi dengan komputer, *scanner*,

server lokal dan jaringan komputer dengan kondisi beragam. Koleksi elektronik yang dilanggan terdiri atas empat *database online*, yaitu *ScienceDirect*, *Springer*, *e-journal*, dan *e-book*. Selain itu juga disediakan *database off line the Essential Electronic Agricultural Library*.

## **Kegiatan Penelitian, Diseminasi, dan Manajemen**

Balitbangtan dibentuk pada tahun 1974 melalui Keputusan Presiden (Keppres) No. 44 dan 45. Sebagai unit eselon I di lingkungan Kementerian Pertanian, Balitbangtan mengemban tugas sebagai penyelenggara penelitian dan pengembangan pertanian. Dalam melaksanakan tugas, Balitbangtan berfungsi menyiapkan rumusan: (1) kebijakan penelitian dan pengembangan pertanian, (2) program penelitian dan pengembangan pertanian, (3) pelaksanaan penelitian dan pengembangan pertanian, (4) evaluasi pelaksanaan penelitian dan pengembangan pertanian, dan (5) pelaksanaan administrasi Badan.

Menghadapi perubahan lingkungan strategis dan tuntutan pembangunan pertanian yang dinamis, Balitbangtan melakukan berbagai upaya perbaikan dan penyempurnaan. Dalam hal kelembagaan, Balitbangtan juga menyempurnakan organisasi di tingkat Unit Kerja (UK), Unit Pelaksana Teknis (UPT), dan pimpinan. Dalam menjalankan tugas dan fungsinya, Balitbangtan saat ini diperkuat oleh Sekretariat Badan, 4 Puslitbang, 7 Balai Besar, 15 Balai Penelitian, 3 Loka Penelitian, 1 Balai PATP, dan 33 BPTP.

Peran Balitbangtan menjadi sangat penting dan strategis sejalan dengan Nawa Cita (agenda prioritas Kabinet Kerja) yang secara tegas mengamanatkan bahwa pembangunan pertanian selama periode 2015-2019 diarahkan untuk mewujudkan kedaulatan pangan. Program penelitian dan pengembangan pertanian tahunan ditetapkan dengan mengacu pada:

- 1) Kebijakan pembangunan nasional dan Kementerian Pertanian
- 2) Rencana Strategis (Renstra) Balitbangtan dan Renstra UK dan UPT
- 3) Kebutuhan pemangku kepentingan yang diperoleh melalui mekanisme penjarigan umpan balik
- 4) Kebutuhan mendesak dalam bidang pertanian atau kebutuhan yang bersifat antisipatif dan responsif terhadap permasalahan atau isu-isu aktual dan strategis

Dalam perspektif komoditas, kegiatan Balitbangtan difokuskan pada delapan kelompok produk yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian, yaitu (1) bahan pangan pokok nasional: padi, jagung, kedelai, gula, daging unggas, daging sapi-kerbau; (2) bahan pangan pokok lokal: sagu, jagung, umbi-umbian (ubi kayu, ubi jalar); (3) produk pertanian penting pengendali inflasi: cabai, bawang merah, bawang putih; (4) bahan baku industri (konvensional): sawit, karet, kakao, kopi, lada, pala, teh, susu, ubi kayu; (5) bahan baku industri: sorgum, gandum, tanaman obat, minyak atsiri, (6) produk industri pertanian (prospektif): aneka tepung dan jamu; (7) produk energi pertanian (prospektif): biodiesel, bioetanol, biogas; dan (8) produk pertanian berorientasi

ekspor dan substitusi impor: buah-buahan (nanas, manggis, salak, mangga, jeruk), kambing/domba, dan florikultura (Balitbangtan, 2014).

Peran Balitbangtan ke depan dalam menyongsong pertanian modern mendukung pertanian bioindustri berkelanjutan adalah melalui upaya perumusan kebijakan pertanian dan penciptaan inovasi teknologi dengan penekanan kepada penguasaan pada *bioscience*, *bioengineering*, *automation*, *bioinformatics* dan *social engineering* dalam merespon dinamika perubahan lingkungan strategis, baik pada tataran global maupun nasional. Dalam mewujudkan sistem pertanian bioindustri, Balitbangtan perlu mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang minimal harus mampu melakukan tiga revolusi di bidang sains yang diperlukan dan saat ini sedang terjadi di dunia, yaitu: (1) bioteknologi; (2) nanoteknologi; dan (3) teknologi informasi. Paradigma “profitabilitas” harus diganti “Keberlanjutan”; “pertumbuhan” diganti “keseimbangan”; “efisiensi lingkungan” diubah dengan mengedepankan “efisiensi teknis”; serta paradigma “mendominasi alam” harus segera digeser ke paradigma “harmonisasi dengan alam”.

Dalam kaitannya dengan pengembangan pertanian bioindustri, inovasi-inovasi yang diciptakan kemudian perlu diformulasikan dalam bentuk teknologi komunitas untuk ditransferkan ke calon pengguna, yaitu teknopreneur pemula. Hubungan jejaring pengetahuan dan interaksi dalam proses inovasi dapat ditingkatkan harmonisasinya melalui wahana atau kawasan untuk mempertemukan para inventor di lingkungan lembaga penelitian atau perguruan tinggi dengan pihak investor dan

pemerintah. Kawasan tersebut juga sebagai area bagi kalangan riset berinteraksi secara sempurna dengan kelompok industri dan perdagangan untuk mengembangkan komersialisasi teknologi, terutama oleh bioindustri kecil dan menengah. Juga merupakan perpaduan yang harmonis penerapan teknologi (*technology based*) dengan sumberdaya alam (*resources based*) dengan berbasis kebutuhan komunitas untuk meningkatkan value produk pertanian bioindustri. Kawasan ini berfungsi sebagai *Center of Excellent* yang mampu menjadi disseminator teknologi dan sekaligus sebagai motor penggerak kemajuan pertanian bioindustri yang berbasis teknologi sesuai potensi, kebutuhan dan keunggulan spesifik di masing-masing daerah.

## **2.2. Balitbangtan dalam Perspektif Desentralisasi Pembangunan Pertanian**

Era desentralisasi kebijakan pembangunan telah berlangsung hampir dua dasa warsa, sejak tahun 2001. Tonggak desentralisasi pembangunan adalah dikeluarkannya UU No 22 tentang pemerintahan daerah dan UU No 25 tahun 1999, tentang perimbangan keuangan pemerintah pusat dan daerah, sebagaimana telah direvisi dengan UU No 32 dan 33 tahun 2004 serta UU No 23 dan 24 tahun 2014. Diterapkannya UU No 22 tersebut, menjadi tonggak otonomi daerah, dimana terjadi perubahan yang mendasar terhadap manajemen pembangunan dan pengelolaan anggaran dari sentralistik menjadi terdesentralisasi. Secara prinsip kedua Undang-Undang tersebut mengatur kewenangan pemerintah pusat dan daerah (provinsi dan kabupaten/kota) yang diikuti dengan perimbangan keuangan

pemerintah pusat dan daerah. Ketetapan dalam UU tersebut, otonomi berada pada tingkat kabupaten/kota.

Dengan otonomi tersebut, urusan layanan, dan pembangunan ekonomi menjadi urusan daerah. Hanya sektor-sektor strategis yang tetap dikelola secara sentralistik seperti keuangan (moneter dan fiscal), agama, politik luar negeri, hukum, keamanan, serta pertahanan. Mengacu pada UU No 32 tahun 2014, yang dimaksud dengan urusan wajib adalah urusan yang harus diselenggarakan oleh semua pemerintahan daerah, meliputi layanan dasar pemerintahan dan non layanan dasar. Sementara urusan pilihan, adalah urusan yang wajib diselenggarakan pemerintah daerah sesuai dengan potensi daerahnya. Sektor perekonomian umumnya masuk dalam kategori urusan pilihan ini, termasuk pembangunan sektor pertanian.

Dengan demikian sejak otonomi daerah, pemerintah kabupaten/kota memiliki kewenangan besar dalam menentukan arah dan fokus pembangunan ekonominya berbasis potensi yang dimiliki. Dalam sektor pertanian juga demikian, dimana pemerintah daerah memiliki kewenangan untuk menentukan arah kebijakan pembangunannya. Dengan kondisi demikian, intervensi pemerintah pusat terhadap kebijakan pembangunan pertanian tidak dapat dilakukan lagi seperti masa sentralisasi. Implementasi desentralisasi kebijakan pembangunan pertanian tidak mendapatkan alokasi APBD secara memadai, karena tuntutan peningkatan pendapatan asli daerah (PAD) sehingga alokasi anggaran lebih pada sektor yang mampu menghasilkan PAD lebih tinggi. Bila orientasi pembangunan pemerintah daerah adalah nilai tambah ekonomi dalam jangka pendek, maka tidak banyak

pemerintah daerah yang akan menjadikan sektor pertanian menjadi sektor utama dalam programnya. Pada sisi lain pemenuhan kebutuhan pangan dari produksi dalam negeri menjadi hal yang penting baik dari aspek ekonomi, politik, maupun keamanan. Hal ini menimbulkan kurang sinkron antara kepentingan pemerintah pusat dan daerah dalam pembangunan pertanian. Semua daerah memahami bahwa ketersediaan pangan yang cukup bagi penting, namun tidak banyak pemerintah daerah yang mau mengembangkan daerahnya menjadi produsen pangan, karena lebih berorientasi pada sektor yang dapat menghasilkan PAD lebih besar.

Pada sisi lain, Pemerintah Pusat masih memiliki kepentingan yang besar untuk mencapai target pembangunan pertanian secara nasional, terutama terkait dengan peningkatan produksi dan pencapaian swasembada padi, jagung, dan kedelai, serta beberapa komoditas strategis lainnya seperti bawang merah, bawang putih, cabai, gula, dan daging sapi. Kebijakan ini sering kali kurang sejalan dengan kebijakan pemerintah daerah yang lebih mengedepankan potensi pertanian wilayahnya, yang tidak selalu sama dengan target nasional. Pemerintah pusat memang masih memiliki instrumen untuk melaksanakan program dan target nasional tersebut melalui alokasi dana dekonsentrasi dan tugas perbantuan, serta dana alokasi khusus, namun efektivitasnya dalam mendukung pencapaian target nasional masih kurang efektif. Koordinasi antara pemerintah pusat dan daerah menjadi salah satu kendala implemmentasi program pembangunan pertanian pusat. Hal ini sangat berbeda bila dibandingkan dengan masa sebelum desentralisasi, dimana hubungan pusat pusat dan daerah bersifat hirarkhi dan instruktif. Selain itu, pendanaan dari

pemerintah pusat yang mengiringi pelaksanaan tugas program pusat kurang efektif karena “rasa memiliki” pemerintah daerah terhadap program dan anggaran tidak seperti program yang didanai dari anggaran sendiri. Ini salah satu faktor yang menyebabkan efektivitas program menjadi rendah.

Apabila desentralisasi pembangunan pertanian akan dilaksanakan secara utuh, maka peran dan fungsi pemerintah pusat perlu disesuaikan. Pemerintah masih dapat melaksanakan program nasional untuk mencapai tujuan tertentu seperti swasembada ataupun ketahanan pangan, namun lebih berperan memfasilitasi dan mendorong upaya pemerintah daerah, bukan mengarahkan secara detail dari pusat. Selain itu, pemerintah pusat memfasilitasi dan mendorong peningkatan kapasitas daerah dalam mengoptimalkan sumberdaya pertanian daerah. Dengan desentralisasi diharapkan program pembangunan pertanian tidak homogen, tetapi sesuai dengan potensi dan keunggulan daerah masing-masing.

Seiring dengan pemberian kewenangan secara luas kepada pemerintah daerah, termasuk dalam menyusun organisasi pemerintahan daerah, maka struktur organisasi daerah menjadi beragam sesuai dengan kepentingan daerahnya. Hal ini juga berdampak pada struktur organisasi pemerintahan pada sektor pertanian beragam, termasuk di dalamnya penyuluh pertanian. Semenjak otonomi daerah penyuluhan pertanian yang semula sebagai pegawai pemerintah pusat sekarang menjadi pegawai pemerintah daerah. Namun pembinaan fungsionalnya tetap di pusat. Kontras dengan kondisi pada era program Bimbingan Massal (BIMAS) tahun 1970an. Kegiatan penyuluhan saat itu



mendapat dukungan politik dan finansial yang baik, sehingga dapat melaksanakan tugasnya dengan baik juga. Penerapan sistem penyuluhan latihan dan kunjungan (laku) dilaksanakan dengan baik dan efektif. Sistem penyuluhan diselenggarakan dengan sistematis untuk mencapai tujuan peningkatan produktivitas pangan, khususnya padi.

Pada tahun 1990an atas dasar kesepakatan bersama Menteri Pertanian dan Menteri Dalam Negeri, urusan penyuluhan menjadi urusan daerah. Hal ini membawa dampak besar terhadap organisasi dan kerja penyuluhan. Berlakunya UU otonomi daerah semakin menambah karut marut kelembagaan penyuluhan pertanian. Padahal penyuluh pertanian merupakan pelaku ujung tombak diseminasi teknologi kepada petani. Dinamika arah kebijakan terkait dengan kompetensi penyuluh dari kompetensi tunggal (*monovalen*) ke kompetensi ganda (*polivalen*) dan kembali lagi ke monovalen juga menimbulkan kebingungan penyuluh dalam pengembangan kapasitasnya.

Dikeluarkannya UU Nomor 16 tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan, ditujukan untuk memberikan dasar hukum yang kuat dan lengkap bagi penyelenggaraan penyuluhan pertanian, perikanan, dan kehutanan, dimana pada saat itu peraturan penyelenggaraan penyuluhan tersebar pada berbagai peraturan perundang-undangan. Dalam UU nomor 16 tersebut, ketentuan kedudukan dan organisasi penyuluhan dari tingkat pusat sampai tingkat desa sangat jelas dan seragam. Penyuluh pertanian, perikanan, dan kehutanan terdiri atas penyuluh pemerintah, penyuluh swasta, dan, penyuluh swadaya. Organisasi penyuluh pemerintah di

tingkat pusat berbentuk badan yang menangani penyuluhan; pada tingkat provinsi berbentuk Badan Koordinasi Penyuluhan; sementara pada tingkat kabupaten/kota berbentuk badan pelaksana penyuluhan; sedangkan pada tingkat kecamatan berbentuk Balai Penyuluhan. Pada tingkat yang lebih rendah, kelembagaan penyuluhan tingkat desa/kelurahan berbentuk pos-pos penyuluhan nonstruktural. Dengan ketentuan tersebut, pemerintah daerah wajib mengalokasikan anggaran terutama untuk penyelenggaraan penyuluhan di tingkat provinsi, kabupaten/kota, kecamatan, dan desa. Sementara pembiayaan untuk sarana dan prasarana, tunjangan fungsional dan profesi, serta biaya operasional ditanggung dari APBN.

Dalam implementasinya realisasi pembentukan struktur organisasi tersebut tidak berjalan mulus sesuai harapan. Tidak semua daerah segera membentuk Badan Koordinasi Penyuluhan atau Badan Pelaksana Penyuluhan. Interpretasi terhadap kewenangan pemerintah daerah dalam menentukan struktur organisasinya dengan landasan UU Pemerintahan Daerah, sangat berpengaruh terhadap realisasi pembentukan struktur dan fungsi penyuluhan, terlebih adanya kewajiban pengalokasian anggaran dari APBD. Namun gairah penyuluhan kembali bangkit. Hal ini nampak jelas di tingkat Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) di Kecamatan. Program BPP model misalnya, mampu mendorong kinerja penyuluhan lebih baik lagi.

Diberlakukannya Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, berdampak signifikan terhadap struktur organisasi dan fungsi penyuluhan pertanian. Urusan penyuluh pertanian tidak disebutkan dalam pembagian tugas pembangunan

pertanian antara pemerintah pusat, provinsi, dan kabupaten/kota. Untuk penyuluh perikanan, dinyatakan sebagai urusan Pemerintah Pusat, sementara penyuluh kehutanan di bagi ke dalam urusan Pemerintah Pusat dan Provinsi. Konsekuensi tidak disebutkan secara tegas dalam UU nomor 23 tersebut, tidak serta merta bahwa penyuluh pertanian dapat berpegang pada UU No 16 tahun 2006, karena pada kenyataannya pemerintah daerah berpegang sepenuhnya terhadap UU no 23 ini dalam penyusunan organisasi dan kelebagaannya. Dalam PP No 18 Tahun 2016, tentang Perangkat Daerah yang merupakan turunan UU 23 tahun 2014, disebutkan bahwa bidang pertanian diwadahi paling banyak 2 (dua) dinas yang menangani tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan, serta sarana pendukung lainnya. Kementerian Pertanian kemudian mengeluarkan Permentan No 40 tahun 2016 tentang pemetaan urusan pemerintah bidang pertanian pangan dan pertanian dan Permentan No 43 tahun 2016 tentang Pedoman nomenklatur, Tugas dan dan Fungsi Dinas Urusan Padang dan Dinas Urusan Pertanian daerah provinsi dan kabupaten/kota. Pada tahun 2017 Kemendagri mengeluarkan peraturan menteri dalam negeri Nomor 12/2017

Hal ini menimbulkan dampak signifikan terhadap kejelasan tugas, fungsi, struktur organisasi, dan dukungan anggaran kepada penyuluh pertanian dalam pelaksanaan tugasnya. Struktur organisasi tergantung pada kebijakan pemerintah daerah masing-masing. Pada sebagian pemerintah daerah menempatkan penyuluh dalam kelompok jabatan fungsional yang langsung bertanggung jawab kepada kepala dinas atau di sebagian daerah lainnya menjadi bidang penyuluhan (setingkat eselon III). Keberadaan BPP di tingkat kecamatan banyak yang dilebur dan

dibentuk UPTD setingkat eselon V, yang membawahi penyuluh pertanian. Hal ini menjadikan fungsi BPP dan kinerja penyuluh di kecamatan tidak optimal. Sebenarnya Menteri Pertanian telah mengularkan surat tentang penyelenggaraan penyuluhan pertanian pasca UU no 23/2016, yang isinya: (1) memastikan penyelenggaraan penyuluhan pertanian tetap berlangsung, (2) tidak mengalihfungsikan atau merombak BPP sebagai basis operasional penyuluh, dan (3) meningkatkan dukungan operasional sistem penyuluhan pertanian. Namun efektivitas surat ini relatif rendah, karena tidak memiliki kekuatan hukum yang setara dengan ketentuan yang mendasari pembentukan organisasi pemerintahan daerah. Padahal peran penyuluh pertanian sangat strategis sebagai ujung tombak diseminasi teknologi pertanian dan juga agen transfer teknologi dari lembaga penelitian. Penyuluh sebagai suatu mata rantai dalam sistem inovasi pertanian, yang menempati sub sistem penyampaian teknologi pertanian, terutama kepada petani.

Dari sudut pandang kepentingan pembangunan pertanian daerah, seharusnya daerah menempatkan fungsi penyuluh pertanian sebagai hal yang penting dalam mendukung pembangunan pertanian daerah. Penyuluh pertanian daerah lebih memahami kebutuhan inovasi di daerahnya, sehingga dapat menjadi perantara kepada sumber atau penghasil teknologi. Penyuluh sudah terbukti menjadi agen perubahan dalam penerapan teknologi pertanian. Penyuluhan era Bimas telah membuktikan hal tersebut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian memahami dengan baik bahwa kebutuhan teknologi antar daerah berbeda sesuai dengan potensi komoditas, sumberdaya, dan masalah yang dihadapinya. Untuk itu, diperlukan desentralisasi

kegiatan penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan pembangunan daerah. Dalam kerangka desentralisasi inovasi teknologi pertanian tersebut, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian mendirikan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), yang dimulai pada tahun 1994. Tujuan pembentukan BPTP adalah mempercepat proses alih teknologi pertanian (hilirisasi tek), mendukung pembangunan pertanian spesifik lokasi (daerah), dan mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya penelitian di wilayah. Tiga tugas BPTP yang utama dalam mendukung pembangunan pertanian, yaitu: (1) mengidentifikasi kebutuhan teknologi spesifik lokasi, (2) melakukan pengkajian untuk menghasilkan rekomendasi teknologi spesifik lokasi, dan (3) mendiseminasikan teknologi kepada pemangku kepentingan (penyuluh pertanian, pemerintah daerah, petani, dan pihak lainnya). Selain itu, juga menyampaikan umpan balik untuk penyempurnaan teknologi yang dikaji atau didiseminasikan. Dalam kerangka diseminasi, BPTP memiliki tugas untuk menyusun materi penyuluhan dari hasil penelitian ataupun pengkajian, sehingga dapat digunakan oleh penyuluh di daerah dalam melaksanakan tugas penyuluhannya. BPTP memiliki fungsi penelitian sekaligus diseminasi atau penyuluhan, karenanya, didalam BPTP ada unsur fungsional peneliti dan fungsional penyuluh sekaligus.

Fungsi penelitian yang dilakukan utamanya adalah melakukan adaptasi atau pengujian teknologi pertanian yang dihasilkan balai besar penelitian ataupun balai penelitian atau lembaga penelitian lainnya untuk menghasilkan teknologi adaptif spesifik lokasi, ataupun menghasilkan paket teknologi spesifik lokasi. Sasaran diseminasi utamanya adalah penyuluh pertanian, pemerintah

daerah, atau pengganda teknologi; agar teknologi tersebut masuk dalam materi penyuluhan dan bagian dari program pembangunan pertanian serta diproduksi dalam jumlah besar oleh pengganda teknologi atau pelaku usaha pertanian. Diseminasi langsung kepada petani bukan merupakan sasaran utama, meskipun dalam perkembangannya BPTP dituntut bekerja lebih ke hilir lagi. Pelaksanaan tugas pengkajian dan diseminasi dilakukan secara simultan, dalam arti bahwa dalam setiap kegiatan pengkajian harus terkandung kegiatan diseminasi, sebaliknya dalam setiap kegiatan diseminasi juga harus terkandung unsur pengkajian. Untuk itu peneliti dan penyuluh di BPTP harus terpadu dalam melaksanakan tugas pengkajian dan diseminasi, karena pada hakekatnya pengkajian dan diseminasi di BPTP adalah satu kesatuan. Dasain desentralisasi penelitian dan pengembangan pertanian melalui berdirinya BPTP merupakan upaya terobosan mendekatkan lembaga penghasil teknologi dengan penggunaannya, sekaligus mengisi mata rantai yang hilang (*missing link*) keterkaitan antara lembaga penelitian, penyuluhan, dan petani (*research-extension-farmers linkage*).

Pengembangan BPTP dimulai tahun 1994, sebagian mengkonversi Balai Informasi Pertanian (BIP) di tingkat provinsi, sebagian lagi merupakan pembangunan institusi baru. Pada tahap awal berdirinya BPTP tentu pengembangan kapasitas institusi (SDM, sarana, program dan biaya) masih dalam proses mencapai bentuk dan fungsi yang diharapkan sesuai cita-cita pendiriannya. Kebijakan otonomi daerah membawa pengaruh cukup signifikan terhadap peran Balitbangtan khususnya BPTP. Secara organisasi, tugas, dan fungsi sebenarnya tidak ada perubahan tugas Balitbangtan dalam mendukung pembangunan pertanian, yaitu

menghasilkan inovasi pertanian. Namun dalam implementasinya banyak dinamika yang berdampak cukup signifikan. Secara konsep, ketika pembangunan pertanian dilakukan secara terpusat, Balitbangtan berperan menghasilkan teknologi berupa varietas unggul, *prototype* alat dan mesin pertanian, formula pupuk atau pestisida, kelembagaan, model diseminasi, dan sebagainya, untuk mendukung dan digunakan dalam program pembangunan pertanian yang dilaksanakan oleh Kementerian Pertanian.

BPTP sebenarnya memiliki peluang berperan lebih besar dalam mendukung pembangunan pertanian dalam era otonomi daerah ini. Kegiatan pengkajian dan diseminasi dapat diarahkan secara lebih tepat sesuai dengan prioritas komoditas dan arah pembangunan pertanian daerah. Hal ini dapat terjadi bila konsep desentralisasi pembangunan sejalan dengan desentralisasi penelitian dan pengembangan pertanian. Perbedaan orientasi pembangunan, fokus komoditas yang dikembangkan antara pemerintah pusat dan daerah sering menyebabkan kurang sinergi antara program pemerintah pusat dan daerah, yang menyebabkan kurang selaras antara alokasi dana tugas pembantuan dan dana dekonsentrasi dengan anggaran pemerintah daerah. Koordinasi pelaksanaan program pusat dan daerah menjadi lebih sulit dilakukan. Pemerintah pusat menghendaki pemda mendukung secara penuh program-program pusat dan melaksanakan ketentuan pelaporan, *monitoring* capaian target dengan baik. Namun aparatur di daerah seringkali tidak melaksanakan sesuai harapan. Hal ini utamanya karena perubahan hubungan pemerintah pusat dan daerah, yang semula merupakan garis komando, menjadi koordinasi. BPTP merupakan lembaga pusat yang ada di daerah; satu-satunya lembaga pusat di daerah yang

ada pada setiap provinsi dengan fungsi yang lebih dekat dengan pelaksanaan pembangunan pertanian daerah. Hal ini menjadikan BPTP mendapat tugas tambahan untuk juga mengawal implementasi program-program Kementerian Pertanian. Tugas Balitbangtan “mendukung” program Kementerian Pertanian yang dilaksanakan oleh ditjen teknis menjadi landasan penugasan tersebut, sehingga BPTP juga mendukung program pusat di daerah. Padahal hakekatnya Balitbangtan mendukung program kementerian pertanian di pusat maupun di daerah dengan menghasilkan teknologi dan mendiseminaskannya. Dalam implementasinya penugasan untuk “mendukung” dipahami secara lebih luas, termasuk peran koordinasi, pendampingan dan pelaporan.

Intensitas penugasan untuk mensukseskan pelaksanaan program pusat sejak otonomi daerah menjadi semakin meningkat, sehingga curahan sumberdaya pengkajian dan diseminasi lebih besar untuk pelaksanaan pengawalan program-program dari pusat. Dinamika kelembagaan penyuluhan yang berubah-ubah sehingga berdampak pada kinerja penyuluhan pertanian, turut menarik peran BPTP lebih ke hilir. Tuntutan sasaran diseminasi saat ini bukan lagi pemerintah daerah atau penyuluh pertanian, tetapi langsung ke pengguna akhir, yaitu petani. Bahkan Balai Penelitian dan Balai Besar Penelitian juga banyak diminta bekerja ke hilir, langsung melakukan “pengkajian” di lahan petani dan mendiseminasikan teknologi. Hal ini menyebabkan ruang bagi BPTP untuk melakukan kajian dan menghasilkan teknologi spesifik lokasi semakin sempit. Sehingga output berupa paket teknologi ataupun teknologi adaptif spesifik lokasi unggul sulit dihasilkan di BPTP.



Tujuan akhir diseminasi adalah adopsi, yaitu digunakannya teknologi yang didiseminasikan oleh pengguna akhir (petani). Upaya percepatan hilirisasi dengan melakukan diseminasi secara luas tanpa diikuti dengan penyiapan teknologi matang dan penggandaannya sehingga teknologi dapat tersedia dan terjangkau, menjadikan kegiatan diseminasi kurang efektif untuk mendorong adopsi teknologi. Terlebih bila teknologi yang didiseminasikan belum merupakan teknologi matang, kegiatan diseminasi dapat berdampak kontraproduktif, karena *display* teknologi yang dilakukan tidak mampu menunjukkan keunggulan teknologi yang didiseminasikan, bahkan sebaliknya menunjukkan teknologi baru yang tersebut masih inferior dibandingkan dengan teknologi yang ada di pasar. Perlu kehati-hatian untuk menentukan teknologi yang akan dipromosikan, didiseminasikan secara luas; perlu analisis yang komprehensif terkait keunggulan teknis, ekonomis, dan sesuai dengan kondisi sosial masyarakat. Selain itu, infrastruktur pengganda, distribusi juga perlu disiapkan dengan baik sehingga ketika masyarakat tertarik, produk teknologi tersebut sudah dapat diperoleh dengan mudah dan kompetitif.

Mandat dan peran BPTP sebagai agen penyampai teknologi kepada penyuluh mendapat penegasan kembali dengan dikeluarkan Permentan 19 tahun 2017 tentang Tata Kerja dan Organisasi BPTP, dimana terdapat tugas baru yaitu pelaksanaan bimbingan teknis materi penyuluhan dan diseminasi hasil pengkajian teknologi pertanian spesifik lokasi. BPTP didesain tidak sekedar merakit materi penyuluhan dan diseminasi hasil kajian, tetapi juga secara aktif melakukan pembimbingan penguasaan teknologi terkait. Termasuk di dalamnya adalah penyusunan program penyuluhan, metode diseminasi, dan

evaluasi penyelenggaraan penyuluhan atau diseminasi. Sebenarnya dengan tambahan tugas ini, peran BPTP dalam rantai penyampain teknologi semakin kuat dan semakin mendekati sumber teknologi kepada pengguna. Pada sisi lain ruang penelitian atau pengkajian untuk menghasilkan teknologi baru semakin sempit. Dengan kerangka ini dapat diharapkan peran BPTP dapat meningkatkan kinerja dan fungsi penyuluh pertanian di tengah-tengah dinamika kelembagaan penyuluhan pertanian yang sedang terjadi. Peran BPTP ke depan dalam program pembangunan pertanian akan semakin besar dan strategi dengan adanya upaya merevisi Permentan no 19 tahun 2017 tersebut dengan memasukan tugas koordinasi pelaksanaan program pembangunan pertanian di daerah. Apabila rumusan tugas baru ini nantinya menjadi kenyataan, maka penugasan-penugasan pusat yang diluar tupoksi utama BPTP yang selama ini dilaksanakan, akan diinternalisasi menjadi tugas resmi BPTP. Dengan demikian tugas BPTP bukan hanya menghasilkan teknologi spesifik lokasi, mendiseminasikan, menyiapkan materi penyuluhan, melakukan bimbingan kepada penyuluh, sekaligus mengkoordinasikan pelaksanaan program pembangunan pertanian pusat. BPTP akan berubah menjadi lembaga pelaksana program pembangunan pertanian, bukan hanya penghasil teknologi.

Apabila tuntutan peran BPTP ke depan lebih pada aspek hilir dari penerapan teknologi, sekaligus program pembangunan pertanian semakin besar, pada satu sisi dan pada sisi lain sempitnya ruang bagi kegiatan penelitian di BPTP untuk menghasilkan teknologi baru, maka diperlukan perubahan dalam mekanisme penyiapan dan penerapan teknologi Badan Litbang Pertanian. Sempitnya

ruang bagi peneliti di BPTP untuk menghasilkan inovasi, karena pada dasarnya teknologi yang dihasilkan Balai Besar atau Balai Penelitian seharusnya sudah merupakan teknologi matang, yang tidak perlu lagi dilakukan adaptasi atau pengkajian yang secara esensial merubah teknologi tersebut. Sebagai contoh, penelitian untuk menghasilkan varietas selesai di tingkat Balai Penelitian dengan pelepasan varietas; demikian juga perekayasa untuk menghasilkan *prototype*, tuntas dengan konsep *prototype* alsin yang siap dikembangkan lebih lanjut. Formula pupuk, pakan, pestisida juga tuntas dari Balai Penelitian. Pada kondisi tersebut, kegiatan pengkajian yang dilakukan di BPTP pada umumnya terbatas pada memilih varietas, menguji penerapan *prototype*, atau aplikasi pemupukan, dimana dari aspek teknologi tidak ada kebaruan untuk menyempurnakan teknologi itu sendiri.

Dengan demikian ke depan manajemen Litbang, perlu mengintegrasikan fungsi penelitian dan pengkajian BPTP dengan kegiatan penelitian di Balai Besar atau Balai Penelitian. Peneliti di BPTP dan di Balai Besar/Balit harus berafiliasi dalam melakukan kegiatan penelitian. Dengan program penelitian yang dilakukan bersama antara peneliti Balai Besar/Balit dengan BPTP, sinergi proses menghasilkan dan diseminasinya akan lebih baik. Pola kerja sama penelitian ini akan meningkatkan hubungan Balai Besar/Balit dan BPTP, dan menghasilkan kegiatan penelitian untuk menghasilkan teknologi sesuai kebutuhan pengguna. Peneliti di BPTP dapat berperan menggali gagasan penelitian untuk menjawab permasalahan di lapang. Manajemen penelitian dengan mengembangkan kerja sama antara Balai Besar/Balit juga akan mempercepat proses adopsi. Sementara kegiatan diseminasi, pengawalan teknologi dan koordinasi program pembangunan

dilakukan oleh BPTP. Secara lebih lugas, dapat dikatakan bahwa fungsi BPTP yang utama lebih diarahkan pada hilirisasi teknologi melalui kegiatan diseminasi, penyiapan materi penyuluhan, pembimbingan kepada penyuluh, dan koordinasi implementasi program pembangunan pertanian di daerah. Sementara fungsi penelitian dibawa pada tingkat Balit/Balai Besar dengan bekerja sama peneliti di BPTP. Pengelolaan semacam ini juga akan mendorong kegiatan penelitian dilakukan secara holistik dengan mengembangkan kerja sama penelitian lintas bidang kepakaran dan juga lintas institusi, sehingga akan menghasilkan teknologi yang lebih hadal. Hal yang diperlukan untuk mewujudkan hal tersebut adalah penyempurnaan perencanaan program penelitian di Balitbangtan. Program penelitian dirancang secara terpadu antar UK/UPT, dengan merumuskan program-program penelitian yang secara holistik bertujuan mengatasi permasalahan pembangunan pertanian, yang dilakukan bersama lintas UK/UPT bahkan bekerja sama dengan lembaga penelitian lainnya. Keterpaduan program penelitian lintas UK/UPT lingkup Balitbangtan adalah suatu keniscayaan.

### **2.3. Peran Balitbangtan ke Depan**

Badan Litbang Pertanian merupakan salah satu lembaga penelitian tertua di Indonesia dan berada di bawah Kementerian Pertanian. Secara historis lembaga ini awalnya merupakan bagian dari Direktorat Jenderal Teknis dan terserak di beberapa Ditjen Teknis. Sejak disatukan dalam Badan Litbang Pertanian pada awal tahun 70-an, kiprah lembaga ini terus menunjukkan hal yang menggemirakan dan keberadaannya diakui banyak kalangan.

Saat ini Balitbangtan menjadi salah satu Lembaga Induk Pembina Lembaga Litbang terbaik di Indonesia, yang diserahkan pada acara penganugerahan Apresiasi Lembaga Litbang 2018 oleh Kemenristekdikti. Selain itu saat ini Balitbangtan merupakan salah satu lembaga Litbang pemerintah yang terbanyak mendapat sertifikat pranata Litbang, melalui penetapan 6 Unit Kerja (UK)/Unit Pelaksana Teknis (UPT) Balitbangtan mendapat sertifikat akreditasi pranata litbang yaitu Balai Besar Biogen, Balai Besar Veteriner, Balitsa, Balitjestro, Balitanah, dan Balittro. Sementara itu 4 lembaga ditetapkan sebagai Pusat Unggulan Iptek (PUI) yaitu BB Biogen, Balittas, Balitsa, dan Balithi. Dua Lembaga masuk dalam pembinaan: Balitanah dan Balittri. Sedangkan 3 lembaga yaitu BB Padi, BB Pascapanen dan BB Veteriner mendapat perpanjangan sebagai PUI.

Beberapa prestasi di atas menunjukkan bahwa keberadaan Badan Litbang Pertanian telah diakui berbagai kalangan. Selain dari sisi kelembagaan, keberadaan Balitbangtan juga diakui dari sisi produk hasil penelitian. Pada kurun waktu 20 tahun pertama (1974-1994), keberadaan produk hasil penelitian Badan Litbang Pertanian sangat dirasakan oleh Eselon Satu terkait di departemen Pertanian. Beberapa model pengembangan kegiatan pertanian dalam hamparan yang luas, mulai dari Sistem Usahatani (SUT), Sistem Usaha Pertanian (SUP), sampai kepada Sistem Usahatani Padi Berorientasi Agribisnis (SUTPA), dan berbagai pendekatan lain seperti sekolah dan Prima Tani lapang telah diadopsi Direktorat Jenderal teknis menjadi program nasional Kementerian Pertanian.

Selain itu beberapa program utama Kementerian Pertanian didukung secara penuh oleh inovasi Badan Litbang Pertanian. Keberhasilan intensifikasi usahatani padi misalnya, didukung oleh varietas yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian, mulai dari IR 8 yang merupakan varietas unggul baru (VUB) hasil persilangan padi Peta dari Indonesia dengan *Dee-geo-woo-gen* dari Taiwan, dengan potensi hasil 4,5 t/ha, pada awal era BIMAS, sampai dengan beberapa varietas legendaris seperti IR64, Ciherang dan beragam varietas lainnya, baik untuk lahan irigasi, sawah tadah hujan, lahan rawa dan lahan sub optimal lainnya, jelas ini merupakan produk Balitbangtan. Demikian juga teknologi pupuk dan mekanisasi, telah didukung penuh dengan teknologi Badan Litbang Pertanian. Hampir semua keputusan penting tentang proses pembangunan pertanian telah lahir dari pemikiran peneliti Badan Litbang Pertanian atau melalui proses iterasi yang intensif yang dilakukan oleh peneliti Badan Litbang Pertanian, termasuk dengan dicanangkan kebijakan berbasis hasil penelitian.

Ke depan selain terus meningkatkan perannya di dalam Kementerian Pertanian, Badan Litbang Pertanian juga mempunyai tanggung jawab mengembangkan penelitian dan pengembangan pertanian di Indonesia, ditinjau dari sisi pengembangan aspek keilmuannya. Badan Litbang Pertanian mempunyai kewajiban menjaga marwah hasil penelitian, sehingga hasil penelitian tersebut dapat dipercaya hasilnya oleh berbagai kalangan. Masalah marwah atau kepercayaan terhadap hasil penelitian ini menjadi penting di tengah berbagai krisis terhadap hasil penelitian di Indonesia, dengan terungkapnya berbagai perilaku negatif peneliti yang menyebabkan tingkat kepercayaan berbagai kalangan terhadap hasil penelitian menjadi menurun, disamping

juga proses pelaksanaan penelitian itu sendiri yang tidak maksimal sehingga apa yang dihasilkan tidak sesuai dengan korbanan yang diberikan dari sisi pembiayaan.

Sebagai bagian dari Kementerian Pertanian, ke depan apa yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian harus dapat menjawab apa yang dibutuhkan Kementerian Pertanian dalam menggerakkan pembangunan pertanian di Indonesia. Badan Litbang Pertanian harus berada di depan sebagai pemberi arah pelaksanaan pembangunan pertanian, dan juga ada ditengah dalam mengawal pelaksanaan pembangunan pertanian, serta di belakang untuk dapat memberikan umpan balik bagi upaya perbaikan ke depan.

Memadukan upaya menjadikan Balitbangtan sebagai lembaga yang menjaga marwah kegiatan penelitian dan pengembangan pertanian di Indonesia, serta dapat berfungsi secara baik dalam memandu pembangunan pertanian yang dilaksanakan Kementerian Pertanian, merupakan tantangan yang harus dapat dijawab oleh Balitbangtan ke depan.

Ada beberapa isu utama pembangunan pertanian yang harus menjadi perhatian Balitbangtan ke depan, hal itu antara lain makin terbatasnya lahan pertanian subur, serta belum optimalnya pemanfaatan lahan marginal. Pada sisi lain kegiatan pertanian makin ditinggalkan generasi muda karena pertanian itu identik dengan kerja kotor dan miskin. Dari sisi teknis pertanian tantangan perubahan iklim yang membawa banyak konsekuensi dalam kegiatan usahatani belum banyak diantisipasi, sehingga ancaman kegagalan semakin besar. Dari sisi peneliti, berbagai perubahan dan tantangan di atas menuntut kompetensi peneliti yang semakin tinggi, sementara Balitbangtan selama 10 tahun

terakhir proses regenerasinya tidak berjalan dengan baik, sehingga ketersediaan tenaga peneliti handal semakin terbatas. Berbagai hal ini menjadikan Badan Litbang Pertanian tidak hanya perlu berbenah dalam artian bagaimana melakukan penelitian yang baik, namun juga harus bisa meyakinkan berbagai kalangan terhadap kondisi memprihatinkan yang dihadapi pertanian, di tengah kebutuhan untuk tersedianya produk pertanian secara memadai juga jadi tuntutan terhadap pelaksanaan pembangunan itu sendiri.

Belajar dari proses pelaksanaan pembangunan pertanian selama empat tahun terakhir, ada kecenderungan Badan Litbang Pertanian lebih terlihat sebagai lembaga pelaksana pembangunan pertanian, sebagaimana Ditjen Teknis lainnya. Badan Litbangtan dan Ditjen Teknis yang terlibat dalam berbagai program strategis Kementan, seperti upaya pemenuhan kebutuhan pangan dalam negeri, yang selama empat tahun terakhir dilaksanakan dalam Upaya Khusus atau UPSUS, dalam prakteknya apa yang dilakukan Balitbangtan sama saja dengan Ditjen Teknis lainnya. Semestinya apa yang dilakukan Balitbangtan adalah memberi warna yang berbeda terhadap berbagai program yang ada. Katakanlah terkait dengan konsep Lumbung Pangan Dunia 2045 yang menjadi jargon utama Kementerian Pertanian, Badan Litbang Pertanian terkesan mencari selamat dengan tidak melakukan upaya penelaahan apalagi kritisasi terhadap konsep ini.

Sebagaimana kita ketahui konsep Lumbung Pangan Dunia 2045 menargetkan pencapaian swasembada pangan untuk berbagai komoditi pada tahun yang berbeda, sebagai contoh padi, jagung,



bawang merah ditargetkan swasembada tahun 2017, dan bawang putih tahun 2022 dan seterusnya. Pertanyaan pokoknya adalah apakah pencapaian swasembada tersebut telah mempertimbangkan konsep lain dalam pembangunan pertanian, seperti konsep modernisasi pertanian yang ditulis Mardiharini dan Jamal (2017), yang menyebutkan bahwa dalam pertanian modern aspek momentum yang perlu dapat perhatian, dan itu terkait dengan persoalan nilai tambah dan kesejahteraan petani sebagai pelaku utama kegiatan usahatani. Dengan memperkaya konsep lumbung pangan dunia 2045 dengan konsep pertanian modern misalnya, maka Balitbangtan dapat memberikan berbagai masukan konstruktif terhadap konsep yang ada. Demikian juga penekanan pada upaya pemenuhan kebutuhan beberapa komoditas yang lebih berorientasi produksi, yang dalam banyak kasus tidak selalu sejalan dengan upaya peningkatan kesejahteraan petani, perlu dikritisi dan diwarnai oleh Balitbangtan.

Dari sisi operasional kegiatan, apa yang dilaksanakan saat ini dalam bentuk UPSUS yang salah satunya dengan mengusahakan luas tambah tanam atau LTT, apa yang dilakukan Balitbangtan juga tidak lebih seperti yang dilakukan Ditjen Teknis. Seharusnya Balitbangtan dapat memberi warna, dengan secara berkala melakukan kajian terhadap proses pelaksanaan program serta memberi masukan bagi penyempurnaannya. Beberapa pertanyaan menarik seperti seberapa jauh dari berbagai program tersebut efektif dalam memacu peningkatan luas tanam serta keberlanjutannya ke depan harusnya jadi perhatian Balitbangtan, sehingga Balitbangtan dapat memberikan masukan terhadap *exit strategy* bila Kementan harus beralih pada komoditi lainnya,

sebagaimana ditargetkan dalam konsep Lumbung Pangan Dunia 2045.

Upaya untuk menjaga marwah kegiatan penelitian, agar apa yang dilakukan berbagai pihak dapat dipercaya oleh pengguna, juga menjadi tantangan yang harus bisa dijawab Balitbangtan. Saat ini belum dilakukan dengan baik pemetaan pelaksana riset pertanian di Indonesia, serta hasilnya dan pemanfaatannya. Berbagai data mengungkapkan bahwa telah terjadi duplikasi kegiatan penelitian dan juga hasil riset yang dianggap biasa saja, karena apa yang dihasilkan dari suatu penelitian tidak mengandung unsur kebaruan dan lebih berupa pengulangan dari yang telah ada.

Secara faktual saat ini Balitbangtan telah diakui perannya sebagai koordinator kegiatan riset yang terkait dengan pangan dan pertanian. Hal itu ditandai dengan peran Balitbangtan dalam berbagai lembaga semacam Dewan Riset Nasional atau DRN. Ke depan sebagai imam penelitian pertanian di Indonesia maka Badan Litbang Pertanian mempunyai kewajiban untuk melakukan pemetaan siapa melakukan apa, dan hasilnya seperti apa. Selain itu perlu dibangun berbagai standarisasi terhadap hasil penelitian. Apa yang dikembangkan berupa tingkat kesiapan teknologi atau TKT merupakan bentuk upaya untuk menjaga agar hasil penelitian jelas hasilnya dan pemanfaatannya, dan ini menjadi upaya nyata dalam menjaga marwah penelitian pertanian di Indonesia, sehingga hasilnya tetap dapat dipercaya oleh berbagai kalangan.

Dari perspektif pemanfaatan hasil penelitian, dari pembahasan sebelumnya diperlukan perhatian yang lebih pada upaya pengayaan proses dari waktu ke waktu, sehingga semuanya terus

menuju kearah yang lebih baik. Proses diseminasi diarahkan pada terjadinya akumulasi pengalaman dalam berbagai kegiatan yang dilakukan, dan jelas keterkaitannya dengan kegiatan sebelumnya. Pengembangan diseminasi dilakukan berbasis pada analisis dari pembelajaran kegiatan sebelumnya. Hal kedua yang menjadi tantangan dalam diseminasi adalah pelaksanaan kegiatan tidak dapat dibuat seragam, dan dengan memberi porsi yang lebih besar pada inisiatif lokal (BPTP) untuk menginisiasi suatu pola atau pendekatan yang khas wilayah tertentu. Pengkajian dan diseminasi harus saling mengait, perlu penelaahan yang lebih mendalam terhadap keberadaan peneliti dalam kegiatan di BPTP, yang merupakan perpanjangan tangan dari kegiatan penelitian di BPTP.

Pada tingkat pelaksanaan kegiatan penelitian dalam kaitannya dengan kegiatan eselon satu di lingkup Kementerian Pertanian, kebijakan yang berbasis hasil penelitian (*output scientific based policy*), harus sudah menjadi keharusan. Untuk itu kegiatan Balitbangtan jelas keterkaitannya dengan kegiatan eselon satu terkait. Tantangan utama yang perlu dijawab Balitbangtan adalah seberapa jauh output hasil penelitian sejalan dengan kebutuhan dan menjawab permasalahan riil di lapangan, yang menjadi titik utama perhatian Ditjen Teknis. Selama ini Balitbangtan cenderung tertinggal dalam menangani berbagai persoalan aktual yang dihadapi Ditjen Teknis dilapangan.

## 2.4. Strategi Kebijakan

Upaya menjaga marwah Balitbangtan sebagai lembaga penelitian yang dipercaya masyarakat, hanya dapat direalisasikan bila hasil penelitian secara umum makin dirasakan manfaatnya oleh masyarakat. Untuk itu orientasi dari kegiatan penelitian adalah apa yang dirasakan dan dibutuhkan oleh masyarakat. Ditengah keterbatasan dana penelitian, maka tumpang tindih kegiatan riset yang sifatnya pengulangan juga perlu dihindari. Koordinasi antara Balitbangtan dengan Kemenristekdikti dan juga berbagai lembaga penelitian terkait, baik itu lembaga penelitian non-kementerian, Perguruan Tinggi, NGO dan lainnya perlu diwadahi dalam bentuk yang lebih operasional, dalam artian bisa memainkan peran sebagai lembaga yang menapis rencana riset di tingkat peneliti. Keberadaan Dewan Riset Nasional (DRN) pada awalnya diharapkan menjalankan fungsi ini, namun dalam prakteknya itu tidak berjalan dengan baik, karena rekomendasi DRN berupa Agenda Riset Nasional atau ARN tidak diacu oleh berbagai lembaga yang ada.

Pengaturan dan penapisan rencana riset di tingkat peneliti hanya mungkin dapat dilakukan melalui sinkronisasi dan koordinasi dalam pendanaan serta pemanfaatan hasil riset. Pengaturan dan penapisan hanya mungkin dilakukan bila proses pendanaan riset yang diajukan melalui proposal penelitian, dibuat terpusat dan terstandarisasi secara nasional. Kegiatan penelitian hanya akan didanai bila proposal telah memenuhi beberapa syarat, serta melalui penelaahan kelompok ahli atau *peer group*. Selain itu dalam publikasi hasil penelitian juga dipersyaratkan bahwa berbagai media ilmiah yang ada hanya akan menerbitkan hasil penelitian

yang proposalnya telah lolos dari *peer group* dan tercatat di dalam *database* riset yang dibangun bersama dalam koordinasi Balitbangtan. Untuk jangka panjang perlu pengaturan proses pendanaan riset, dimana untuk mendapatkannya lebih mengedepankan aspek kompetisi dan kompetensi dari isu yang diteliti. Dari aspek regulasi, adanya upaya penyusunan Undang-undang Sistem Inovasi Nasional dapat menjadi pintu masuk bagi berbagai pengaturan ini.

Dari internal Balitbangtan sendiri dalam menjawab berbagai tantangan di atas, diperlukan pengembangan beragam strategi yang diarahkan untuk memperkuat Balitbangtan secara kelembagaan dan juga kiprahnya di berbagai bidang dan kegiatan. Transformasi secara kelembagaan telah disusun sejak lama dalam bentuk *corporate management*, yang diselaraskan dengan kondisi dan perkembangan kegiatan Balitbangtan. Selama 4 tahun terakhir perhatian terhadap *corporate management* relatif terabaikan, sehingga secara kelembagaan dirasakan berbagai kelemahan disana-sini. Salah satu hal yang perlu mendapat perhatian adalah terkait dengan keberadaan BPTP dalam kaitannya dengan Balai Penelitian (Balit) dan lembaga penelitian lainnya.

Secara konsep BPTP merupakan perpanjangan tangan dari Balit yang berada di daerah dan mereka mengembangkan kegiatan kajian yang merupakan bentuk hilir dari penelitian di Balit. Persoalannya sekarang di BPTP juga ada peneliti yang dikelompokkan dalam kelompok peneliti sesuai bidang keahlian dan tugas yang diemban. Para peneliti ini dikategorikan sebagai pengkaji, yang melakukan kajian spesifik lokasi. Persoalannya sekarang, umumnya para peneliti ini tidak terampil dalam

menerjemahkan penelitian lanjutan yang dimaksud sebagai tupoksi mereka, ditambah lagi kegiatan padu padan antara peneliti Balit dan BPTP semakin jarang dilakukan. Kondisi aktual saat ini, para peneliti BPTP banyak yang melakukan penelitian yang mirip-mirip dilakukan peneliti Balit. Kondisi ini juga dipicu oleh pola penilaian publikasi yang belum dengan spesifik mewadahi kajian yang dimaksud sejalan dengan TUPOKSI BPTP. Sebenarnya ada bentuk kegiatan yang dinilai LIPI sebagai kegiatan kaji tindak di lahan petani, namun ini juga belum diekslore lebih jauh sehingga belum banyak dimanfaatkan pengkaji BPTP. Akibat kondisi ini maka kegiatan di BPTP lebih menyerupai kegiatan Balit.

Berbagai kerancuan ini menambah pelik posisi BPTP, ditengah beragam tugas tambahan yang telah memberatkan mereka. Ke depan BPTP perlu dikembalikan sebagai lembaga antara untuk menafsirkan hasil penelitian menjadi materi penyuluhan, yang dilakukan dengan pengkajian dan lainnya di lahan petani. Untuk itu peneliti yang ada di BPTP tidak bisa lagi mereka seperti berdiri sendiri dan terpisah dari Balit dengan membangun kelompok peneliti sendiri. Peneliti BPTP ke depan merupakan bagian atau anggota dari kelompok peneliti yang ada di Balit, dimana tugas mereka adalah melanjutkan hasil penelitian di Balit untuk lokasi spesifik lokasi. Dengan menjadi anggota Kelompok Peneliti Balit, sejak dari awal para peneliti sudah memahami rencana penelitian di Balit dan mereka dapat memperkaya rencana penelitian yang ada dengan masukan-masukan spesifik lokasi. Dengan cara seperti ini maka keterkaitan Balit dan BPTP dapat diwujudkan. Hasil kajian spesifik lokasi nantinya akan jadi bahan diseminasi yang digodok lebih jauh oleh pengkaji bersama

penyuluh. Perlu diingat bahwa keberadaan BPTP dengan menghilangkan fungsi Balai Informasi Pertanian (BIP) yang merupakan lumbung informasi untuk penyuluh, untuk itu fungsi penyuluh di BPTP juga perlu direvitalisasi agar lebih pada penyiapan materi penyuluhan bagi penyuluh dan praktisi pertanian. Sejalan dengan perkembangan teknologi IT, dibutuhkan kreatifitas yang semakin baik agar proses penyampaian inovasi dapat lebih mudah dan cepat kepada pengguna.

Dari sisi anggaran dan program diperlukan penguatan peran sekretariat Badan Litbang Pertanian. Selama ini dengan 64 Unit Kerja (UK) dan Unit Pelaksana Teknis (UPT) alokasi anggaran lebih mengikuti institusi, sehingga sebagian dana dialokasikan secara top down ke UK/UPT yang ada. Belum dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap performa UK/UPT dalam melaksanakan kegiatan penelitian, dan juga keterkaitan satu dan lainnya dalam menyelesaikan berbagai masalah riil yang dihadapi pelaku usaha ataupun eselon satu teknis di tingkat Kementerian. Pada masa lampau di Kantor Pusat Litbang selain ada sekretariat, ada Pusat Program yang mengkoordinasikan penyusunan program dan proses perencanaan di UK/UPT. Saat ini fungsi itu dilakukan oleh Sekretariat Badan dalam koordinasi kepala Bidang.

Bila ditelisik dari Renstra Balitbangtan 2015-2019, telah disepakati bahwa kegiatan Balitbangtan berbasis komoditi, sehingga Puslitbang komoditi menjadi imam dan yang lainnya menunjang. Dalam prakteknya konsep ini belum sepenuhnya diacu, dan semua UK/UPT seakan berjalan sendiri-sendiri dan sulit dicari keterkaitannya satu dengan lainnya. Selain itu alokasi

dana yang berbasis institusi ini, dan hanya dalam jumlah terbatas yang dikelola sekretariat dalam bentuk dana riset bersaing yang bersifat kompetitif, maka sudah dapat dipastikan perencanaan riset tidak dilakukan dengan baik, karena alokasi dana bukan berbasis pada proposal yang baik, dan setiap lembaga sudah pasti dapat dana seperti apapun performanya. Penguatan fungsi perencanaan di sekretariat dan untuk dana riset lebih baik disatukan di sekretariat dan alokasinya ke UK/UPT berdasarkan perencanaan atau proposal yang diajukan, dengan batasan yang telah ditetapkan konten serta pola pelaksanaannya, katakanlah kontennya jelas mau memecahkan masalah apa, dan dalam proses pelaksanaannya jelas keterkaitan antar UK/UPT yang ada, dan kerja bersama lintas bidang keahlian lebih didorong untuk riset yang arahnya pada pemecahan masalah.

Dari sisi sumberdaya manusia, karena proses regenerasi tidak berjalan dengan baik, maka keberadaan peneliti semakin langka. Makin terbatasnya jumlah peneliti, sementara dana riset secara absolut terus meningkat dari waktu ke waktu, maka setiap peneliti cenderung akan mengerjakan lebih dari satu kegiatan riset. Pola pendanaan riset yang mengikuti pendanaan Ditjen Teknis dan umumnya bersifat tahunan, menyebabkan waktu pelaksanaan riset terbatas dan peneliti banyak dibebani pekerjaan administrasi dalam pertanggungjawaban kegiatan. Semua kondisi ini menyebabkan kegiatan riset tidak dilakukan secara mendalam dan tidak terjadi akumulasi pemahaman terhadap satu topik, karena peneliti cenderung berpindah dari satu topik ke topik lainnya pada tahun yang berbeda. Kondisi ini menyebabkan sulit mencari peneliti yang mumpuni dibidangnya, yang banyak adalah peneliti yang paham banyak subjek namun hanya sebatas



kulit luarnya. Ke depan perlu peninjauan ulang terhadap penetapan topik penelitian. Data tahun 2017 di lingkup Balitbangtan ada hampir 500 topik penelitian yang tersebar dalam UK/UPT yang sebagian besar tidak jelas kaitannya dengan program utama Kementan dan cenderung parsial dikerjakan secara terpisah menurut UK/UPT. Diperlukan rasionalisasi topik dan dilakukan lintas UK/UPT dan diarahkan agar peneliti dapat melakukan akumulasi pengetahuan dari riset yang dilakukannya, sehingga kepakarannya dapat diidentifikasi dan ada kebaruan dari riset yang dilakukan dari waktu ke waktu.

### III. Visi Lembaga Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Upaya pencapaian pembangunan pertanian berkelanjutan "*Sustainable Development Goals-SDG's*" saat ini dan ke depan akan menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Mega tren perubahan terjadi karena adanya pertumbuhan populasi bumi yang terus bertambah, aspek demografi dan sosial ekonomi, peningkatan urbanisasi, perubahan iklim global, kemajuan teknologi pertanian presisi, revolusi bioteknologi, peningkatan integrasi rantai nilai, tuntutan perdagangan global serta perubahan berbagai regulasi internasional (Mohieldin, 2017).

Dengan 9,73 miliar populasi dunia pada tahun 2050, permintaan produk pertanian global diproyeksikan akan meningkat lebih dari 63% pada periode 2005 sampai 2050 (FAO 2017). Tantangan diperberat oleh kompleksitas interaksi yang signifikan antara makanan, energi dan air dalam kehidupan (FAO 2014) karena tekanan pertumbuhan penduduk dan mobilitas, pembangunan ekonomi, perdagangan internasional, urbanisasi, diversifikasi pangan, perubahan budaya dan teknologi, serta perubahan iklim (Hoff 2011). Penggunaan air terbesar (70% dari penarikan air tawar global) adalah sektor pertanian (FAO 2011a), disertai dengan konsumsi 30% dari total energi global (FAO 2011b) yang diperkirakan akan semakin memburuk seiring dengan tuntutan 60% kebutuhan bahan pangan harus diproduksi untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia pada tahun 2050. Konsumsi energi global diproyeksikan akan tumbuh hingga 50% pada tahun 2035 (IEA 2010), sementara total penarikan air global untuk irigasi diproyeksikan meningkat 10% pada tahun 2050 (FAO 2011a).

Di satu sisi, pertumbuhan pendapatan negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah akan mempercepat transisi pola makan menuju konsumsi daging, buah-buahan dan sayuran yang lebih tinggi, dibandingkan dengan sereal. Perubahan tersebut membutuhkan perubahan persediaan output yang sepadan dan berakibat memperparah tekanan terhadap sumberdaya alam. Pertumbuhan ekonomi dan dinamika populasi tersebut akan mendorong perubahan struktural ekonomi, diperkirakan akan terjadi penurunan pangsa pertanian dalam hal total produksi dan penyerapan tenaga dengan kecepatan dan bentuk tantangan yang berbeda di berbagai wilayah. Meskipun investasi pertanian dan inovasi teknologi meningkatkan produktivitas, pertumbuhan hasil akan melambat bahkan menuju tingkat yang sangat rendah (FAO, 2017), dikarenakan antara lain 25% lahan pertanian telah terdegradasi secara kuat akibat dari hamper 80% penebangan hutan telah dilakukan untuk kegiatan pertanian, sehingga diperlukan perkiraan biaya investasi bagi pengelolaan irigasi di negara berkembang sebesar 1 trilyun US\$ hingga tahun 2050.

Dengan berbagai faktor tersebut, urgensi pembangunan pertanian ke depan mengisyaratkan pentingnya bertransformasi menuju pertanian modern yang mampu mewujudkan keberlanjutan sistem pangan dan pertanian sekaligus menjamin kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan. Orientasi pembangunan pertanian modern adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat petani sebagai pelaku utama pembangunan pertanian. Konsep yang diusulkan untuk dibangun melalui proses transformasi adalah *digital farming* yaitu suatu evolusi inovasi berbasis *precision farming* dengan memanfaatkan elemen dan

teknologi kunci dalam industri 4.0 untuk seluruh praktek pertanian dan proses produksi dari hulu-hilir secara tepat (presisi), efisien dan berdaya saing. Konsep tersebut sering disebut sebagai pertanian 4.0 atau *Farming 4.0* (Braun et al, 2018). Lebih jauh, Wyman (2018) menegaskan bahwa pentingnya pertanian presisi sebagai wujud memenuhi tuntutan kebutuhan pangan global di masa depan didasari oleh empat faktor utama yaitu demografi, kelangkaan sumberdaya alam, perubahan iklim, dan limbah makanan.

Untuk mewujudkan pembangunan pertanian yang diharapkan tersebut, diperlukan proses pemahaman beradaptasi dan ketepatan menentukan strategi bertransformasi sehingga berdampak pada pencapaian kesejahteraan masyarakat petani. Proses transformasi sekaligus bergerak bersama menciptakan “inovasi modern” dalam keseluruhan proses produksi pangan dari hulu hingga hilir secara efisien, produktif dan berdaya saing. Salah satu strategi pencapaiannya adalah mengembangkan inovasi pertanian presisi “*precision farming*” dengan karakteristik antara lain memiliki daya saing tinggi, inklusif bagi perbaikan kesejahteraan petani, serta mampu mewujudkan keberlanjutan sistem pangan dan pertanian, sekaligus memperkuat ketahanan pangan, air dan energi (FAO, 2017; FAO 2014).

### **3.1. Transformasi Pertanian 4.0**

Revolusi industri ke-empat merupakan konsep industri yang mendigitalisasi seluruh aspek manufaktur dan berpengaruh pada berbagai bidang kehidupan. Pada era ini penerapan digitalisasi

berkembang di berbagai negara (termasuk pertanian digital) yang mengintervensi penggunaan robot menggantikan fungsi manusia, mulai dari sistem produksi hingga dihasilkannya produk akhir sehingga menjadi lebih efisien dan produktif. Hadirnya istilah industri 4.0 sendiri, pertama kali dicetuskan di Jerman pada tahun 2011 (Kagermann *et al.* 2011) dimana transformasi industri 4.0 menjadi bagian dari kerangka kebijakan dan rencana pembangunan negara Jerman yang dikenal dengan *High-Tech Strategy 2020* untuk mempertahankan agar Jerman selalu menjadi terdepan dalam dunia manufaktur (Heng 2013). Dalam perkembangannya selain Jerman, beberapa negara yang saat ini telah memiliki arah kebijakan dan program pembangunan industri 4.0 diantaranya adalah Inggris, Amerika Serikat, China, India, Jepang, Korea, dan Vietnam.

Perkembangan pesat teknologi sensor, interkoneksi, dan analisis data melandasi munculnya gagasan untuk mengintegrasikan seluruh teknologi ke dalam berbagai bidang industri. Gagasan inilah menjadi konsep lahirnya revolusi industri ke-empat yang menjadi fenomena menarik karena peristiwa nyata industri 4.0 masih berproses untuk diwujudkan dan saat dicetuskan masih berbentuk gagasan (Drath dan Horch 2014). Dalam perkembangannya, dipergunakan istilah berbeda oleh beberapa negara untuk turut serta mewujudkan konsep industri 4.0 seperti dikenal *Smart Factories*, *Industrial Internet of Things*, *Smart Industry*, atau *Advanced Manufacturing*. Kehadiran industri 4.0 memiliki tujuan untuk meningkatkan daya saing industri di setiap negara dalam menghadapi pasar global yang sangat dinamis dan pesatnya perkembangan pemanfaatan teknologi digital di berbagai bidang.

Industri 4.0 merupakan transformasi komprehensif dari keseluruhan aspek produksi di industri melalui penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional yaitu sebuah lingkungan industri di mana **seluruh entitasnya selalu terhubung dan mampu berbagi informasi satu dengan yang lain dengan penekanan pada unsur kecepatan dari ketersediaan informasi** (Schlechtendahl *et al.* 2015). Pengertian yang lebih teknis disampaikan oleh Kagermann dkk (2013) bahwa industri 4.0 adalah integrasi dari *Cyber Physical System-CPS* dan *Internet of Things and Services* (IoT dan IoS) ke dalam proses industri manufaktur dan logistik serta proses lainnya. Inti dari industri 4.0 difokuskan pada penciptaan produk, proses, dan prosedur yang cerdas. Terdapat lima teknologi yang menjadi kunci dalam industri 4.0 adalah *Artificial Intelligence (AI)*, *Internet of Things (IoT)*, *wearable (AR/VR)*, *Advance Robotic*, dan *3D Printing* (AT Kearney 2018). Revolusi industri 4.0 memanfaatkan teknologi terbaru untuk menghubungkan bidang produksi fisik, digital dan biologis dengan evolusi dan lima kunci teknologi yang menggerakkan. Adapun inti dari visi industri 4.0 adalah pada *Internet of Things* dan *Internet of Services* (Crnjac, *et.al* 2017).

CPS merupakan teknologi yang digunakan untuk menggabungkan antara dunia nyata dengan dunia maya yang dapat diimplementasikan melalui integrasi antara proses fisik dan komputasi (teknologi *embedded computers* dan jaringan) secara *close loop* (Lee 2008). Industri 4.0 adalah adalah sekumpulan teknologi dan organisasi rantai nilai berupa *smart factory*, CPS, IoT dan IoS (Hermann *et al* 2016). *Smart factory* merupakan pabrik modular dengan teknologi CPS yang dimungkinkan melakukan monitor proses fisik produksi, menampilkan secara virtual, dan melakukan

desentralisasi pengambilan keputusan. Pendekatan baru terhadap produksi sebagai “produk pintar” selalu dapat diidentifikasi dan terlacak (*traceable*). Melalui IoT, CPS mampu saling berkomunikasi dan bekerja sama secara *real time* termasuk dengan pelaku. IoS adalah semua aplikasi layanan yang dapat dimanfaatkan oleh setiap pemangku kepentingan baik secara internal maupun antar organisasi.

Hasil keseluruhan dari rangkaian *smart factory* bermanfaat bagi optimalisasi produk, proses dan seluruh rantai pasokan untuk dapat terus ditingkatkan. Keseluruhan rangkaian terhubung dalam teknologi *cloud* terpercaya berbasis jaringan. Teknologi *cloud* menyediakan pusat data "pintar", layanan dan aplikasi sehingga pengguna (perusahaan) dapat mencapai biaya operasional yang lebih rendah dan efisien. Dengan pendekatan baru tersebut memungkinkan produksi sesuai dengan kebutuhan pelanggan individu. Dengan IoT dan IoS berarti terfasilitasinya konektivitas dengan banyak pelaku orang, benda dan mesin di banyak lokasi. Produk, alat transportasi dan keseluruhan instrumen "bekerja sama" untuk menciptakan setiap langkah produksi yang lebih baik melalui konektivitas antara dunia maya dan objekfisik di dunia nyata. Secara lebih pragmatis, makna dari industri 4.0 adalah era industri dimana seluruh entitas didalamnya dapat saling berkomunikasi secara *real time* kapan saja berbasiskan pemanfaatan teknologi internet dan CPS guna mencapai tujuan tercapainya kreasi nilai baru ataupun optimasi nilai dari setiap proses di industri (Prasetyo dan Sutopo 2018).

## Skenario Pertanian 4.0 di Indonesia

Berpijak pada perspektif upaya untuk mewujudkan pembangunan pangan dan pertanian berkelanjutan, menjadi sebuah tantangan bagi bangsa Indonesia untuk memperkuat kapasitas dan bertransformasi mewujudkan pertanian modern di Indonesia. Pembangunan pertanian modern di masa depan diarahkan untuk dapat menarik minat generasi muda (generasi milenial) untuk bekerja dan menggeluti sektor pertanian. Orientasi utama pembangunan pertanian modern adalah penerapan pertanian presisi untuk meningkatkan efisiensi, nilai tambah dan daya saing yang memberikan kesejahteraan masyarakat petani sebagai pelaku utama pembangunan pertanian. Konsep pertanian masa depan yang diusulkan untuk dibangun melalui proses transformasi adalah *digital farming* (pertanian digital) yaitu suatu evolusi inovasi berbasis *precision farming* yang pada hakekatnya telah lama menjadi pokok pemikiran namun belum terwujud di Indonesia dengan memanfaatkan semua pengetahuan yang tersedia didukung oleh perangkat teknologi yang semakin canggih.

Pertanian digital (*digital farming*) adalah implementasi pertanian presisi ke sistem produksi pertanian berbasis pengetahuan. *Digital farming* selain memanfaatkan teknologi pertanian, namun sekaligus terkait dengan jaringan cerdas dan alat manajemen data sehingga dapat menggunakan semua informasi dan keahlian yang tersedia untuk memungkinkan otomatisasi keseluruhan proses di bidang pertanian secara berkelanjutan. Pertanian digital secara struktural mirip dengan konsep industri 4.0, dengan parameter dalam proses produksi pertanian agak berbeda dari proses



industri, dikarenakan pertanian sangat ditentukan oleh faktor alam dan biologis. Dalam perkembangan implementasinya, pertanian digital menjadi bagian tidak terpisahkan dan salah satu bentuk dari evolusi bidang dan teknik pertanian presisi (*precision farming*) dan pertanian cerdas (*smart agriculture*) yang saling terhubung dalam satu rantai produksi hulu-hilir (CEMA 2017).

Dalam kerangka implementasinya, kegiatan pertanian tidak banyak berubah mulai dari pengolahan lahan, perbenihan, penanaman, pemeliharaan, panen dan pasca panen hingga pemasaran dan penyampaiannya kepada konsumen tetap dilakukan, namun dalam praktek yang semakin efisien, kreatif dan berdaya saing. Dalam pertanian digital yang relatif baru adalah ketersediaan beragam inovasi yang dapat dimanfaatkan oleh petani dalam berbagai cara dan strategi. Tindakan analisis, peralatan digital dan keputusan-keputusan agronomis dalam pola interaktif, membantu mengarahkan petani untuk mengambil keputusan secara tepat dalam pemanfaatan lahan mereka, dan cara penerapan usahatani. Perlindungan tanaman agar berproduksi dengan baik lebih diarahkan berdasarkan pemanfaatan dan pengolahan data secara lebih akurat. Melalui pertanian presisi dapat membantu petani sekaligus berurusan dengan sejumlah tantangan yang dihadapi seperti kelangkaan air, keterbatasan lahan, perhitungan pembiayaan dan permintaan kuantitatif pasar.

Peningkatan efisiensi, produktivitas, serta daya saing proses dan produksi pertanian, dipengaruhi oleh penerapan pertanian digital sebagai salah satu bentuk kebutuhan *precision farming* dalam sistem produksi pertanian. Penerapan manajemen pertanian

digital berbasis informasi dan teknologi memungkinkan melakukan identifikasi, analisis, dan pengelolaan variabilitas untuk mencapai keuntungan optimal, keberlanjutan, dan perlindungan sumberdaya. Hal ini berarti akan menjadi alternatif solusi dalam membangun pertanian modern dan berkelanjutan yang mampu menjawab permasalahan dan tuntutan pertanian di saat ini dan masa mendatang.

*Digital farming* atau usahatani digital sebagai salah satu ciri pertanian modern memerlukan perencanaan menyeluruh yang dalam jangka panjang bermuara pada perbaikan kesejahteraan petani. Rencana tersebut harus merefleksikan keterpaduan dalam pelaksanaannya yang menggambarkan keterkaitan timbal balik antar komponen-komponen yang terlibat didalamnya. Proses transformasi dan jenjang-jenjangnya serta keterkaitan antar komponen-komponennya merupakan suatu pola pikir baru yang perlu dipahami dengan persepsi yang sama oleh berbagai pemangku kepentingan (*stakeholder*) yang terkait seperti industri, jasa, infrastruktur, penelitian dan pengembangan pertanian, pendidikan, disamping otoritas Kementerian Pertanian.

Banu (2015) menjelaskan bahwa melalui penerapan precision farming pada aspek hulu cara bertani dan praktek sistem budidaya, teknologi informasi baru dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik tentang banyak hal terkait proses dan produksi pertanian. Teknologi pertanian presisi akan menjadi alternatif untuk meningkatkan profitabilitas dan produktivitas. Pertanian presisi berorientasi pada peningkatan efisiensi yang dapat diwujudkan dengan memahami dan menangani variabilitas sumberdaya alam yang ditemukan dalam

suatu wilayah, dengan tujuan untuk mengelola dan mendistribusikan input berbasis agroekosistem untuk memaksimalkan manfaat jangka panjang.

Di beberapa negara maju *monitoring* dan menghimpun data dan informasi dilakukan secara kontinyu. Segala informasi terkait kegiatan pertanian secara praktis telah dilakukan sejak pertengahan tahun 1980-an. Kegiatan tersebut dilakukan menggunakan teknologi informasi spasial yang berkembang pesat hingga saat ini. Pada awalnya kegiatan dilakukan untuk menekan biaya produksi pertanian dan meminimalkan efek kegiatan pertanian terhadap lingkungan. Strategi tersebut dikenal dengan *precision farming*. Manajemen pertanian secara konvensional berbeda dibandingkan dengan *precision farming* dalam penggunaan teknologi informasi spasial yang digunakan untuk mengumpulkan, memproses dan menganalisa berbagai sumber data spasial pertanian (pembibitan, pemupukan, pestisida, irigasi) secara kontinyu, sebagai pendukung keputusan untuk optimalisasi hasil pertanian. Beberapa komponen teknologi spasial yang berperan dalam mendukung *precision agriculture*, adalah *remote sensing*, sistem informasi geografis, *global positioning system* dan komputer yang menyimpan semua data dan informasi secara operasional dalam satu sistem control (Darmawan 2007). *Precision farming* dapat diwujudkan melalui penggunaan alat dan teknologi yang digerakkan oleh TIK untuk meningkatkan pengambilan keputusan melalui informasi yang akurat, dapat diandalkan dan tepat waktu.

Dalam penerapan *precision farming*, data yang dikumpulkan adalah data pokok yang terdiri atas lahan usahatani dan pertanian,

pembibitan, karakteristik dan nutrisi lahan, sumberdaya air, pupuk yang dibutuhkan, insektisida, pestisida dan bahan organik lainnya serta data penunjang seperti dinamika cuaca, banjir dan data lainya yang disesuaikan dengan kondisi daerah untuk menunjang kegiatan pertanian. Ketersediaan data spasial tersebut memudahkan manajemen dan analisis data sehingga dapat menghasilkan informasi tekstual-spasial. Hal yang harus diperhatikan adalah data yang digunakan, intepretasi, analisis data dan implementasi harus menggunakan skala dan waktu yang sesuai. Dapat ditegaskan dalam hal ini bahwa praktek pertanian presisi, penerapan input yang sama di seluruh wilayah menjadi tindakan keliru, karena meningkatnya biaya input akan berakibat penurunan margin antara input dan harga komoditas.

Akses terhadap data berkualitas adalah kunci untuk membuat kebijakan efektif dan intervensi terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan pada 2030. FAO dan Google (FAO 2016) telah bermitra untuk membuat penginderaan jarak jauh secara lebih efisien dan data lebih mudah diakses. Dalam aplikasinya, penggunaan UAV "*Unmanned Aerial Vehicles*" yang lebih dikenal drone di bidang pertanian berkembang dengan cepat baik bagi produksi tanaman, sistem peringatan dini, pengurangan risiko bencana dan berbagai kepentingan lain. Terkait produksi tanaman, pertanian presisi menggabungkan data sensor dan pencitraan dengan analisis data *real-time* untuk meningkatkan produktivitas pertanian melalui pemetaan keragaman spasial di lapangan.

Mendukung pertanian presisi, *drone* dapat melakukan penilaian tingkat kesuburan tanah, memantau kesehatan tanaman,

membantu merencanakan jadwal irigasi, pemberian pupuk, memprediksi dan memberikan data yang berharga untuk analisis cuaca. Data dikumpulkan melalui drone untuk dikombinasikan dengan sumber data lain disertai analisis alternatif solusi dapat memberikan informasi yang bisa ditindaklanjuti secara akurat. *Smarter Agriculture* (Precisionhawk 2017) menawarkan *platform* terintegrasi untuk menggunakan data dari drone, sensor, dan perangkat lain untuk mengotomatisasi dan mengoptimalkan pengelolaan pertanian, misalnya dikenal AgVault Sentera (Sentera 2017) memiliki kemampuan menangani data yang kemudian digunakan untuk melacak tahap pertumbuhan tanaman, gulma, pemadatan tanah, kerusakan karena badai dan banyak tujuan pengelolaan pertanian lainnya. Crnjac *et.al.* (2017) menegaskan bahwa dari aspek hilir, penerapan pertanian digital dalam industri 4.0, terdapat perubahan yang difokuskan pada siklus hidup suatu produk, sehingga perusahaan dapat membangun produksi yang cerdas. Beberapa perubahan akan terjadi dan mewarnai dalam operasi manufaktur bila dibandingkan dengan era industri sebelumnya (industri 3.0). Sistem informasi pada revolusi industri 3.0 lebih dikaitkan dengan proses, tetapi untuk industri 4.0 terkait dengan produk. Sebuah paket unik berubah menjadi sistem terintegrasi yang menghubungkan semua informasi. Sistem informasi yang sederhana pada tahap sebelumnya berubah menjadi *platform* cerdas, serta kerja sama dan komunikasi dilakukan melalui infrastruktur dari pada melalui saluran komunikasi yang telah ditentukan.

## Transformasi Menuju Pertanian 4.0

Mewujudkan pembangunan pangan dan pertanian masa depan dilakukan dengan tetap berorientasi dan memperhatikan status pembangunan pertanian saat ini sekaligus memperhatikan dinamika lingkungan strategis baik global maupun nasional. Pertanian modern di era industri 4.0 antara lain bercirikan perubahan cara-cara menjalankan bisnis pertanian dan agro-industri pada umumnya dan gelombang inovasi yang didukung oleh teknologi berbasis *cyber* yang semakin canggih.

Pembangunan pertanian saat ini masih ditandai dengan profil kemiskinan di pedesaan yang menjadi perhatian utama hadirnya kebijakan peningkatan kesejahteraan petani. Data sensus pertanian tahun 2013 menunjukkan bahwa Rumah Tangga Usaha Pertanian (RTUP) sebanyak 26,1 juta didominasi (sebanyak 98,53%) oleh pengguna lahan dengan RTUP yang bukan pengguna lahan hanya 1,47% (sebanyak 384 ribu rumah tangga). Dari 98,53% RTUP pengguna lahan, sebesar 55,33% adalah petani gurem dengan pengusahaan lahan <0,5 hektar (Simatupang 2018). Kepemilikan lahan saat ini semakin menyempit rata-rata 0,3 ha per rumah tangga petani, bahkan lahan pertanian secara rata-rata di Indonesia hanya 0,23 ha per kapita, sepertiga dari rata-rata dunia (OECD2012). Kondisi ini membutuhkan beberapa tahapan transformasi dan penetapan alternatif solusi secara tepat sehingga penyelesaian permasalahan pembangunan pertanian dapat tuntas.

Industri 4.0 sebagai sebuah paradigma mencerminkan strategi manufaktur, bisnis dan industri yang memiliki karakteristik: (a) Integrasi vertikal antar seluruh jejaring nilai tambah; (b) *End to*

*end engineering* sepanjang *product life cycle*; dan (c) Integrasi vertikal dan jejaring *manufacturing system*. Bagi Indonesia, kemajuan teknologi industri 4.0 sesungguhnya potensial untuk mendorong revolusi pertanian masa depan di Indonesia yaitu berupa pertanian digital cerdas. Tuntutan tersebut selaras dengan arah pembangunan pertanian masa depan yang secara tegas disebutkan dalam Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2013-2045, yaitu membangun pertanian bioindustri berkelanjutan. Wujud pembangunan pertanian bioindustri adalah pembangunan industri pertanian (agroindustri) yang terintegrasi dalam sebuah sistem keterkaitan secara menyeluruh dari hulu hingga hilir (*from land to table*) secara berkesinambungan.

Masalah dan tantangan utama yang dihadapi dalam implementasi *digital farming* adalah harus selaras dengan perkembangan industri 4.0, bersifat adaptif dan dijamin keberlanjutannya. Generasi milenial diharapkan mengambil inisiatif dalam pelaksanaan *digital farming* dan melakukan penetrasi untuk memulai transformasi kearifan lokal menuju *digital farming* yang dapat dimulai dengan *precision farming*. Beberapa hambatan dan tantangan untuk dapat beradaptasi dan bertransformasi menuju pertanian era industry 4.0 dapat diidentifikasi sebagai berikut : (i) Mayoritas peralatan pertanian saat ini masih belum memenuhi peralatan yang dibutuhkan dalam teknologi digital dan belum saling terkoneksi; (ii) Petani untuk dapat menggunakan teknologi baru memerlukan perluasan kompetensi teknologi; (iii) Infrastruktur telekomunikasi yang tidak memadai di wilayah perdesaan; (iv) Jaminan terhadap proteksi dan keamanan data; (iv) Setelah data dikumpulkan harus dapat diorganisasi dan dianalisis dalam sebuah "*big data*"; dan (v) Solusi mandiri yang harus dihindari.

Secara mikro, tantangan utama yang dihadapi misalnya bagaimana petani dan buruh tani yang umumnya miskin dan masih dominan di perdesaan mendapat prioritas untuk ditampung di perkotaan dan melaksanakan program khusus di bidang jasa dan industri. Hal ini dapat dianggap sebagai transformasi fase pertama untuk memungkinkan terjadinya transformasi fase kedua menuju *digital farming*. Meningkatnya jumlah petani gurem (data sensus pertanian 2013 sebesar 55,33% dari RTUP pengguna lahan adalah petani gurem yang menguasai lahan kurang dari 0,5 hektar) atau berkurangnya pendapatan dari pertanian dapat membuat anggota keluarga enggan bekerja di pertanian dan keluar dari pertanian karena tidak ada pilihan lain sehingga menjadikan keluarga tani tidak sejahtera. Selain itu, pemikiran untuk melakukan transformasi pertanian sehingga dapat menarik minat generasi muda “generasi milenial” bergelut dan menekuni sektor pertanian dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat petani sebagai arus utama pelaku pembangunan menuju pertanian masa depan sangat relevan dengan bergulirnya pertanian modern dalam konteks era industri 4.0.

Dalam perspektif pengelolaan transformasi struktural, penguasaan lahan dan pendapatan petani dipandang sebagai faktor yang dapat mempertahankan regenerasi petani, kesejahteraan petani dan keberlanjutan kemandirian pangan (Simatupang 2018). Petani tetap setia pada sektor pertanian bila menguasai lahan yang cukup luas sehingga memperoleh pendapatan yang cukup tinggi untuk hidup sejahtera dan terbebas dari kemiskinan. Lahan atau modal dasar berusahatani menjadi kunci kesejahteraan petani. Transformasi yang menyejahterakan



(*welfare enhancing*) adalah bila petani keluar dari pertanian karena memperoleh kesempatan kerja atau berusaha yang lebih baik di sektor non-pertanian (industri). Transformasi menyjahterakan dapat didorong melalui peningkatan pendidikan keluarga tani (paling rendah sekolah lanjutan atas) dan pemacuan pembangunan sektor non-pertanian (khususnya di pedesaan).

Bagi pertanian rakyat Indonesia proses transformasi bertujuan mendorong masyarakat petani berorientasi kearah tiga dimensi upaya yang merefleksikan ketangguhan ekonomi, ekologi dan sosial, dalam menghadapi berbagai guncangan baik internal maupun eksternal. Kesejahteraan petani baik masa sekarang maupun masa depan pada hakekatnya tercapai apabila ketangguhan ketiga dimensi tersebut terwujud dalam suatu proses interaktif dan harmonis. Tantangan yang dihadapi adalah bagaimana menciptakan suatu masyarakat belajar atau *learning society* yang digerakkan oleh generasi muda atau generasi milenial yang mungkin kontradiktif dengan kearifan lokal yang umumnya diwarisi melalui generasi senior di pedesaan.

Dalam perkembangan lebih lanjut *precision farming* berkembang menjadi *precision agriculture* di sepanjang rantai pasok dari hulu hingga hilir dengan ciri semakin meningkatkan daya saing, dan meningkatkan ketahanan air, pangan, dan energi dalam mendukung keberlanjutan ketahanan pangan dan pertanian secara menyeluruh. Pertanian digital merupakan penguasaan teknologi yang semakin canggih dengan efisiensi yang semakin meningkat dalam keseluruhan proses dari hulu ke hilir, meningkatkan nilai tambah dan pada akhirnya memperkuat daya saing komoditi pertanian dalam perdagangan internasional.

Namun demikian Inisiatif pelaksanaannya diprioritaskan pada *digital farming* atau usahatani digital karena penduduk yang mengusahakan usahatani pangan merupakan populasi terbesar.

Seperti telah dikemukakan sebelumnya pelaksanaan pertanian digital ditentukan oleh kehadiran generasi milenial yang berminat mengembangkan *precision farming* atau *digital farming*. Tantangan yang dihadapi adalah bagaimana mempersiapkan sumberdaya manusia generasi muda yang akan dilatih menjadi generasi milenial yang berminat di bidang pertanian. Generasi tersebut akan menjadi aktor utama menggantikan generasi senior berbasis kearifan lokal. Kualitas konsumsi pangan dan gizi sangat menentukan kelahiran generasi milenial di perdesaan dan sekaligus sangat strategis dalam memperkuat ketahanan pangan secara berkelanjutan. Disamping transformasi kebijakan yang memberi peluang bagi petani miskin dan buruh tani bekerja di perkotaan, transformasi kebijakan di perdesaan diperlukan untuk memperbaiki kualitas konsumsi pangan dan gizi Rumah Tangga Petani di perdesaan. Selanjutnya diperlukan transformasi sumberdaya manusia melalui pendidikan dan penyuluhan pertanian yaitu untuk mempersiapkan generasi muda di perdesaan dan apabila mungkin di perkotaan untuk menjadi generasi muda milenial yang bergerak di bidang pertanian. Generasi muda yang dipersiapkan terutama yang berbakat dan mempunyai kemampuan wirausaha (*entrepreneurship*) di bidang pertanian.

Terdapat tiga jenjang transformasi yang diperlukan sebelum transformasi menuju *digital farming* yaitu: pertama transformasi petani dan buruh tani untuk bekerja di perkotaan dan kedua

transformasi ketahanan pangan di perdesaan untuk memperbaiki kualitas konsumsi pangan dan gizi Rumah Tangga Petani, dan yang ketiga adalah transformasi pendidikan dan penyuluhan pertanian untuk mempersiapkan kader-kader yang berminat terhadap *digital farming* dan yang berbakat wirausaha. Transformasi tersebut apabila berhasil akan memperkuat kemampuan pertanian rakyat sebagai pilar utama dalam mendukung ketiga dimensi ketangguhan yaitu ekonomi, ekologi, dan sosial sebagai prasyarat menuju pertanian modern atau pertanian masa depan.

Terkait dengan transformasi ketahanan pangan di perdesaan, keberhasilan pencapaiannya ditentukan oleh kemampuan menggerakkan transformasi sistem pertanian di perdesaan. Beberapa aspek penting dan perlu diperhatikan sehingga dapat mengungkit transformasi sistem pertanian di perdesaan adalah:

- (i) Di negara-negara yang mengalami transformasi akhir dengan prospek terbatas untuk industrialisasi, agroindustri mungkin merupakan sumber pekerjaan yang penting bagi mereka yang keluar dari pertanian;
- (ii) Meningkatnya permintaan makanan dan pola makan bergeser dari makanan pokok, dapat menghadirkan peluang penting bagi industrialisasi di negara-negara yang mengalami transformasi akhir;
- (iii) Kota-kota kecil dapat menjadi saluran dalam transformasi pedesaan sebagai titik intermediasi dan pengembangan agro-industri;

- (iv) Pengembangan kawasan pertanian “agro-territorial” yang menghubungkan kota-kota kecil dengan "daerah tangkapan" pedesaan mereka dapat sangat meningkatkan akses perkotaan terhadap pangan dan peluang bagi masyarakat miskin pedesaan
- (v) Kunci sukses pendekatan pengembangan kawasan pertanian adalah adanya keseimbangan pembangunan infrastruktur dan kebijakan intervensi spektrum keterkaitan pedesaan dan perkotaan;
- (vi) Layanan dan fasilitasi publik diperlukan untuk memfasilitasi bisnis dalam sistem pangan dan di sepanjang spektrum perkotaan-pedesaan;

Pada akhirnya transformasi menuju pertanian masa depan adalah suatu proses yang kompleks yang memerlukan pemahaman menyeluruh dan dalam pelaksanaannya memerlukan koordinasi dan komitmen politik yang kuat oleh pemerintah. Untuk menjawab tantangan yang dihadapi diperlukan inisiatif dari Kementerian Pertanian (Kementan) untuk mulai menyusun rancangan komprehensif dan strategis yang perlu disepakati oleh berbagai pemangku kepentingan yang terkait dan untuk membangun kesamaan dan keterpaduan pola pikir dalam mempersiapkan pelaksanaan baik usahatani digital maupun pertanian digital.

Dikaitkan dengan implementasi kegiatan strategis Kementan saat ini, pengembangan kawasan menjadi kebijakan yang dapat didorong terintegrasi dengan transformasi menuju pertanian modern masa depan tersebut. Dengan telah diterbitkannya Peraturan Menteri Pertanian (PERMENTAN) Nomor: 18 Tahun

2018 tentang Pengembangan Kawasan Berbasis Korporasi yang sedang dalam proses iterasi penyempurnaan memberikan makna sebagai *entry point* untuk membangun dan mewujudkan pembangunan pertanian Indonesia berkarakter di masa depan. Dalam implementasinya harus dimulai dengan mengidentifikasi kondisi aktual dan potensi pengembangannya sehingga diperoleh data permasalahan dan potensi memajukan kawasan termasuk pelaku usaha.

Kondisi infrastruktur fisik dan konektivitas jaringan pertanian di Indonesia dan kapasitas pelakunya bila dipetakan per kawasan, saat ini masih banyak yang masuk kategori teknologi industri 2.0. Terdapat beberapa kawasan pertanian telah mencapai kategori teknologi industri 3.0 dengan basis *Information and Communication Technology-ICT/digitalisasi* dan *precision farming*. Berpijak dari beberapa hal tersebut, agar mendapatkan acuan bersama dalam bertransformasi mewujudkan pembangunan masa depan yang diharapkan diperlukan beberapa langkah kebijakan, antara lain: (i) Perlu dirumuskan kebijakan pengembangan pertanian 4.0 bagi Indonesia ke dalam RPJM dan Rencana Strategis (Renstra) Pembangunan Pertanian dan inisiasi penyusunan *roadmap* menuju pertanian era industri 4.0, yaitu *roadmap* transformasi menuju pertanian digital cerdas; (ii) Design pertanian digital cerdas (era industri 4.0) diupayakan memperkuat pertanian rakyat dan inklusif bagi petani kecil; dan (iii) Penyesuaian dan adaptasi teknologi digital yang menjadi basis pertanian 4.0 sehingga *kompatible* dengan kondisi sistem usahatani, logistik dan keseluruhan rantai produksi pertanian Indonesia.

### 3.2. Peran Litbang di Era Revolusi Industri 4.0

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat pada awal abad 20 telah melahirkan teknologi informasi dan proses produksi yang dikendalikan secara otomatis sebagai penanda revolusi industri 3.0. Fase ketiga (3.0) memasuki tahapan keseragaman secara massal yang bertumpu pada integrasi komputerisasi. Mesin industri tidak lagi dikendalikan oleh tenaga manusia tetapi menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) atau sistem otomatisasi berbasis komputer. Dampaknya, biaya produksi menjadi semakin murah. Revolusi industri 4.0 mendorong sistem otomatisasi di dalam semua proses aktivitas. Pada fase keempat (4.0) telah digunakan digitalisasi dan otomatisasi perpaduan internet dengan manufaktur, yang ditandai dengan penerapan teknologi *autonomous vehicle*, drone, aplikasi media sosial, bioteknologi dan nanoteknologi pada berbagai bidang pertanian. Isu pangan global dan pertanian nasional menjadi pijakan untuk bertransformasi melakukan skenario pembangunan pertanian modern yaitu *precision agriculture* yang diyakini akan mampu menjawab pemenuhan ketahanan pangan, pengurangan kemiskinan serta keberlanjutan sistem pangan dan pertanian.

Beragam teknologi inovatif yang futuristik dan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi "*Information and Communication Technology-ICT*" sangat diperlukan guna membangun pertanian presisi "*precision agriculture*" era industri 4.0. Dalam konteks era Industri 4.0, kemajuan *Internet of Things* (IoT) semakin banyak digunakan di sektor pertanian untuk memenuhi tantangan memperoleh informasi bermakna dan dapat

ditindaklanjuti dari pemanfaatan “*big data*” yang dihasilkan oleh sistem. Dengan tiga dimensi utama dari “*big data*” berupa volume yang sangat besar, *velocity* tinggi dan *variety* yang luas, berbagai analisis *big data* dapat diambil berbagai wawasan yang mendasari aspek pengambilan keputusan yang lebih baik bagi pembangunan pertanian. Pemanfaatan pertumbuhan dan potensi transformatif teknologi informasi dan komunikasi (TIK) mampu menyediakan *platform* luar biasa tidak hanya untuk mengatasi beberapa tantangan yang dihadapi, tetapi akan menjadi alternatif solusi dalam membangun pertanian modern dan berkelanjutan di masa depan.

Dalam perubahan tersebut, lembaga penelitian dan pengembangan memainkan peran penting dalam penciptaan pengetahuan dan teknologi inovatif yang futuristik sejalan dengan perkembangan Industri 4.0. Marwah utama implementasi pembangunan pertanian modern adalah kemampuan dan kekuatan inovasi, sehingga produk pertanian memiliki keunggulan efisiensi dan daya saing (Pasandaran 2017). Pembangunan pertanian modern yang dibangun sekaligus menjawab tuntutan dinamika lingkungan kompetitif yang sedang bergulir yaitu Era Industri 4.0. Dengan demikian, lembaga penelitian dan pengembangan memiliki posisi strategis untuk memahami dan menyusun langkah strategik bertransformasi menuju pertanian era revolusi industri 4.0 menjadi alternatif terintegrasi dalam membangun keberlanjutan sistem pangan dan pertanian global ke dalam sebuah kerangka kerja implementasi pembangunan pertanian modern dan berkelanjutan di masa depan.

## Perubahan Paradigma Litbang ke depan

Disrupsi di era industri 4.0 akan didorong oleh 2 jenis pemicu yaitu sepuluh perubahan global yang berdampak pada pertanian dan mengintensifkan transformasi, serta akselerator perubahan dalam bidang pertanian. Paradigma kegiatan penelitian dan pengembangan pertanian ke depan akan ditujukan kepada upaya untuk menjawab tantangan perubahan global yang terdiri dari: (1) Populasi yang terus bertambah, (2) Perubahan sosial dan demografi, (3) Meningkatkan urbanisasi, (4) Perubahan iklim, (5) Teknologi *smart agricultural*, (6) Bioteknologi, (7) Servisasi pada produk inti, (8) Meningkatkan integrasi rantai nilai, (9) Perdagangan global, (10) Perubahan peraturan internasional.

Selain itu, paradigma kegiatan penelitian dan pengembangan pertanian ke depan diarahkan kepada upaya untuk menangkap peluang atas perubahan: (1) Preferensi konsumen baru, dimana terjadi permintaan untuk produk yang dipersonalisasi, selain permintaan dan peningkatan kesadaran akan kesehatan dan keberlanjutan, (2) Teknologi baru: pengembangan jaringan biologi, teknologi *advanced manufacturing*, kendaraan otonom, dan perangkat yang terhubung, dan (3) mengubah rantai nilai dan konfigurasi perusahaan: tren yang berkembang ke arah horizontal dan atau secara vertikal mengintegrasikan penawaran *end to end*.

Industri 4.0 adalah integrasi dari *Cyber Physical System* (CPS) dan *Internet of Things and Services* (IoT dan IoS) ke dalam proses industri, yang ditandai dengan peningkatan digitalisasi manufaktur yang didorong oleh empat faktor (Lee et al., 2013) yaitu: (1) peningkatan volume data, kekuatan komputasi, dan konektivitas, (2) adanya



analisis, kemampuan, dan kecerdasan bisnis, (3) terbangunnya interaksi baru antara manusia dengan mesin, dan (4) peningkatan kinerja instruksi transfer digital ke dunia fisik, seperti robotika dan 3D printing. Dengan demikian maka arah kegiatan penelitian dan pengembangan pertanian ke depan akan ditunjukkan kepada:

1. Membangun infrastruktur teknologi bagi perbaikan dan peningkatan volume data, kekuatan komputasi, dan konektivitas,
2. Mendorong sistem pengetahuan yang mendukung munculnya analisis, kemampuan, dan kecerdasan bisnis,
3. Mempercepat terjadinya bentuk interaksi baru antara manusia dengan mesin pada berbagai model pertanian,
4. Menciptakan berbagai model perbaikan instruksi transfer digital ke dunia fisik

Melalui langkah tersebut maka diharapkan akan terjadi perubahan besar dalam industri, dalam peningkatan daya saing sektor pertanian. Hal ini dimungkinkan mengingat industri 4.0 telah memperkenalkan teknologi produksi massal yang fleksibel (Kagermann et al, 2013). Mesin yang digunakan akan dijalankan secara independen atau dibawah kendali manusia. (Sung, 2017). Bagi negara maju, Industri 4.0 merupakan cara untuk mendapatkan kembali daya saing infrastruktur. Bagi negara berkembang, Industri 4.0 dapat membantu menyederhanakan rantai suplai produksi, untuk mengatasi biaya tenaga kerja yang kian meningkat. Hal ini terjadi sebagai akibat dari adanya penggabungan mesin, alur kerja, dan sistem, dengan menerapkan jaringan cerdas di sepanjang rantai dan proses produksi untuk

mengendalikan satu sama lain secara mandiri (Lifter dan Tschienner 2013).

## **Transformasi Manajemen dan Kelembagaan**

Dalam rangka menghadapi era industri 4.0, pemerintah Indonesia telah merancang “Making Indonesia 4.0” sebagai sebuah *roadmap* yang terintegrasi untuk mengimplementasikan sejumlah strategi. Implementasi Industri 4.0 tersebut bertujuan untuk menciptakan pertumbuhan ekonomi yang lebih berkelanjutan. Dalam *roadmap* tersebut terdapat lima industri yang menjadi fokus implementasi, yaitu: makanan dan minuman, tekstil, otomotif, elektronik, dan kimia. Kelima industri ini merupakan tulang punggung perekonomian yang diharapkan akan mampu memberikan efek ungkit yang besar, meningkatkan daya saing, serta memberikan kontribusi nyata terhadap ekonomi Indonesia. Selain itu, Making Indonesia 4.0 memuat 10 inisiatif nasional yang bersifat lintas sektoral untuk mempercepat perkembangan industri manufaktur. Empat langkah strategis dalam menghadapi Industri 4.0 yang terdiri dari:

1. Mendorong agar angkatan kerja di Indonesia terus meningkatkan kemampuan dan keterampilannya, terutama dalam menggunakan teknologi *internet of things* atau mengintegrasikan kemampuan internet dengan lini produksi di industri.
2. Pemanfaatan teknologi digital untuk memacu produktivitas dan daya saing bagi industri kecil dan menengah (IKM) agar

mampu menembus pasar ekspor melalui program *E-smart* IKM.

3. Pemanfaatan teknologi digital yang lebih optimal dalam perindustrian nasional seperti *Big Data, Autonomous Robots, Cybersecurity, Cloud, dan Augmented Reality*.
4. Mendorong inovasi teknologi melalui pengembangan start up dengan memfasilitasi inkubasi bisnis agar lebih banyak wirausaha berbasis teknologi di wilayah Indonesia.

Model kerangka Industri 4.0 merupakan perwujudan dari integrasi tiga aspek (Kagermann dkk 2013), yaitu aspek integrasi horisontal, integrasi vertikal, dan rantai rekayasa nilai.

1. Integrasi horisontal yang berarti mengintegrasikan teknologi *Cyber-Physical System (CPS)* ke dalam strategi bisnis dan jaringan kerja sama perusahaan yang meliputi rekanan, penyedia, pelanggan, dan pihak lainnya.
2. Integrasi vertikal menyangkut bagaimana menerapkan teknologi *Cyber-Physical System (CPS)* ke dalam sistem manufaktur atau sistem produksi sehingga dapat bersifat fleksibel dan modular.
3. Penerapan teknologi *Cyber-Physical System (CPS)* ke dalam rantai rekayasa nilai secara *end to end*. Rantai rekayasa nilai menyangkut proses penambahan nilai dari produk mulai dari proses desain, perencanaan produksi, manufaktur hingga layanan kepada pengguna produk.

Integrasi aspek integrasi horisontal, integrasi vertikal, dan rantai rekayasa nilai tersebut membawa konsekuensi terhadap berbagai komponen kelembagaan yang terdiri dari: (1) standardisasi,

(2) pemodelan sistem kompleks, (3) penyediaan infrastruktur jaringan komunikasi, (4) penjaminan keselamatan dan keamanan, (5) desain organisasi dan kerja, (6) pelatihan sumberdaya manusia, (7) kepastian kerangka hukum, dan (8) efisiensi sumberdaya. Transformasi manajemen dan kelembagaan lembaga penelitian dan pengembangan pertanian ke depan akan dapat menerapkan empat strategi yaitu sebagai *enhancer*, *engagers*, *embedder*, dan *enablers* (Naujok et al., 2016).

1. *Enhancer*, Penyedia data, informasi, dan layanan berdasarkan Internet of Things (*IoT*), tetapi belum tentu pemilikinya
2. *Engagers*, Penghasil produk jaringan dan layanan *IoT*
3. *Embedder*, Pengguna *IoT* dalam operasi, proses manufaktur, rantai nilai, layanan, dan penjualan
4. *Enablers*, Penyedia teknologi *IoT* (sistem sensor, teknologi aktuator) dan *platform* untuk menghasilkan atau memberikan layanan dan produk jaringan

Kompetensi teknis sebuah lembaga riset merupakan faktor penting yang dapat memberikan kontribusi terhadap kualitas dan kuantitas hasil Litbang. Kompetensi organisasi merupakan tindakan kolektif dari karakteristik kompetensi individu dalam tingkatan organisasi.

Karakteristik individu mencakup pengetahuan teknis dan keterampilan (*knowledge technical and skills*) dan keterampilan kinerja, serta kompetensi penyumbang individu (*performance skills and competencies of individual contributors*).

Organisasi mempunyai kompetensi yang harus dimiliki (*necessary competencies*) dan kompetensi yang membedakan (*differentiating*

*competencies*). Kompetensi-kompetensi yang harus dimiliki adalah semua kompetensi yang menciptakan nilai, sedangkan kompetensi yang membedakan adalah kompetensi yang memberi organisasi berada pada posisi yang kompetitif. Dalam industri 4.0, sumberdaya manusia menjadi komponen utama, dimana tenaga kerja harus memenuhi; 1) kolaborasi manusia dengan robot; 2) kontrol dan kendali jarak jauh; 3) manajemen kinerja digital; dan 4) otomasi pengetahuan kerja. (Baur & Wee, 2015). Selain kompetensi, faktor utama lainnya yang memiliki kontribusi cukup kuat terhadap terbangunnya kompetensi adalah faktor manajemen. Dalam upaya untuk mengembangkan manajemen dan kelembagaan yang sejalan dengan perkembangan Industri 4.0, maka diperlukan *learning process* memainkan peran sebagai *enhancer, engagers, embedder, dan enablers*, yang diimplementasikan melalui (1) visi pemimpin; (2) keterbukaan; (3) otonomi/kebebasan; (4) orientasi prestasi; (5) proaktif; (6) kepercayaan; (7) orientasi nilai dasar manusia; (8) kebenaran; (9) *brainstorming*; dan (10) kerja sama.

### **3.3. Visi Misi Skenario Lembaga Penelitian dan Pengembangan**

#### **Visi Lembaga Penelitian dan Pengembangan**

*Menjadi lembaga penelitian dan pengembangan pertanian terkemuka di masa depan sebagai sumber teknologi pertanian inovatif yang berdaya saing guna menghela pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.*

## Misi Lembaga Penelitian dan Pengembangan

- 1) Menjadi pusat pengembangan teknologi inovatif pangan dan pertanian sesuai kebutuhan pemangku kepentingan
- 2) Mengakselerasi pemanfaatan teknologi inovatif pangan dan pertanian secara luas, efektif dan efisien
- 3) Memperkuat jejaring kerja sama dan kemitraan penelitian dan pengembangan pangan dan pertanian untuk mendorong efisiensi dan efektivitas pemanfaatan sumberdaya penelitian

## Skenario Litbang Pertanian

Dalam upaya untuk mewujudkan visi dan misi, Badan Litbang Pertanian merupakan moto penggerak dalam mewujudkan Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia di samping menghela pertumbuhan ekonomi dunia dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Sebelum tahun 2017, Badan Litbang pertanian berada pada kurva pertama, di mana penciptaan teknologi dan inovasi masih bertumpu pada *upstream* dan *appropriate research* yang menghasilkan *scientific* dan *impact recognition*. Saat ini, Balitbangtan berada pada kurva kedua, di mana terjadi perubahan paradigma yang lebih di arahkan pada kebutuhan *stakeholders* akan teknologi atau yang biasa disebut *Market Orientation Development* (MOD) dan lebih menekankan pada *impact recognition*. *Stakeholders* yang dihadapi saat ini adalah pengguna yang bertumpu pada industri 4.0, yang mencakup beberapa hal seperti transformasi digital, *big data*, *internet of things*, *smart factories*, *smart industry*, *advanced manufacturing* dan *precision*

*farming*. Sehingga inovasi pun seharusnya diarahkan kepada industri 4.0 tersebut. Inovasi pada kurva kedua merupakan *engine to growth*.

Upaya untuk menghasilkan dan mendiseminasikan inovasi pangan dan pertanian di era 4.0 secara luas, efektif dan efisien, harus dilakukan oleh Badan Litbang Pertanian melalui kerja sama dengan institusi lain baik di dalam negeri maupun luar negeri. *State of the art* dari masing-masing institusi dapat dijadikan pijakan awal untuk pengembangan inovasi yang dapat lebih memberikan *impact recognition*.

## **Pengembangan *Agricultural Innovation Ecosystem* Mendukung Pembangunan Pertanian 4.0**

Merupakan suatu tantangan dalam mengarahkan institusi Badan Litbang Pertanian menuju visi dan misi di atas, karena Badan Litbang Pertanian menghadapi beberapa tantangan pertanian 4.0. Manajemen sumberdaya alam yang berkelanjutan, perubahan institusional, investasi, insentive dan manajemen resiko adalah beberapa hal yang juga harus dibangun ke depan. Di samping itu dilengkapi pula dengan sistem perspektif yang memungkinkan semua tantangan utama yang telah dibuat di dalam perencanaan telah diberikan solusinya secara holistik.

Pengetahuan dan teknologi inovatif yang telah dihasilkan kemudian dikomunikasikan sehingga diharapkan diadopsi oleh pengguna, namun demikian tidak selalu terjadi secara otomatis dan jika terjadi tidak selalu menunjukkan keberhasilan. Teori *Disruptive Innovation* menjelaskan telah berlangsungnya fenomena

dimana sebuah inovasi mengubah pasar yang ada dengan memperkenalkan kesederhanaan, kenyamanan, aksesibilitas, dan keterjangkauan (*simplicity, convenience, accessibility, and affordability*) di mana kompleksitas dan biaya tinggi di posisi status quo. Maka transformasi sistem inovasi pertanian ke depan diarahkan kepada terbangunnya sistem yang membawa inovasi penuh dengan kesederhanaan, kenyamanan, aksesibilitas, dan keterjangkauan (*simplicity, convenience, accessibility, and affordability*) melalui pengembangan *Agricultural Innovation Ecosystem*.

*Innovation Ecosystem* menggambarkan jumlah dan ragam sifat sumberdaya yang diperlukan untuk inovasi. Hal ini termasuk pengusaha, investor, peneliti, universitas, pemodal ventura, serta pengembangan bisnis dan penyedia layanan teknis lainnya seperti akuntan, desainer, produsen, serta penyedia pelatihan keterampilan dan pengembangan profesional. Sementara analisis sistem inovasi tradisional berfokus pada investasi inovasi dan infrastruktur yang mendukung dan mengembangkan kegiatan inovasi dalam pengaturan geografis atau sektoral yang disebut dengan *Structural Capital*, maka *Innovation Ecosystem* memperluas perhatian pada interaksi dan hubungan yang lebih *intangible*, kualitatif, dan *soft* tetapi penting yang mempengaruhi inovasi, yang disebut dengan *Human and Relational Capital*.

Dalam konteks sistem, sistem inovasi adalah jaringan organisasi, perusahaan, dan individu yang ditujukan kepada produk baru, proses baru, dan bentuk organisasi baru ke dalam penggunaan ekonomi, bersama dengan institusi dan kebijakan yang mempengaruhi perilaku dan kinerjanya. Sistem inovasi



digambarkan sebagai sebuah kesatuan dari sekumpulan elemen dalam bentuk pelaku, kelembagaan, jaringan, hubungan, interaksi dan proses produktif yang mempengaruhi arah perkembangan dan kecepatan inovasi dan difusi, serta proses pembelajaran.

Terdapat perubahan sistem inovasi yang semula sistem inovasi linier yang berbasis penelitian pertanian nasional (*National Agricultural Research System-NARS*), ke sistem inovasi berbasis pengetahuan pertanian dan sistem informasi (*Agricultural Knowledge and Information System-AKIS*), dan yang terkini adalah sistem inovasi pertanian modern (*Agricultural Innovation System-AIS*) (World Bank, 2012). Dalam konteks kesisteman, maka fenomena Industri 4.0 harus menjadi perhatian dalam proses transformasi sistem inovasi di Badan Litbang Pertanian. Perubahan menuju Industri 4.0 akan mewarnai arah perubahan sistem penelitian dan pengembangan pertanian ke depan. Sistem inovasi yang berhasil biasanya dicirikan oleh sistem pengetahuan yang aktif, yang melibatkan akademis, Litbang sektor publik bisnis dan swasta, serta kegiatan inovasi dengan komersialisasi yang efektif, dimana didukung oleh mekanisme kebijakan publik yang fleksibel.

Beberapa landasan yang harus dibangun oleh Lembaga Litbang dalam membangun sistem inovasi yang efektif adalah: (1) Menciptakan ekosistem bersifat dinamis dan fleksibel, sehingga memungkinkan pendatang baru untuk menjadi bagian dari ekosistem dengan hambatan masuk minimal sementara memungkinkan bagian ekosistem untuk meninggalkan sistem, (2) Membangun ekosistem yang terbuka tanpa dibatasi batas-batas yurisdiksi atau geografis, (3) Lebih terfokus pada jangkauan dan kualitas interaksi di dalam dan di antara struktur dalam

ekosistem. Tingkat fleksibilitas dan dinamisme, keterbukaan ekosistem, serta tingkat dan kualitas interaksi dan hubungannya inilah yang akan membangun ekosistem inovasi yang efektif. Selain itu, ekosistem inovasi yang sukses juga membutuhkan budaya inovasi berdasarkan interaksi, dan keterbukaan terhadap peluang dan perubahan global. Oleh karena itu, ekosistem inovasi yang efektif memungkinkan para pelaku untuk berinteraksi secara efektif guna memaksimalkan dampak ekonomi dan potensi riset dan inovasi mereka.

## **IV. Menuju Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bermasa Depan**

### **4.1. Peta Jalan**

Dalam jangka pendek atau 1-2 tahun ke depan, Balitbangtan perlu melakukan konsolidasi internal dan eksternal. Bersamaan dengan penyusunan Rencana Strategis Badan Litbang Pertanian 2020-2024, dapat dijadikan momentum menata ulang internal Balitbangtan. Hal yang pertama perlu ditelaah adalah posisi Balitbangtan saat ini terhadap Kementerian Pertanian. Perlu dilihat ulang peran hasil penelitian dalam beragam kegiatan dan program Kementan selama ini, dan kemudian disusun suatu kondisi ideal yang diinginkan (misalkan 50 persen dari program Kementan dilaksanakan berbasis teknologi hasil Balitbangtan). Hal ini akan menjadi basis dalam menyusun kegiatan ke depan yang lebih memperhatikan kebutuhan pengguna langsung ataupun tidak langsung dalam hal ini eselon satu terkait. Sejalan dengan itu penataan perencanaan riset internal yang lebih fokus dan topik yang tidak terlalu melebar juga dilakukan.

Proses penganggaran berbasis perencanaan atau proposal yang baik yang mengarah pada kompetisi serta kegiatan bersama lintas UK/UPT terus diupayakan. Peraturan Presiden Nomor 16 tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, telah mengamanatkan bahwa kegiatan penelitian dilakukan melalui mekanisme penugasan dan kompetisi. Hal ini dapat dijadikan momentum untuk mengawali penerapan mekanisme kompetisi dalam seleksi usulan kegiatan penelitian. Pengalaman

menerapkan mekanisme seleksi dalam kerja sama penelitian dan pengembangan pertanian mulai dari program Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T) sejak 2007 sampai dengan Kerjasama Penelitian, Pengkajian, dan Pengembangan Pertanian Strategis (KP4S) sampai 2019 ini dapat dijadikan dasar pengelolaan kegiatan penelitian berbasis kompetensi.

Bersamaan dengan konsolidasi internal, juga perlu dilakukan konsolidasi eksternal dengan lebih banyak melakukan komunikasi dan koordinasi serta sinergi lintas kelembagaan, dengan melibatkan semua lembaga yang melaksanakan riset pertanian. Keanggotaan Balitbangtan dalam Dewan Riset Nasional (DRN) merupakan aset yang dapat dimanfaatkan untuk menunjukkan eksistensi dan peran Balitbangtan sebagai rujukan program penelitian dan pengembangan pertanian di Indonesia. Balitbangtan harus menunjukkan jati dirinya sebagai *leader* penelitian pertanian di Indonesia dengan mengambil inisiatif untuk koordinasi dan mencetuskan berbagai gagasan untuk terwujudnya konsolidasi kegiatan riset pertanian Indonesia. Salah satu langkah yang dapat ditempuh adalah berperan aktif dan menjadi inisiator dalam penyusunan Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) pada bidang penelitian dan pengembangan pertanian. Untuk itu komunikasi dengan Kemenristek Dikti perlu dilakukan lebih intensif. Hal ini sangat perlu dilakukan terlebih dengan adanya wacana penggabungan lembaga penelitian yang di bawah Kementerian teknis menjadi Badan Riset Nasional. Balitbangtan semestinya mampu menjadi inti dan memainkan peran strategis secara kelembagaan dalam pengembangan Badan Riset Nasional.

Muara dari semua ini nantinya adalah adanya kesesuaian kegiatan penelitian dengan kebutuhan teknologi untuk pembangunan pertanian. Dengan demikian akan semakin banyak hasil penelitian “bernas” yang dihasilkan dari riset pertanian di Indonesia yang diterapkan untuk mendorong perkembangan sektor pertanian. Pada tingkat Balitbangtan misalnya dengan menggunakan acuan tingkat kesiapterapan teknologi atau TKT, maka makin banyak hasil riset yang masuk kategori grade 7 ke atas dari 9 grade TKT. Ini berarti makin banyak hasil riset yang siap digunakan oleh pengguna. Penggunaan acuan semacam ini menjadi kontrol internal ke arah penelitian yang lebih baik.

Tabel 1. Peta Jalan Riset Peertanian Indonesia Masa Depan

No.	Jangka Waktu	Target Yang Ingin Dicapai	Upaya Utama	Tolak Ukur
1.	1-2 Tahun Ke depan	Mengembalikan Marwah Balitbangtan	Konsolidasi internal, terutama perkuat proses perencanaan	Semakin banyak hasil Penelitian dengan nilai TKT >7 (siap digunakan)
2.	5 Tahun ke depan	<i>Leader</i> Penelitian Pertanian Indonesia/ Rujukan utama Kementan dalam program strategisnya	Menata pola pendanaan dan pendataan riset	Peran inovasi dalam peningkatan produktivitas dan pendapatan petani >50%

No.	Jangka Waktu	Target Yang Ingin Dicapai	Upaya Utama	Tolak Ukur
3.	Masa depan	Badan Riset Pertanian Unggulan	Motor utama modernisasi pertanian	Inovasi pertanian untuk modernisasi pertanian

Untuk jangka waktu lima tahun ke depan, Balitbangtan dapat menargetkan secara penuh menjadi leader penelitian pertanian di Indonesia, terkemuka di regional dan internasional serta menjadi rujukan utama dan mampu memberikan panduan arah program pembangunan pertanian dari Kementerian Pertanian. Balitbangtan hendaknya berada di depan, menjadi lentera yang menunjukkan arah pembangunan pertanian dengan teknologi inovatifnya. Pada tahapan ini telah terbangun suatu sistem pendanaan riset yang ideal, yang lebih mengedepankan kompetisi dan kompetensi, serta berorientasi pada pemecahan masalah riil di tingkat lapang dan juga menjadi pusat pengembangan keilmuan pertanian, dengan terbangunnya data base riset pertanian Indonesia. Tolak ukur pada tataran ini lebih melihat peran hasil penelitian dalam memecahkan masalah pelaku usaha dan memacu peningkatan nilai tambah dan pendapatan petani. Dapat saja ditetapkan satuan tertentu dari peran inovasi dalam memacu peningkatan produktivitas dan nilai tambah serta pendapatan petani. Pada tahapan ini setiap peneliti memiliki identitas (jati diri) serta kepakarannya dan juga kontribusinya dalam memajukan riset pertanian di Indonesia, dan secara global mereka menjadi wakil untuk peneliti unggulan di bidang pertanian.

Pada tahapan akhir dalam rencana jangka panjang, Balitbangtan sudah mampu bermetamorfosa menjadi lembaga penelitian dan pengembangan pertanian yang menjadi rujukan di dalam maupun di luar negeri, terutama untuk bidang penelitian dan pengembangan pertanian. Peran ini diwujudkan baik tetap sebagai Balitbangtan; lembaga penelitian di bawah Kementerian Pertanian, atau nanti menjadi bagian dari Badan Riset Nasional, namun dengan tetap melayani Kementerian Pertanian dalam mendukung pembangunan pertanian. Hal ini hanya mungkin dicapai bila dari sekarang disusun prioritas riset terkait dengan isu wilayah dan kepulauan. Indonesia merupakan satu-satunya wilayah tropik yang berupa kepulauan dan itu tentu mempunyai keunggulan dan keunikan yang harus kita kembangkan untuk menunjang daya saing kita sebagai bangsa.

## **4.2. Proses dan Siklus Penelitian dan Pengembangan Pertanian**

Sejak dibentuk pada 26 Agustus 1974 hingga saat ini, Balitbangtan terus berupaya menunjukkan eksistensinya dalam menjalankan peran dan posisinya sebagai *center of excellent* dalam penelitian pertanian dan mampu menjadi penggerak pembangunan pertanian melalui inovasi yang dihasilkannya. Dalam perjalanannya, Balitbangtan selalu secara dinamis dengan melakukan perubahan dan penyempurnaan baik proses penelitian, manajemen maupun organisasinya, sehingga dapat bekerja lincah dalam mewujudkan kinerjanya secara efisien dan berdaya saing. Perkembangan Badan Litbang Pertanian sebagai

lembaga penelitian, dapat dikelompokkan atas masa perintisan dan pematangan yaitu periode (1974-2004), dan periode pengembangan dan “invansi” yang dimulai pada tahun 2005 sampai saat ini dan ke depan.

Menghadapi tantangan dan permasalahan pembangunan pangan dan pertanian ke depan yang semakin berat, Balitbangtan dituntut untuk terus mampu berinovasi dalam membangun dan mengembangkan sistem penelitian dan pengembangan (litbang) pangan dan pertanian. Teknologi inovatif yang dihasilkan mampu beradaptasi dengan dinamika lingkungan strategis agar tetap dapat berkontribusi dalam pengembangan penelitian dan pengembangan pangan dan pertanian nasional ataupun internasional.

Selain penguatan program penelitian dan pengembangan, Balitbangtan juga terus meningkatkan kapasitasnya melalui pengembangan sumberdaya manusia (SDM), infrastruktur dan kelembagaan. Salah satu momentum yang telah memperkokoh pijakan dan fondasi untuk mendukung kondisi ideal kegiatan penelitian pertanian dari hulu ke hilir melalui penguatan aspek diseminasi hasil penelitian dan pengembangan. Momentum ini ditandai dengan didirikannya Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) pada tingkat provinsi, yang dimulai tahun 1994. BPTP memiliki mandat untuk melakukan kajian adaptasi teknologi hasil Balai Besar dan Balai Penelitian dan menghasilkan teknologi spesifik lokasi. Untuk memasyarakatkan hasil kajian dan teknologi spesifik lokasi maka disusun ke dalam materi penyuluhan, yang diharapkan menjadi bagian dari program penyuluhan. Dengan demikian pengembangan kelembagaan

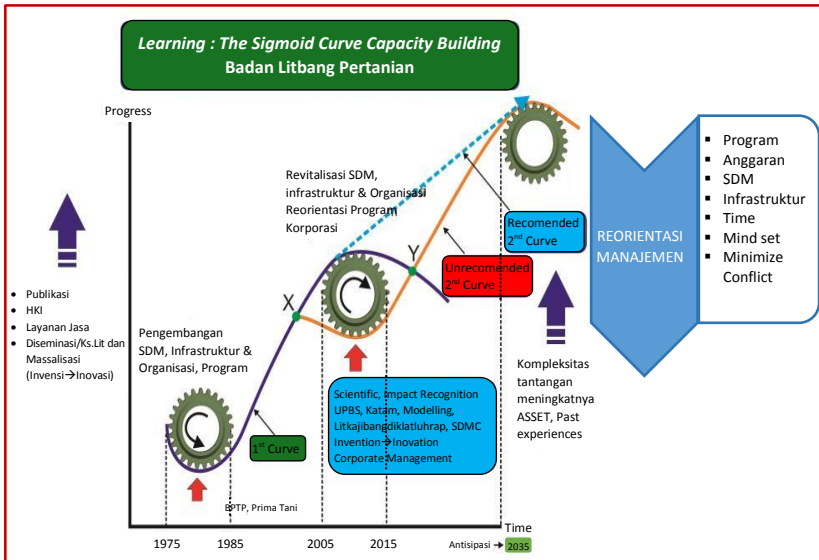


Balitbangtan sesuai dengan konsep *research and extension linkages* (REL).

Dengan berdiri dan berfungsinya BPTP di setiap provinsi, proses dan siklus penelitian yang meliputi tahap penelitian untuk menghasilkan teknologi, kegiatan adaptasi dan kajian teknologi spesifik lokasi serta diseminasi teknologi hasil pertanian dapat dilaksanakan sesuai Permentan 03/2005 tentang Pedoman Penyiapan dan Penerapan Teknologi Pertanian. Setelah melewati beberapa fase puncak keberhasilan, perkembangan Balitbangtan mulai memasuki fase kritis, ditandai dengan pelandaian laju perkembangannya, terutama dari aspek SDM. Kebijakan *zero growth* dan moratorium penerimaan Aparatur Sipil Negara (ASN) baru pada beberapa tahun sehingga terjadi penurunan jumlah peneliti dan menimbulkan gap yang makin jauh antara peneliti senior dan junior sehingga proses pengkaderan agak terhambat. Dalam kondisi seperti itu, diperlukan antisipasi berupa berbagai perubahan dalam pengelolaan Badan Litbang ke depan yang diilustrasikan pada Gambar 2. Strategi yang ditempuh adalah revitalisasi SDM, infrastruktur, organisasi, serta reorientasi program. Melalui strategi ini diharapkan Balitbangtan dapat meningkatkan kembali kinerjanya sehingga dapat melalui "*recommended 2nd curve*".

Belajar dari pengalaman baik perjalanan sebelumnya di kurva pertama, disertai dengan semakin berkembangnya asset litbang dan kompleksitas tantangan ke depan, berbagai perubahan inovatif harus dilakukan untuk dapat mewujudkan Balitbangtan yang maju, efisien dan berdaya saing serta manifestasi dari fase kejayaan kedua Balitbangtan yang diharapkan, "*recommended 2nd*

curve". Mewujudkan kondisi tersebut, pengelolaan Balitbangtan harus dilakukan secara profesional berfokuskan pada penciptaan teknologi inovatif pertanian handal, juga perlu dukungan sistem organisasi Balitbangtan yang kondusif dan terbuka bagi berlangsungnya "transfer of knowledge and technology" dengan berbagai lembaga riset dan stakeholders secara luas dan berkelanjutan.



Gambar 2. Kurva Hipotetif Perkembangan Balitbangtan selama tahun 1974-2035

Berbagai terobosan tersebut dikembangkan untuk mendorong terciptanya sistem inovasi dan teknologi pertanian "agricultural innovation system" sekaligus mereposisi peran litbang dalam mempercepat gerak pembangunan pertanian dalam kerangka sinergi sistem penelitian dan inovasi pertanian dalam sebuah sistem keterbukaan inovasi dan manajemen (*open system innovation*

and management, OSIM) yang berdaya saing. Kunci keberhasilannya ditentukan oleh: (a) *scientific leadership* yang kuat, (b) SDM Balitbangtan yang berkapasitas tinggi dan profesional, (c) penguatan kapasitas infrastruktur dan organisasi, serta (d) kebijakan litbang pertanian yang konsisten. Agar diperoleh komitmen dan tindakan kolektif yang konstruktif bagi seluruh jajaran kepemimpinan UK/UPT Balitbangtan dan pelaku litbang pertanian, mekanisme padu padan dan jejaring kerja sama dan sinergi antar peneliti dalam berbagai bidang kepakaran serta antar lembaga dan para pemangku kepentingan perlu makin didorong dan diperkuat, seperti tercermin pada *kwarter helix* "akademisi, peneliti, penyuluh, dan petani", atau "perguruan tinggi, pemerintah, swasta/pebisnis, petani".

Implementasi manajemen korporasi terus didorong untuk lebih memperkuat peran Balitbangtan bagi pembangunan (*impact recognition*) yang didukung peningkatan nilai ilmiah (*scientific recognition*) kegiatan litbang dengan berorientasi pada *Research for Development* sebagai alternatif menyelesaikan permasalahan pembangunan pertanian yang semakin kompleks. Penguatan peran ini semakin menguat bila diikuti dengan mekanisme terbangunnya tindakan kolektif secara internal dan eksternal sebagai faktor pengikat dan pendorong tindakan konsolidasi dan koordinasi yang bersifat : (i) *bonding collective action* berupa kekuatan relasi konsolidatif internal Badan Litbang Pertanian; (ii) *bridging collective action*, yang bersifat konsolidasi dan penguatan sinergi dengan unit Eselon I lingkup Kementan, serta (iii) *linking collective action*, yang lebih bersifat konsultatif dan penguatan sinergi dengan *stakeholder* eksternal dan berbagai Lembaga riset K/L dan non K/L.

Mekanisme membangun ketiga tingkatan tindakan kolektif tersebut *in line* dengan *spirit* dan implementasi inovasi terbuka (OSIM) dalam menghasilkan ilmu pengetahuan, teknologi dan sistem kelembagaan pertanian yang diharapkan pengguna “*user oriented*” sebagaimana ditegaskan dalam *tag line* Balitbangtan. *Tag line* Badan Litbang Pertanian, yakni *science, innovation, networks* artinya bahwa *Innovation* harus dihasilkan melalui invensi hasil kegiatan ilmiah (*Sains*) dan pengembangannya dilakukan dengan membangun kemitraan maupun kerja sama (*Networks*).

Strategi dalam revitalisasi SDM dan infrastruktur serta reorientasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian ditujukan agar dapat melaksanakan tugas dengan baik, yaitu melaksanakan penelitian, pengembangan dan diseminasi pertanian sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43/Permentan/OT.010/8/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian. Dengan dinamika tantangan pembangunan ke depan antara lain sumberdaya lahan yang semakin terbatas, ancaman perubahan iklim, disrupsi teknologi era 4.0 dan semakin menurunnya minat generasi muda menggeluti pertanian, perlu terobosan membangun pertanian modern secara terintegrasi dari hulu hingga hilir sehingga keseluruhan proses produksi dan rantai produk dapat efisien dan berdaya saing.

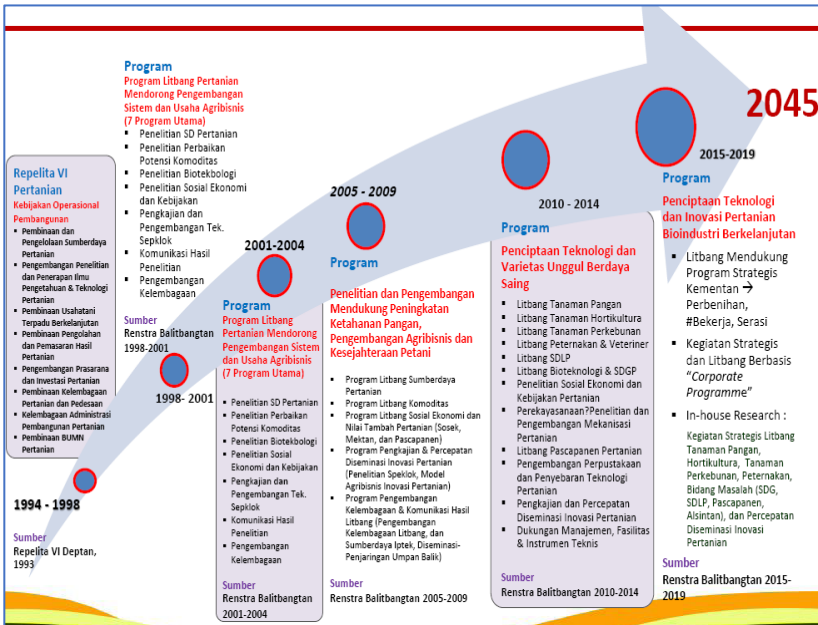
Salah satu strategi menjawab tantangan dan permasalahan yang dihadapi adalah dengan penyediaan inovasi yang responsif terhadap dinamika iklim berbasis biosains, bioengineering, dan aplikasi teknologi informasi (TI) dengan memanfaatkan beragam *advanced technology* seperti teknologi nano, bioteknologi modern,

iradiasi, bioinformatika, dan bioprosesing. Dengan demikian, posisi Balitbangtan ke depan akan semakin strategis mengingat sumber pertumbuhan pertanian pada masa yang akan datang adalah inovasi.

Badan Litbang Pertanian sebagai lembaga penelitian Kementerian telah melakukan langkah-langkah visioner melalui reorganisasi dan restrukturisasi program serta memperkuat sumberdaya manusia maupun sarana dan prasarana. Arah kebijakan dan strategi litbang ke depan disusun dengan mempertimbangkan sasaran pembangunan pertanian dan pangan nasional, melalui peningkatan penguasaan dan pengembangan IPTEK yang inovatif, efisien, dan efektif dengan mengedepankan kaidah ilmiah dan berkontribusi terhadap perkembangan IPTEK dalam mewujudkan pertanian modern. Kebijakan tersebut diimplementasikan melalui pemanfaatan sumberdaya penelitian secara optimal dan meningkatkan jejaring kerja sama dengan institusi lain, serta perlunya konsolidasi dan penguatan hubungan relasional internal secara berjenjang. Hal tersebut mengisyaratkan urgensi kesamaan langkah dan gerak pelaksanaan tugas dan fungsinya secara terintegrasi bersama seluruh UK/UPT lingkup Balitbangtan dan antar unsur-unsur kelembagaan internal Balitbangtan.

Keterkaitan dan sinergitas program penelitian, pengkajian maupun diseminasi dibangun oleh suatu tim yang bersifat interdisiplin secara partisipatif dan dituangkan dalam Rencana Induk Penelitian Pertanian (RIPP) ataupun secara formal dituangkan dalam Rencana Strategis UK/UPT yang kemudian dijabarkan ke dalam Rencana Penelitian/Pengkajian Tim Peneliti

(RPTP) dan Rencana Diseminasi Hasil Penelitian/Pengkajian (RDHP). Seiring dinamika kebijakan dan lingkungan strategis, dalam perjalanannya Balitbangtan telah melaksanakan formulasi program dan kegiatan litbang pertanian sekaligus bertransformasi mulai dari tahun 1974 menuju kepada Balitbangtan masa depan. Secara rinci transformasi program litbang disajikan menuju Balitbangtan 2045 disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Transformasi Program Litbang menuju Balitbangtan Bermasa Depan

Badan Litbang Pertanian dan jajarannya harus terus-menerus meningkatkan manfaat dan dampak kegiatan litbang melalui keluaran-keluaran yang terukur, rasional dan tepat sasaran.

Seperti yang telah dituangkan dalam tugas dan fungsi Badan Litbang Pertanian, maka setiap UK/UPT lingkup Badan Litbang Pertanian, secara struktural memiliki tugas dan fungsi mendukung kinerja Balitbangtan. Untuk itu, agar keluaran dan manfaat yang tepat sasaran tersebut dapat diwujudkan, diperlukan perencanaan penelitian maupun pengkajian yang terarah dengan penentuan prioritas yang tepat serta diikuti kegiatan *monitoring* dan evaluasi kegiatan di lapangan sesuai dengan ketentuan yang mengaturnya.

Kegiatan sinkronisasi dan konsolidasi manajemen litbang pertanian lebih difokuskan pada kegiatan manajerial yang memfasilitasi berkembangnya peningkatan pelayanan dan manfaat kepada masyarakat, partisipasi dalam perencanaan pembangunan, serta pencapaian akuntabilitas, efektivitas, dan efisiensi. Selain itu untuk meningkatkan dan memperkuat jejaring kerja sama dan kemitraan litbang pertanian dalam mengupayakan pembangunan pertanian berkelanjutan, juga didorong fasilitasi berbagai pertemuan ilmiah dengan berbagai pakar lintas bidang disiplin sehingga dapat menghimpun pemikiran dan memfasilitasi dialog serta komunikasi secara luas untuk dapat menghimpun struktur pengetahuan baru dan menggali manfaat pengetahuan yang ada bagi pembangunan pertanian modern yang berkelanjutan. Untuk mendapatkan sinergitas litbang pangan dan pertanian dalam sebuah sistem penelitian yang kondusif untuk menghasilkan teknologi dan inovasi pertanian modern yang bermanfaat bagi pengguna secara luas, Balitbangtan membangun sebuah mekanisme perencanaan program, kegiatan dan anggaran litbang pertanian secara inheren dan terintegrasi

dengan penyusunan dokumen perencanaan dan anggaran litbang pertanian.

Mekanisme perencanaan program dan anggaran Balitbangtan dilakukan dengan mengacu pada Undang-Undang Nomor: 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional dan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara. Keduanya mengisyaratkan adanya reformasi perencanaan dan penganggaran yang berorientasi pada pencapaian hasil (*output*), keterkaitan antara pendanaan dan kinerja program/kegiatan terhadap capaian kinerja dan akuntabilitas organisasi. Hal ini merupakan manifestasi implementasi perencanaan penganggaran yang bersifat *unified budget, performance based budget, dan medium term expenditure framework*, yang diformulasikan dalam penyusunan dan pengesahan dokumen pelaksanaan anggaran tahunan (RKA-KL dan DIPA).

Kegiatan penyusunan rencana kerja dan anggaran litbang pertanian mencakup dua aspek yaitu : *Pertama*, keterpaduan dan sinergitas proses perencanaan ke luar meliputi sinkronisasi dan koordinasi dengan lembaga di luar Balitbangtan dalam lingkup Kementerian Pertanian, sinkronisasi dan koordinasi program litbang dengan L/K lain dan Pemerintah Daerah, yang diperluas lagi melalui sinkronisasi dengan program lembaga penelitian di luar negeri utamanya dalam memperkuat jejaring kerja sama sehingga pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan berjalan lebih efektif dan memberikan dampak yang bermanfaat bagi pengguna secara luas. Keseluruhan mekanisme perencanaan tersebut dalam kerangka mendapatkan keterpaduan program sebagai "*bridging dan linking programme*" dan menjadi bagian dari



komitmen untuk membangun sistem inovasi pertanian yang semakin terbuka.

*Kedua*, fokus perencanaan ke dalam meliputi sinkronisasi dan konsolidasi dengan seluruh kegiatan satker lingkup Balitbangtan dalam bentuk "*bonding programme*" yaitu untuk melaksanakan program penciptaan teknologi dan inovasi pertanian modern berkelanjutan sebagai wadah seluruh kegiatan yang dilaksanakan oleh UK/UPT Balitbangtan. Sinkronisasi ke dalam mengandung arti melalui wadah formulasi program yang telah ditetapkan akan menjadi faktor pengikat dan keseragaman gerak bahwa semua kegiatan setiap satker harus disusun dan direncanakan dalam kerangka mendukung pelaksanaan program Balitbangtan sesuai tuisi serta proporsi masing-masing Satker. Konsolidasi yang mengikat seluruh jajaran lingkup Balitbangtan tersebut, mengandung arti bahwa seluruh sumberdaya dikerahkan menuju arah yang sama menuju tercapainya sasaran.

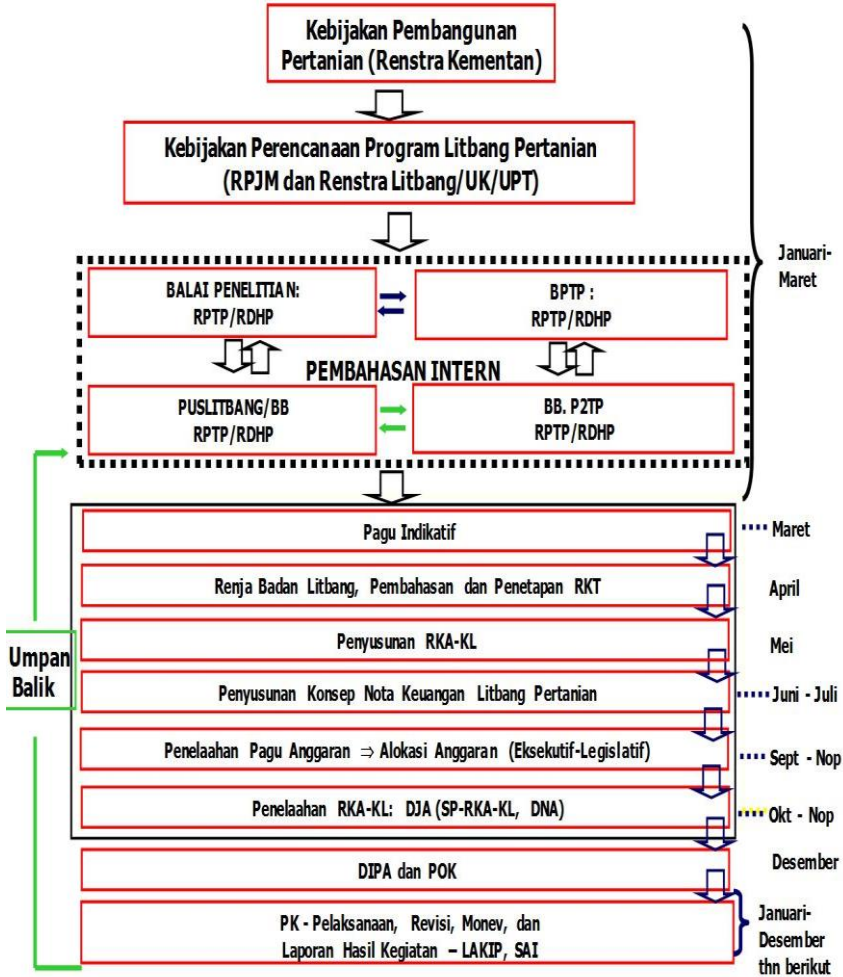
Sinergisme antar program yang dibangun dan dilaksanakan oleh tim inter-disiplin dengan konsolidasi internal secara berjenjang yang kuat sebagai manifestasi "*bonding programme*", dilakukan dengan komando kepemimpinan (*leadership*) maupun manajemen yang handal, sehingga menjadi karakter perencanaan penelitian dan pengembangan pertanian ke depan. Oleh karena itu, diperlukan direktif top manajemen litbang ke seluruh jajaran dibawahnya, yang sifatnya praktis dan operasional agar sasaran akhir suatu program dan kegiatan litbang dapat tercapai sesuai dengan yang direncanakan. Dengan demikian, konsistensi antar RPTP, dan RDHP dalam implementasinya di lapangan dapat terus dipertahankan. Semangat tersebut dirasakan semakin urgen saat

ini mengingat bahwa keberadaan RPTP/RDHP cenderung belum dapat memenuhi harapan dalam memberikan manfaat dan dampak bagi pembangunan pertanian secara luas.

Penyusunan program dan kegiatan yang tertuang dalam RPTP/RDHP merupakan bagian dari jenjang perencanaan kegiatan penelitian, pengkajian dan diseminasi hasil litbang pada tingkat Unit Kerja Eselon II/UPT. Penyusunan program litbang pertanian disamping berdasarkan pada permintaan pasar dan pengguna (*stakeholders*, dan *beneficiaries*) baik di tingkat nasional maupun wilayah melalui musyawarah perencanaan pembangunan nasional maupun wilayah, haruslah juga mengacu pada Renstra unit kerja Eselon II, dan Renstra Badan Litbang Pertanian yang dijabarkan secara berjenjang hingga tersusunnya RPTP dan RDHP pada unit eselon II dan unit pelaksana teknis (UPT). RPTP baik untuk penelitian maupun pengkajian dan RDHP harus dijabarkan ke dalam Rencana Operasional Penelitian/Pengkajian (ROPP) dan Rencana Operasional Diseminasi Hasil Penelitian (RODHP). Penyusunan RPTP maupun RDHP juga mengacu pada informasi dan permintaan pasar serta kebutuhan pengguna calon penerima manfaat (*beneficiaries*) dari kegiatan litbang atau diseminasi. Dengan demikian, proses penyusunan RPTP dan RDHP dimulai dari penetapan sasaran akhir dan manfaat sehingga keluaran yang diharapkan dapat lebih tepat dan akurat. Kemudian, program dan kegiatan disusun untuk mencapai sasaran akhir, manfaat dan keluaran yang diharapkan. Mekanisme perencanaan program seperti ini umumnya dibangun dengan menggunakan pendekatan kerangka kerja logis (*logical framework*).

Untuk menjawab tantangan litbang ke depan, sekaligus memberikan program litbang yang lebih permanen dalam menjawab permasalahan serta memberikan manfaat secara luas bagi pembangunan pertanian, maka dalam mekanisme pengusulannya perlu dilakukan koordinasi, verifikasi dan dibahas bersama berbagai pihak di luar Balitbangtan. Untuk maksud tersebut, proses pembahasan di tingkat Balitbangtan menyertakan pembahas dari berbagai kepakaran dan Lembaga, antara lain dari DRN, Perguruan Tinggi dan Ditjen Teknis berbagai K/L di luar Kementan. Pada saat pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan inovasi (pengkajian, perekayasaan dan diseminasi) apabila dihasilkan varietas, galur, prototype, data/informasi, peta dan lain-lain maka kepemilikan hak atas kekayaan intelektual adalah milik Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Mekanisme umum dan siklus perencanaan program dan anggaran penelitian dan pengembangan pertanian disajikan pada Gambar 4.

Konsolidasi dan penguatan relasional secara berjenjang juga dilakukan saat operasionalisasi program/kegiatan, dengan mengawal dan mengendalikan dukungan alokasi sumberdaya secara ketat sesuai prinsip “*good management practices*” untuk menghasilkan output berupa *product* dan *services* yang berkualitas, didasari *good administration, accommodative*, dengan meminimalkan konflik internal. Konsolidasi dimaksud sekaligus dilakukan dalam rangka memperbaiki pencapaian kinerja, hingga penjarangan umpan balik, sejak perencanaan hingga proses menghasilkan inovasi dan teknologi pertanian, sesuai tuntutan yang ada.



Gambar 4. Manajemen Program dan Kegiatan Litbang Pertanian (Sumber: Modifikasi Permentan No.44/2011)

### 4.3. Organisasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bermasa Depan

Mengacu pada pengertian organisasi dan kelembagaan terdapat empat aspek keorganisasian dan empat aspek kelembagaan. Aspek keorganisasian meliputi: (i) Struktur kelembagaan, meliputi luas cakupan wilayah, jumlah anggota, tingkat kompleksitas, struktur kekuasaan, pola sebaran kekuasaan, sifat fleksibilitas struktur dan ada tidaknya keterikatan antar semua elemen dalam kelembagaan tersebut; (ii) Tujuan kelembagaan, baik secara eksplisit maupun implisit; (iii) Keanggotaan, meliputi pola perekrutan, keputusan perekrutan, loyalitas anggota, frekuensi pertemuan dan keterlibatan anggota dalam pengambilan keputusan; dan aspek terakhir (iv) Kepemimpinan, tentang pemilihan dan penetapan pimpinan, gaya dan kualitas kepemimpinan, pergantian periode kepemimpinan, serta bentuk kekuasaan yang dimiliki – apakah berupa *reward power* (penghargaan), *coercive power* (sanksi), *legitimate power* (hukum), atau *experts power* (kemampuan).

Sementara kelembagaan juga meliputi empat aspek yaitu: (i) Sistem tata nilai, merupakan nilai-nilai yang dianut oleh anggota kelembagaan, diterapkan dalam bekerja, dan berorientasi masa depan; (ii) Norma, merupakan aturan yang berlandaskan pada *reward and punishment*; (iii) Kultur/budaya kelembagaan, merupakan pengetahuan dan pemahaman anggota tentang prosedur, norma dan aturan lain dalam kelembagaan; dan terakhir (iv) Kapasitas kelembagaan, yaitu bagaimana kemampuan kelembagaan mengelola sumberdaya dan *networking* yang dimiliki seiring dengan munculnya konflik serta perubahan lingkungan.

Merujuk pada penggabungan kedua aspek di atas, struktur organisasi hendaknya disusun agar dapat mencapai tujuan organisasi secara efektif dan efisien. Dengan demikian pengembangan struktur organisasi harus dipandang sebagai instrumen dalam mencapai tujuan. Terkait dengan organisasi Balitbangtan ke depan, dengan mencermati visi dan misi Balitbangtan, maka terdapat empat kriteria sebagai panduan pengembangan organisasi dan kelembagaan Balitbangtan bermasa depan, yaitu:

1. Kinerja organisasi

- Diwujudkan dengan pembentukan *board of trustee*, merupakan dewan perwakilan dari institusi lingkup Balitbangtan yang berperan dalam membuat keseimbangan kegiatan litbang untuk *problem solving* dan *knowledge development*.
- *Board of trustee* juga berperan dalam menjamin pergerakan organisasi yang efektif dan efisien menuju misi dan visi, termasuk juga relevansi visi misi terhadap kondisi internal (ketersediaan dan dukungan sumberdaya) dan kondisi eksternal (perubahan lingkungan).
- Keanggotaan dalam *board of trustee* hendaknya *by name*, dengan tujuan menjaga konsistensi keterlibatan dalam penyusunan perencanaan, implementasi pelaksanaan hingga evaluasi dan perolehan umpan balik untuk penyempurnaan program penelitian dan pengembangan.

2. Kemampuan organisasi tumbuh di lingkungannya
  - Diwujudkan melalui kegiatan padu padan berjenjang yang memadukan perencanaan *top down* dan *bottom up*, serta penelitian berbasis *end-user*
  - Memfungsikan Rapat Kerja dan Keputusan Kepala Badan sebagai Dokumen Pengikat menjawab berbagai *lag/gap* dan pencapaian tujuan yang terukur
  - Mengoptimalkan fungsi UK dan UPT lingkup Balitbangtan sejalan dengan berbagai target yang ada.
3. Motivasi organisasi
  - Dibangun melalui sistem insentif dan penghargaan atas kebebasan intelektual, stimulasi dan otonomi untuk mengembangkan pengetahuan dan kepakaran
  - Distimulasi peningkatan motivasi organisasi dengan sistem remunerasi, akses terhadap bantuan (*grant access*) dan kesempatan memperoleh kemajuan (*advancement*)
  - Ditumbuhkan rasa memiliki (*ownership*) atas target yang ingin dicapai secara kelembagaan litbang, terutama bagi organisasi dari daerah, seperti BPTP misalnya.
4. Kapasitas organisasi
  - Penguatan konfigurasi profil Balitbangtan meliputi struktur organisasi eselon di bawahnya, jumlah peneliti dibandingkan dengan jumlah tenaga administrasi, serta aktivitas riset yang mencakup hulu-hilir
  - Penilaian kekuatan dan kelemahan program dan manajemen pelayanan agar menjadi suplemen bagi

penguatan strategi kepemimpinan untuk meningkatkan kapasitas organisasi.

- Termasuk di dalamnya, penilaian kekuatan dan kelemahan atas manajemen keuangan, sarana prasarana, manajemen konflik, dan hubungan antar organisasi.

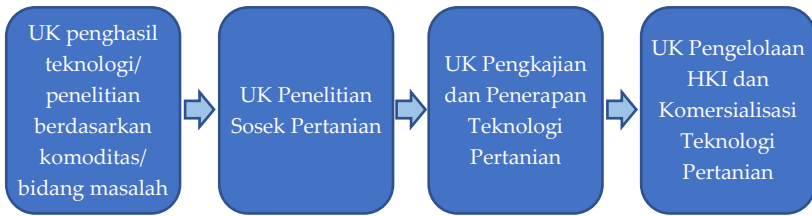
Kesiapan Balitbangtan secara organisasi dan lembaga menuju masa depan menjadi penting untuk menghadapi berbagai tantangan penelitian pengembangan pertanian yang akan dipengaruhi secara signifikan oleh teknologi digital. Digitalisasi pertanian adalah sebuah keniscayaan di masa depan. Bahkan negara-negara di Eropa telah lebih dulu menyadari peran ICT (*information and communication technology*) untuk bidang pertanian, dikaitkan dengan *internet of things*, *cloud computing*, dan *big data*. Penyiapan sumberdaya manusia (SDM) untuk mengerjakan digitalisasi dalam pertanian pun menjadi sebuah keniscayaan. Penguasaan terhadap ICT bagi sebuah organisasi di masa depan menjadi sangat penting dan sekaligus menjadi kunci bagi perluasan *networking* dengan organisasi lainnya.

Dalam konteks program pembangunan, teknologi hasil Balitbangtan harus mampu mendukung terwujudnya tujuan pembangunan pertanian nasional. Dalam jangka panjang, Balitbangtan seyogyanya menjadi rujukan dalam perumusan arah kebijakan pembangunan pertanian melalui hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan. Untuk itu kegiatan penelitian dan pengembangan yang dilakukan harus tepat, fokus, dan tuntas. Penelitian dan pengembangan harus tepat, sesuai dengan tantangan kebutuhan teknologi untuk mendukung pembangunan pertanian saat ini dan masa yang akan datang. Untuk itu, aspek



perencanaan penelitian dan pengembangan menjadi hal yang krusial, yang harus mampu mengantisipasi permasalahan yang akan datang dan bersinergi dengan berbagai kepentingan *stakeholder*. Kedua, penelitian harus fokus pada komoditas atau bidang masalah tertentu, sehingga sumberdaya litbang dapat lebih efektif. Ketiga, penelitian dan pengembangan harus tuntas, dalam arti bahwa teknologi hasil penelitian dan pengembangan harus dapat dimanfaatkan sampai pada pengguna akhir. Untuk itu, keterkaitan hulu-hilir penelitian dan pengembangan pertanian harus dapat diwujudkan dengan baik.

Perubahan struktur organisasi dilakukan dengan strategi penggabungan UK komoditas atau menciptakan UK baru berdasarkan bidang masalah. Untuk skenario yang terakhir ini akan memerlukan waktu yang relatif lama serta menimbulkan perubahan nilai karena akan merombak secara total dari UK/UPT dan tata kerja kelembagaan yang ada. Oleh karena itu, usulan lebih ditekankan pada penggabungan UK komoditas, seperti Puslitbang Tanaman Pangan, Hortikultura, Perkebunan dan Peternakan. Penggabungan ini sesuai dengan sistem usahatani yang berkembang saat ini tidak hanya monokultur tetapi *multi-cropping* dan sistem integrasi terpadu. Untuk efektivitas hilirisasi dan akselerasi pemanfaatan teknologi, diusulkan penggabungan PUSTAKA, BBP2TP dan BPATP menjadi Pusat Pengkajian dan Komersialisasi Teknologi Pertanian, sebagai lembaga yang tetap mengkoordinasikan tugas BPTP. Di Sekretariat Balitbangtan diperlukan perubahan struktur organisasi dengan dibentuk Pusat Perencanaan dan Anggaran (Pusgram dan Anggaran) dan Pusat Kerja Sama dan Kemitraan.



Kelayakan teknologi untuk dikembangkan bukan hanya tergantung pada aspek kelayakan dan keunggulan teknis, tetapi juga aspek ekonomi, sosial/budaya dan kelembagaan. Dengan demikian penelitian sosial ekonomi pertanian serta kebijakan merupakan hal yang sangat penting. Kajian kebijakan bukan hanya terkait dengan teknologi dan kelembagaan usaha agribisnis, tetapi juga kebijakan/regulasi yang lebih luas seperti sumberdaya pertanian, perdagangan, dan sebagainya.

Pada bagian hilir, penerapan teknologi secara luas harus didukung dengan produksi, ketersediaan dan aksesibilitas logistik teknologi. Penanganan serius diperlukan pada aspek perlindungan HKI, lisensi, dan komersialisasi untuk teknologi yang “hanya dapat” diproduksi oleh perusahaan (seperti alat dan mesin, benih, pupuk hayati, pestisida hayati tertentu) serta diseminasi dan pengembangan/ pembinaan pengganda teknologi yang dapat diproduksi secara mandiri oleh petani atau usaha rumah tangga. Dalam konteks pengembangan *research-extension-farmer linkages*, BPTP memiliki peran penting melalui kegiatan diseminasi, agar teknologi hasil Balitbangtan selaras dengan programa dan kegiatan penyuluhan pertanian di daerah, sekaligus menyinergikan dengan program pembangunan pertanian daerah.

Dalam mengisi struktur organisasi tersebut, pengembangan SDM dan penerapan teknologi terkini menjadi sangat penting untuk menunjang berfungsinya organisasi. Modernisasi organisasi ke depan mulai dari aspek perencanaan, pelaksanaan, *monitoring* evaluasi, sistem diseminasi, dan sebagainya harus mampu memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi. Hasil penyusunan tiga skenario pengorganisasian AKIS (*Agricultural Knowledge and Innovation System*) oleh Geerling-Eiff et al (2015) menjadi salah satu alternatif untuk dipertimbangkan. Ketiga skenario itu adalah *high tech scenario*, *self organisation scenario*, dan *collapse scenario*. Hasil pemetaan karakteristik terutama dalam aspek teknologi, pengetahuan dan inovasi, menunjukkan pentingnya ICT yang dapat mengaitkan pertanian dengan sektor lainnya, seperti bioekonomi, misalnya bidang kimia, energi, logistik dan pengelolaan limbah. Peran ICT di masa depan bagi sebuah organisasi riset terwujud dalam Tripple-P atau *public-private partnership*. Melalui Tripple-P, akan sangat mungkin bahwa organisasi nirlaba (NGO) menjadi partner bagi lembaga riset publik mengingat banyak NGO yang juga bekerja dalam konteks keberlanjutan (*sustainability*).

#### **4.4. Membangun Nilai Kerja Sumberdaya Manusia Balitbangtan**

Dalam melaksanakan tugas penelitian dan pengembangan pertanian, peran sumberdaya manusia sangat penting, apalagi bagi lembaga penelitian. Untuk itu, membangun SDM harus menjadi fokus utama dalam pengembangan kelembagaan penelitian dan pengembangan. Pengembangan SDM tidak cukup

hanya meningkatkan kapasitas dan kemampuan SDM, tetapi juga membangun dan menerapkan nilai-nilai kerja SDM Balitbangtan. Nilai kerja SDM mengacu pada nilai kerja dan nilai-nilai budaya organisasi. Berkembangnya nilai-nilai budaya dalam manajemen diharapkan akan terjadi peningkatan kualitas SDM, kualitas cara kerja dan kualitas produknya. Pembinaan SDM tidak dapat hanya melalui *Business As Usual* (BAU) namun perlu strategi dan perubahan pola pikir seluruh SDM untuk berkembangnya organisasi Balitbangtan.

## **Budaya dan Etika Kerja**

Balitbangtan telah menerbitkan Buku Panduan Budaya Kerja Peneliti (Balitbangtan, 2008) yang sejalan dengan Kode Etika Peneliti yang dirumuskan LIPI tahun 2007 (Majelis Profesor Riset LIPI, 2007) dengan cakupan lebih khusus terkait kegiatan penelitian di Balitbangtan. Panduan ini adalah pelengkap Peraturan Menteri Pertanian No. 25/Permentan/OT.140/3/2007 tentang Indikator Budaya Kerja Aparatur Negara lingkup Kementerian Pertanian dan merupakan Petunjuk Pelaksanaan PP No. 42 tahun 2004 tentang Pembinaan Jiwa Korps dan Kode Etik PNS lingkup Kementan. PP No.30 tahun 1980 tentang disiplin PNS juga berlaku penuh. Aturan ini sekarang direvisi menjadi PP No. 11 tahun 2017 tentang Manajemen Pegawai Negeri Sipil. Beberapa tambahan pedoman bagi peneliti diperlukan karena sifat khusus dari jabatan fungsional peneliti. Tugas peneliti memerlukan kreativitas berpikir, kemampuan menemukan informasi dan teknologi baru, dan pemecahan masalah dalam berbagai usaha pertanian. Oleh karena itu, peneliti dituntut memiliki kemampuan

berpikir tinggi, objektif, jujur, kritis, kreatif serta tanggap terhadap permasalahan yang relevan dengan tugasnya.

Balitbangtan (2008) merumuskan empat prinsip komponen etika dalam membangun integritas peneliti dan lembaga penelitian yaitu:

1. Prinsip Konsistensi; keselarasan dan kesepadanan dalam berpikir, berkata dan bertindak sebagai wujud moral dan perilaku.
2. Prinsip Kesadaran Keterkaitan Hubungan: Suatu penemuan untuk memecahkan masalah memerlukan kerja sama berbagai bidang dan pihak.
3. Prinsip Keterbukaan dan apresiasi terhadap perbedaan: Bersedia mendengar, mengakomodasi dan mempertimbangkan ide, saran, pikiran dan pendapat untuk memperkaya wawasan berpikir dan pengetahuan, serta mengapresiasi prestasi.
4. Kesadaran menghasilkan kebajikan dan kemaslahatan: Peneliti mesti dilakukan sesuai tupoksi, untuk memperoleh kemaslahatan, kebajikan dan manfaat nyata sesuai tupoksi Lembaga.

Dengan menerapkan etika tersebut diharapkan peneliti mampu menyumbangkan gagasan, teknologi atau konsep kebijakan untuk mengatasi masalah pembangunan pertanian.

Sesuai dengan perkembangan jaman di era keterbukaan, *open science* dan *open innovation* akan meningkatkan persaingan antar lembaga penelitian nasional maupun internasional untuk menghasilkan inovasi dan capaian-capaian bidang penelitian

seperti Paten, HaKI dan lainnya. Upaya memacu peneliti agar berintegritas serta menghasilkan inovasi yang bermanfaat bagi masyarakat, diperlukan suatu sistem untuk menghasilkan inovasi unggul secara profesional. Sistem ini harus menganut prinsip *reward and punishment* yang fair, sehingga menarik minat peneliti. Sistem merit tersebut mulai diwacanakan dalam sistem penilaian Aparatur Sipil Negara (ASN), termasuk ASN dalam bidang penelitian dan manajemen penelitian. Sistem merit akan sangat dibutuhkan untuk dapat bersaing dengan tenaga profesional yang dapat diterima menjadi ASN menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 49 Tahun 2018 tentang Manajemen Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK) membuka peluang kalangan profesional untuk menjadi ASN profesional dapat mengisi Jabatan Fungsional (JF) dan Jabatan Pimpinan Tinggi (JPT) tertentu.

Untuk mendapatkan sistem merit yang efektif dan efisien, dapat mengadopsi beberapa model yang diterapkan pada lembaga penelitian di beberapa negara maju. Sebagai contoh di USA, terdapat 5 prinsip sistem merit yang dijadikan UU (Gottfried, 1988) yaitu: 1) Perencanaan, semua karyawan harus menjaga standar integritas, pekerjaan dan kepedulian terhadap kepentingan masyarakat, 2) *Monitoring*, karyawan harus bekerja secara efisien dan efektif, 3) Pengembangan, karyawan berhak mendapatkan pendidikan dan latihan, 4) Penilaian, karyawan dinilai berdasarkan kemampuannya, 5) Insentif, memberikan insentif dan pengakuan untuk yang berprestasi.

## Bekerja Profesional Sebagai Strategi bagi Peneliti/ Penyuluh/Perekayasa

Strategi yang dapat dilakukan mengacu kepada kelima sistem merit diatas sebagai berikut:

- a) Program dan fokus penelitian; para peneliti/penyuluh dan perekayasa di Balitbangtan terlebih dahulu harus paham dan mengetahui secara jelas apa yang ditargetkan pemerintah, mencari *roadmap* yang telah ditetapkan, selanjutnya fokus mencari permasalahan dan upaya pemecahan dalam mencapai target tersebut. Skala penelitian dapat menyesuaikan mulai dari kegiatan *in house*, litkaji, eskalasi dan pengembangan. Untuk fokus penelitian yang belum menjadi program utama Balitbangtan, para peneliti/penyuluh/perekayasa perlu menjalin kerja sama dengan pihak lain baik dalam maupun luar negeri namun tetap harus mendukung program Kementerian Pertanian.
- b) Pembiayaan; para peneliti/penyuluh/perekayasa harus mampu merumuskan suatu rencana penelitian dengan matang termasuk kebutuhan anggarannya. Sistem pendanaan di Balitbangtan dapat diperoleh melalui berbagai cara yaitu anggaran rutin, kegiatan strategis, kegiatan kontingensi dan lain-lain.
- c) Pelaksanaan kegiatan; dalam melaksanakan suatu kegiatan penelitian perlu dipahami bahwa kegiatan yang dilaksanakan akan memberikan dampak dan *impact* untuk pertanian dalam berbagai skala sehingga para peneliti/penyuluh/perekayasa tidak bisa bekerja individual. Sebaiknya dari awal suatu

kegiatan penelitian sudah melibatkan pihak-pihak yang akan berperan dalam pelaksanaan, diseminasi dan siapa *user* dalam suatu program penelitian tersebut. Beberapa pihak yang perlu terlibat adalah para pakar dari lembaga di luar Balitbangtan, BPTP, Perguruan tinggi, Pemda, Kementerian terkait, pihak swasta dan petani.

- d) Pelaporan, publikasi dan diseminasi; kecenderungan peneliti/penyuluh/ perekayasa Balitbangtan menunda penyerahan laporan suatu kegiatan, lalai dalam mempublikasikan hasil penelitiannya dan tidak melakukan diseminasi hasil penelitiannya. Hal ini merupakan kekeliruan yang menyebabkan hasil penelitiannya disimpan peneliti dan tidak diketahui masyarakat. Dengan aturan baru fungsional peneliti, maka para peneliti/penyuluh/perekayasa perlu merancang secara cermat publikasi dan paten yang akan dihasilkan untuk dapat memenuhi persyaratan kenaikan fungsional.

## Berfikir Terbuka dan Adaptif

Pada bahasan sebelumnya, telah disampaikan beberapa hal penting yang perlu disikapi oleh para peneliti/penyuluh/perekayasa agar dapat bersaing dan kompeten di bidangnya. Menyongsong era persaingan global, peneliti Balitbangtan perlu berupaya keras untuk meningkatkan kompetensinya secara teknis, mengembangkan *networking* dalam dan luar negeri dengan *stakeholders* terkait, serta memiliki kemampuan beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan informasi yang sangat pesat. Diseminasi hasil penelitian dalam



bentuk seminar di forum internasional akan meningkatkan *recognition* para peneliti/penyuluh/ perekayasa. Beberapa yang perlu menjadi perhatian adalah:

- a. Membuka diri terhadap kemajuan teknologi dan informasi era digital, kemauan belajar terus menerus,
- b. Menjalin kerja sama, komunikasi dan *networking* dalam forum nasional maupun internasional,
- c. Mampu menciptakan inovasi, pemikiran baru serta mampu menyampaikan hasil inovasinya dengan komunikasi verbal yang baik,
- d. Bersikap kritis, tidak selalu mencari posisi nyaman sebagai *follower*,
- e. Bertanggung jawab dan memiliki integritas dalam melaksanakan tugas.

#### **4.5. Padu Padan Internal Balitbangtan**

Balitbangtan saat ini merupakan lembaga penelitian pertanian terbesar dan terlengkap di Indonesia, bahkan mungkin di wilayah ASEAN, dilihat dari SDM, infrastruktur, maupun program penelitiannya. Namun bila dilihat sejarah perkembangannya, Balitbangtan bermula dari berdirinya lembaga penelitian komoditas, yang kemudian bergabung dan dipayungi oleh lembaga baru. Balitbangtan dapat dikatakan sebagai lembaga baru yang memayungi dan mengelola lembaga-lembaga penelitian yang sebelumnya telah ada.

Lembaga-lembaga penelitian yang ada sebelumnya sudah membentuk sistem, norma, budaya, bahkan pola hubungan sosial. Identitas dan kebanggaan para peneliti terhadap lembaganya telah terbentuk sebelumnya dan diturunkan dari generasi kepada generasi penerusnya. Pola kerja penelitian juga telah terbentuk dengan fokus kerja pada masing-masing komoditas. Dengan demikian, budaya kerja mandiri dan sendiri telah terbangun dengan baik di masing-masing lembaga.

Penyatuan dalam satu lembaga penelitian dan pengembangan yaitu Balitbangtan memerlukan perubahan manajemen mulai dari perencanaan, pelaksanaan, serta *monitoring* dan evaluasinya, sehingga kebijakan program berada dalam satu manajemen. Namun perubahan manajemen litbang menjadi satu kesatuan korporasi penelitian dan pengembangan pertanian perlu waktu lebih lama. Kesan bahwa para peneliti (atau juga manajemen) pusat penelitian, balai besar penelitian, bahkan balai penelitian lebih ingin atau “bangga” menonjolkan nama lembaganya sendiri masih ada. Hal ini juga didukung karena selama ini lembaga tersebut sudah mengembangkan kerja sama dengan lembaga penelitian lain, sehingga pihak mitra lebih mengenal pusat, balai besar, atau balai penelitiannya dibandingkan dengan Balitbangtan itu sendiri. Transformasi manajemen harus terus dilakukan menuju sistem manajemen korporasi. Membangun manajemen korporasi pada tingkat Balitbangtan atau bahkan Kementerian Pertanian adalah suatu keniscayaan. *Corporate value, corporate norm, corporate indicators, dan corporate management* serta kebanggaan terhadap Balitbangtan, perlu ditumbuhkan bukan hanya pada tingkat manajemen UK/UPT tetapi seluruh peneliti, penyuluh, perekayasa, dan segenap pegawai Balitbangtan.

Dalam konteks program, *corporate management* program sudah tercermin dalam Permentan No. 05 tahun 2003 tentang Pedoman Penyiapan dan Penerapan Teknologi Pertanian. Dalam Permentan tersebut telah diatur keselarasan dan keterpaduan Balai Besar/Balai Penelitian dengan BPTP dalam pelaksanaan penelitian-pengkajian-pengembangan dan penerapan teknologi pertanian. Dalam konsep tersebut, Balai Besar/Balai Penelitian dan BPTP merupakan bagian integral dari sistem penciptaan teknologi Balitbangtan secara terpadu untuk menghasilkan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan. Permentan tersebut sebenarnya sudah mempertimbangkan pelaksanaan otonomi daerah dengan peran BPTP dalam menghasilkan teknologi spesifik lokasi, ataupun pemberian umpan balik dan informasi kebutuhan teknologi spesifik lokasi. Dengan tugas dan fungsinya Balai Besar/Balai Penelitian melakukan kegiatan penelitian untuk menghasilkan teknologi unggul. Teknologi yang seharusnya dihasilkan adalah teknologi yang sesuai dengan kebutuhan berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan teknologi dan umpan balik yang menjadi tugas BPTP. Kegiatan pengkajian dan diseminasi yang dilakukan BPTP seharusnya juga mengacu pada hasil penelitian BB/Balit, dengan memilih teknologi yang sesuai dengan masalah di masing-masing wilayah. Dengan demikian, penyusunan materi penyuluhan dan bimbingan teknis kepada penyuluh di daerah sinkron dengan pembangunan pertanian di daerah.

Konsepsi penyiapan dan penerapan teknologi pertanian tersebut sebenarnya sudah sejalan dengan konsep penelitian dan pengembangan pertanian dalam menjawab tantangan pembangunan pertanian ke depan yang semakin berat dan bersifat multi aspek. Untuk itu, diperlukan penelitian multidisiplin

sehingga dapat memecahkan permasalahan secara tuntas. Diperlukan kerja sama yang baik dari berbagai disiplin ilmu atau bahkan antar lembaga penelitian, bukan hanya di dalam Balitbangtan. Apabila konsep ini dapat diwujudkan dengan baik saat ini (mungkin perlu sedikit penyesuaian), maka pemenuhan tuntutan terhadap kinerja jabatan fungsional, baik peneliti, penyuluh ataupun perekayasa dapat dipenuhi. Capaian Hasil Kerja Minimum (HKM) akan lebih mudah dicapai.

Namun setelah lebih dari 15 tahun Permentan tersebut dikeluarkan, kondisi ideal sebagaimana yang digambarkan belum dapat dicapai. Hasil penelaahan yang dilakukan oleh BBP2TP terhadap kegiatan yang dilakukan BPTP, menunjukkan belum ada keselarasan dan kesinambungan dengan Balai Besar/Balit, meskipun pada beberapa kasus sudah terjalin kerja sama yang baik antara peneliti BB/Balit dengan peneliti/penyuluh BPTP. Kegiatan pengkajian dan diseminasi masih didominasi oleh kegiatan uji varietas dan atau komponen teknologi budidaya; dan belum didasarkan pada pemecahan masalah dan kebutuhan teknologi secara holistik pada agroekosistem tersebut. Selain itu, komunikasi BPTP dengan BB/Balit belum optimal, sehingga terkesan monoton dan tidak sinkron dengan dinamika teknologi yang dihasilkan BB/Balit, serta kebutuhan daerah. Hasil kajian yang dilakukan BPTP terkesan “terserak” sehingga sulit untuk diformulasikan menjadi teknologi yang terekomendasi secara komprehensif. Fungsi umpan balik dan informasi kebutuhan teknologi spesifik lokasi juga belum efektif *men-drive* kegiatan penelitian atau penyempurnaan teknologi di BB/Balit.

Oleh karena itu, *corporate* program di Balitbangtan mendesak untuk diwujudkan melalui:

- (1) Merumuskan program penelitian dan pengembangan pertanian yang bernilai strategis pada tingkat Balitbangtan, yang dilaksanakan secara terintegrasi dan sinergis oleh UK/UPT lingkup Balitbangtan. Perumusan program didasarkan pada kajian dan analisis mendalam, yang kemudian diformulasikan dalam suatu program penelitian dan pengembangan secara utuh (misalnya dalam bentuk Blok Program Penelitian dan Pengembangan) dan dilaksanakan oleh UK/UPT. Untuk itu, diperlukan semacam tim *task force* di Sekretariat Balitbangtan, yang menjalankan fungsi membantu Kepala Balitbangtan dalam merumuskan program-program penelitian dan pengembangan strategis. Output program penelitian dan pengembangan strategis ini berupa serangkaian teknologi yang mampu menjawab permasalahan mendasar dan memiliki dampak luas terhadap pembangunan pertanian nasional, atau teknologi antisipatif terhadap permasalahan yang akan dihadapi di masa yang akan datang.
- (2) Mengembangkan sistem komunikasi penelitian dan pengembangan pertanian secara lebih intensif dan efektif antar BB/Balit dan BPTP, untuk meningkatkan sinkronisasi program, sehingga dapat dihasilkan program penelitian, pengembangan, dan diseminasi yang terpadu. Komunikasi yang efektif didasarkan pada informasi yang dibawa masing-masing pihak untuk saling dipertukarkan sebagai basis merumuskan kegiatan penelitian di BB/Balit dan pengkajian serta diseminasi di BPTP. Inti dari komunikasi ini adalah agar alur penyiapan dan penerapan teknologi pertanian sesuai

Permentan No. 03 tahun 2005 dapat diwujudkan dengan baik. BPTP harus membawa *update* informasi kebutuhan masalah pembangunan dan teknologi spesifik lokasi serta umpan balik dari hasil pengkajian dan diseminasi yang telah dilakukan. Sementara BB/Balit menyajikan informasi teknologi hasil penelitian yang matang, siap dikaji atau didiseminasikan. Keterpaduan program ini akan lebih mudah dicapai apabila fungsi penelitian di BPTP “ditarik” pada tingkat BB/Balit, sehingga peneliti di BPTP sudah terlibat dalam pelaksanaan penelitian. Untuk “menarik” kegiatan penelitian pada tingkat BB/Balit tidak perlu mengubah tupoksi BPTP. Yang perlu dilakukan adalah menyesuaikan manajemen perencanaan penelitian, yang mengintegrasikan ide atau gagasan peneliti BPTP dan pemikiran peneliti di BB/Balit. Dengan demikian, maka sinergi BB/Balit dan BPTP dalam proses penelitian, pengkajian, diseminasi, dan penerapan teknologi pertanian akan terwujud.

Dengan kedua hal tersebut (pengembangan blok program penelitian dan pengembangan pertanian dan sistem komunikasi penelitian dan pengembangan pertanian), pola kerja sama antar UK/UPT akan terbangun, dan ego satker secara perlahan akan hilang, sehingga akan terbangun *corporate program* pada Balitbangtan dengan sendirinya. Program dan anggaran akan lebih efektif menghasilkan output yang berkualitas dan lebih tepat sesuai kebutuhan (*impact recognition* meningkat). Melalui skema kerja sama tersebut, akan terjadi pertukaran informasi dan pengetahuan antar peneliti, sekaligus sebagai wahana peningkatan kompetensi dan kapasitas SDM Balitbangtan.

#### 4.6. Kerja Sama dan Kemitraan

Salah satu misi Balitbangtan adalah mengembangkan jejaring kerja sama nasional dan internasional (*networking*) dalam rangka penguasaan Iptek (*scientific recognition*) dan peningkatan perannya dalam pembangunan pertanian (*impact recognition*). Kerja sama kemitraan penelitian dan pengembangan pertanian baik dengan mitra dalam maupun luar negeri, bagi Balitbangtan merupakan salah satu strategi dalam pengembangan kapasitas kelembagaan litbang ke depan. Langkah ini juga merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas hasil penelitian.

Sesuai dengan mandat, Balitbangtan mempunyai peran yang sangat penting dan strategis dalam menghasilkan inovasi pertanian untuk mendorong percepatan pencapaian sasaran program strategis pembangunan pertanian nasional. Ke depan, tugas ini semakin berat, karena semakin kompleksnya tantangan pembangunan pertanian, baik dalam aspek sumberdaya, proses produksi dan ekonomi, maupun sumberdaya dan lingkungan, menuntut perlunya reorientasi sistem pertanian masa depan. Untuk itu diperlukan sumberdaya penelitian yang lebih baik, meliputi SDM, sarana, dan program penelitian serta anggarannya. Pengembangan kerja sama kemitraan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan dan kapasitas peneliti Balitbangtan dalam pemanfaatan dan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian. Agar dapat mengembangkan potensi sumberdaya penelitian secara optimal, kerja sama juga dibangun dengan perguruan tinggi, lembaga penelitian dalam maupun luar negeri, yang memiliki kompetensi baik dalam penelitian pertanian.

Tujuan pengembangan kerja sama kemitraan penelitian dan pengembangan pertanian secara lebih spesifik adalah: (1) menghasilkan teknologi unggul dan terapan melalui pemanfaatan sumberdaya penelitian pertanian nasional secara sinergis, (2) meningkatkan efisiensi sumberdaya penelitian, (3) mempercepat dihasilkannya teknologi tepat guna spesifik lokasi, dan (4) membangun dan memperkuat jaringan kemitraan peneliti dan UK/UPT lingkup Balitbangtan dengan perguruan tinggi dan lembaga penelitian nasional maupun lembaga internasional lainnya. Dalam konteks kelembagaan penelitian dan pengembangan, kerja sama dapat dipandang sebagai bagian dari program penguatan kelembagaan penelitian, penguatan sistem inovasi, penguatan sumberdaya dan penguatan program penelitian dan pengembangan itu sendiri. Operasionalisasi kerja sama kemitraan akan mendorong peningkatan efisiensi dan efektivitas kegiatan dan pendanaan penelitian, karena melalui kerja sama diharapkan akan menghasilkan program penelitian yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna (*stakeholder-driven research and innovation*), menghasilkan pola pembiayaan dan penggunaan sumberdaya penelitian yang lebih efisiensi, peningkatan kapasitas sumberdaya manusia, menjadi media transfer pengetahuan dan teknologi, serta strategi memperoleh pengakuan dari lembaga mitra (*scientific recognition*) baik dalam maupun luar negeri.

Khusus untuk kerja sama penelitian luar negeri diharapkan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mengembangkan kapasitas Balitbangtan. Ruang lingkup kerja sama luar negeri adalah kegiatan penelitian, perekayasaan, pengkajian, pengembangan dan alih teknologi dalam bidang pertanian. Kerja sama luar negeri



meliputi kerja sama dengan lembaga penelitian asing, organisasi internasional, perguruan tinggi asing, swasta asing, dan LSM asing. Secara garis besar, kerja sama dapat dilakukan dalam skema bilateral, regional, dan multilateral. Prioritas kerja sama diberikan kepada kegiatan kerja sama penelitian dengan negara/lembaga dimana Indonesia telah memiliki payung kerja sama dengan negara/lembaga yang bersangkutan. Kerja sama penelitian dengan lembaga luar negeri dimaksudkan untuk: (1) meningkatkan alih teknologi yang relevan yang telah dihasilkan oleh lembaga-lembaga penelitian internasional; (2) memperoleh metode/teknik/inovasi baru yang dihasilkan oleh lembaga penelitian internasional untuk mendukung kegiatan perekayasaan teknologi yang dilakukan oleh Balitbangtan, (3) meningkatkan kompetensi peneliti/Balitbangtan di dunia internasional; dan, (4) mempromosikan hasil-hasil penelitian Balitbangtan kepada dunia internasional.

Ke depan, pengembangan program kerja sama kemitraan dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan pertanian akan semakin strategis, paling tidak didorong oleh tiga dinamika yang terjadi, yaitu (1) *open science open innovation*, (2) perkembangan teknologi pada era industri 4.0, dan (3) tuntutan kinerja lembaga peneliti dan fungsional peneliti. Ketiga hal tersebut sebenarnya tidak berdiri sendiri, tetapi saling terkait satu dengan lainnya.

Perkembangan teknologi khususnya teknologi informasi, internet, dan komputer pada satu sisidan keinginan mempercepat pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan mendorong gagasan baru terhadap publikasi, diseminasi, dan pemanfaatan hasil penelitian sedini mungkin dengan memanfaatkan berbagai

media yang didukung pemanfaatan teknologi terkini. *Sharing* gagasan, pengetahuan, ide dan data makin luas dan makin cepat sehingga inovasi baru lebih cepat ditemukan dan dimanfaatkan. Efisiensi sumberdaya penelitian akan semakin meningkat karena duplikasi kegiatan penelitian dapat ditekan dan pengembangan ilmu pengetahuan dapat lebih cepat. *Open science open innovation* ini menuntut pengembangan jejaring kerja sama yang luas dan intensif dalam pengembangan teknologi dan penerapan inovasi pertanian.

Pada sisi lain, diberlakukannya PP No. 11 tahun 2017 tentang Manajemen Pegawai Negeri Sipil, dimana PNS tidak diperkenankan memangku jabatan rangkap antara fungsional peneliti dengan struktural serta perubahan ketentuan tentang usia pensiun untuk pejabat fungsional ahli peneliti madya dan ahli peneliti muda/pertama, pejabat fungsional peneliti dituntut untuk berkarya dan menghasilkan output lebih nyata. Dikeluarkan Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (Menpan RB) No. 34 tahun 2018 tentang Jabatan Fungsional Peneliti, menuntut peneliti menghasikan karya nyata dalam periode waktu tertentu, berupa teknologi ataupun karya tulis ilmiah tingkat nasional maupun internasional sesuai tingkat jabatan tertentu. Tuntutan output tersebut akan sangat sulit dipenuhi bila dilakukan secara mandiri. Dengan demikian peneliti Balitbangtan dituntut untuk dapat menjalin kerja sama baik antara peneliti junior dan senior maupun dengan lembaga penelitian lainnya. Kerja sama penelitian ini juga diharapkan dapat menghasilkan teknologi yang bersifat holistik, dengan melibatkan berbagai bidang kepakaran. Permasalahan pembangunan pertanian umumnya bersifat multidisiplin,

sehingga tidak mungkin satu bidang kepakaran dapat menghasilkan teknologi yang dapat secara tuntas menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

#### 4.7. Strategi Pembiayaan

Skema pembiayaan penelitian dan pengembangan suatu lembaga sangat menentukan arah strategi penelitian. Pembiayaan kegiatan Balitbangtan dengan APBN meliputi semua biaya operasional, gaji, penelitian dan modal. Berdasarkan Renstra 2010-2014 dan 2015-2019 (Balitbangtan, 2016) strategi pembiayaan diarahkan kepada dua kategori:

- a. Kategori I: *Scientific based activities* (SBA), yaitu kegiatan penelitian *upstream* untuk menghasilkan teknologi dan kelembagaan pendukung yang mempunyai muatan ilmiah, fenomenal, futuristik dan mendorong sistem penelitian kompetitif;
- b. Kategori II: *Impact based activities* (IBA), yaitu kegiatan litbang yang lebih bersifat penelitian adaptif (*downstream*) untuk mendukung pencapaian program utama Kementerian Pertanian dalam pembangunan pertanian.

Mengacu pada dua kategori tersebut, kegiatan penelitian dan pengembangan pertanian yang bersumber dari pendanaan internal (APBN Balitbangtan) dikelompokkan menjadi: (1) Penelitian *upstream* (*in-house*) dengan alokasi porsi pendanaan 30-40% yang ditentukan berdasarkan kebijakan, dan (2) Penelitian adaptif (*downstream*) yang mendukung langsung pencapaian program strategis Kementerian Pertanian berupa kegiatan

penelitian adaptif dan diseminasi, dengan alokasi pendanaan 60-70%.

Proporsi kelompok penelitian di atas ditetapkan berdasarkan pertimbangan bahwa Balitbangtan mendukung Tusi Kementerian Pertanian sehingga penelitian dilakukan untuk mendukung sektor pertanian yang sejalan dengan Renstra Kementerian Pertanian. Namun demikian, penelitian dasar dapat ditingkatkan dengan pembiayaan dari non pemerintah seperti hibah. Sumber pembiayaan dari sektor swasta atau hibah masih sangat kecil dan belum signifikan mempengaruhi output penelitian di Balitbangtan.

Ke depan, skema pembiayaan yang berasal dari swasta atau pihak ketiga perlu dioptimalkan sehingga pembiayaan dari pemerintah dapat dimanfaatkan lebih optimal dan mencapai sasaran. Pengembangan kerja sama kemitraan baik dengan lembaga penelitian dalam dan luar negeri serta swasta (*public-private partnership*), perlu terus dilakukan sebagai salah satu upaya meningkatkan pembiayaan penelitian dan pengembangan pertanian. Keterlibatan swasta dalam penelitian dapat didorong lebih baik apabila program penelitian memiliki prospek tinggi untuk dapat diterapkan dalam mendukung kinerja usahanya. Dengan demikian, kemitraan penelitian dan pengembangan pertanian harus dilakukan mulai pada tahap perencanaan.

Dengan diberlakukannya Perpres No. 16 tahun 2018 tentang pengadaan barang/jasa pemerintah, juga merupakan kesempatan dalam memperluas sumber pembiayaan dan kerja sama penelitian dan pengembangan antar lembaga penelitian. Skema kompetisi yang diamanatkan Perpres tersebut membuka peluang dana

penelitian yang dialokasikan pada masing-masing lembaga penelitian pemerintah dapat diakses lebih luas oleh peneliti dari lembaga lain. Hal ini akan meningkatkan efisiensi pembiayaan penelitian dengan menghindari tumpang tindih kegiatan penelitian dan juga mendorong kerja sama antar lembaga penelitian.

Strategi mendapatkan pembiayaan hibah sebagai berikut: (1) mengetahui dengan tepat pembiayaan akan digunakan untuk apa dengan target yang jelas, sehingga diperlukan evaluasi kebutuhan agar pendanaan yang diterima dapat menghasilkan output yang ditargetkan, (2) menemukan mitra yang tepat, sesuai dengan kebutuhan, memiliki *interest* yang sama dan memiliki kepentingan yang sama dengan hak dan kewajiban setara, (3) menyusun proposal yang baik, mulai dari mendefinisikan masalah dengan tepat, menampilkan latar belakang yang relevan, pengaturan waktu dan biaya secara efektif, terhubung dengan *outcomes*, metodologi yang jelas, mampu menunjukkan kontribusi hasil penelitian yang signifikan, penulisan proposal yang baik, dan menampilkan anggota tim peneliti yang *qualified* dan kompeten sesuai bidangnya, (3) kemampuan dan strategi untuk lobby, persiapan proposal, isu pembiayaan dan aspek legal, (4) mendefinisikan dengan baik kebijakan hibah dan pedomannya, dan (5) melaksanakan training terkait *research management* dan isu terkait.

# PENUTUP

Dunia pertanian global terus mengalami perubahan dan pergeseran. Pada era sebelumnya petani dan industri pertanian selalu berusaha untuk dapat meningkatkan produksi dan produktivitas pertanian guna memenuhi kebutuhan manusia yang jumlahnya terus bertambah. Sekarang ini dan ke depan, orientasi tersebut mulai bergeser ke arah produk yang lebih berkualitas, menarik dan kompetitif, serta diterima pasar. Demikian juga dengan produk penelitian dan pengembangan pertanian, tidak cukup diukur dari jumlah yang dapat dihasilkan (*product based*) tetapi juga apakah produk penelitian dan pengembangan tersebut dapat diterima oleh industri dan petani, tentu dengan tuntunan dan bimbingan yang meyakinkan (*service based*). Kata kuncinya adalah pada teknologi dan inovasi yang mampu merespon dinamika perubahan pasar global khususnya untuk produk pertanian. Kemudian bagaimana dengan Balitbangtan yang telah dipercaya sebagai pusat rujukan kelitbangtan pertanian? Bagaimana merespon dan memanfaatkan hadirnya era industry 4.0 untuk kemajuan pertanian Indonesia dan perbaikan kesejahteraan petani.

Menjawab tantangan dan dinamika perubahan dimaksud, Balitbangtan seyogyanya telah memiliki peta jalan dan strategi untuk meningkatkan perannya sebagai *leader* dan rujukan dalam penelitian dan pengembangan pertanian. *Corporate* program di Balitbangtan sebaiknya segera diwujudkan melalui: 1) Perumusan program penelitian dan pengembangan pertanian yang bernilai strategis pada tingkat Balitbangtan, yang dilaksanakan secara terintegrasi dan sinergis oleh UK/UPT lingkup Balitbangtan.

Output program penelitian dan pengembangan strategis dimaksud merupakan serangkaian teknologi dan inovasi yang mampu menjawab permasalahan mendasar dan memiliki dampak luas terhadap pembangunan pertanian nasional, dan atau teknologi yang antisipatif terhadap permasalahan yang akan dihadapi di masa yang akan datang; 2) Pengembangan sistem komunikasi dan rantai nilai penelitian dan pengembangan pertanian secara lebih intensif dan efektif untuk mencapai sinkronisasi dan keterpaduan program penelitian, pengembangan, dan diseminasi produk.

Dengan semakin kompleksnya tantangan pembangunan pertanian, baik dalam aspek sumberdaya, proses produksi dan ekonomi, maupun lingkungan, menuntut perlunya reorientasi sistem pertanian masa depan. Untuk itu Balitbangtan lebih mempersiapkan diri dengan merancang sumberdaya penelitian secara lebih baik dan terukur, yang meliputi baik SDM dan sarana, maupun program penelitian dan anggarannya. Pengembangan kerja sama dan kemitraan juga perlu terus ditingkatkan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan dan kapasitas peneliti Balitbangtan dalam pemanfaatan dan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian. Agar dapat mengembangkan potensi sumberdaya penelitian secara optimal, kerja sama juga dibangun dengan perguruan tinggi, lembaga penelitian dalam maupun luar negeri, yang memiliki kompetensi dalam penelitian pertanian. Tentu saja pengembangan kerja sama kemitraan penelitian dan pengembangan pertanian diarahkan untuk menghasilkan teknologi unggul, meningkatkan efisiensi sumberdaya penelitian, mempercepat dihasilkannya teknologi tepat guna spesifik lokasi, serta membangun dan memperkuat jaringan kemitraan peneliti dan UK/UPT lingkup Balitbangtan

dengan perguruan tinggi dan lembaga penelitian nasional maupun lembaga internasional lainnya. Kerja sama dan kemitraan dimaksud dapat dipayungi dengan spirit “*open science open innovation*” (penelitian dan pengembangan untuk semua).

Dalam konteks kelembagaan penelitian dan pengembangan, kerja sama dapat dipandang sebagai bagian dari program penguatan kelembagaan penelitian, penguatan sistem inovasi, penguatan sumberdaya dan penguatan program penelitian dan pengembangan itu sendiri. Operasionalisasi kerja sama kemitraan akan mendorong peningkatan efisiensi dan efektivitas kegiatan dan pendanaan penelitian, karena melalui kerja sama ini diharapkan akan dihasilkan program penelitian yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna (*stakeholder-driven research and innovation*). Kerja sama penelitian juga akan menghasilkan pola pembiayaan dan penggunaan sumberdaya penelitian yang lebih efisien. Kerja sama juga memberi ruang bagi peningkatan kapasitas sumberdaya manusia, dan media transfer pengetahuan dan teknologi, serta menjadi bagian dari strategi memperoleh pengakuan dari lembaga mitra (*scientific recognition*) baik dalam maupun luar negeri. Dengan terbitnya buku **Menuju Balitbangtan Terdepan dalam Penelitian Pangan dan Pertanian** diharapkan para pemegang dan perumus kebijakan dapat memanfaatkannya sebagai salah satu pendorong ide-ide kreatif dan cemerlang terkait teknologi dan inovasi pertanian baik di lingkungan internal maupun eksternal Balitbangtan. Harapan besarnya, Balitbangtan bersinergi dalam ikut mewujudkan Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia Berkelanjutan berbasis teknologi inovatif dan sumberdaya manusia yang kreatif dan unggul.





# DAFTAR PUSTAKA

- Adams M and Olesak M. 2010. Innovation ecosystems: built from the bottom up I-Capital Advisors. Washington DC.
- Anderson Pamela. 2016. Roots and Tubers: Serving People, the Planet, and Prosperity. The First World Congress on Root and Tuber Crops. Nanning, Guangxi, China. 18-22 January 2016.
- ATKearney. 2017. Bringing the Fourth Industrial Revolution to Indonesia. National Seminar – Outlook Industry 2018. Ministry of Industry. 11 December 2017.
- Banu S. 2015. Precision Agriculture: Tomorrow's Technology for Today's Farmer. Department of Food Processing and Preservation Technology, Faculty of Engineering, Avinashilingam University for Women, Coimbatore, Tamil Nadu, India. Journal of Food Processing & Technology. ISSN: 2157-7110 JFPT. Volume 6 Issue 8.
- [BALITBANGTAN] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2008. Pedoman Budaya Kerja dan Etika Peneliti. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 41 Hal.
- [BALITBANGTAN] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2016. Rencana Strategis. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Tahun 2015 – 2019.

- [BALITBANGTAN] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2010. Rencana Strategis. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Tahun 2010-2015.
- Baur C, Wee D. 2015. Manufacturing is next act. Our Insights. McKinsey & Company. Retrieved from <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>
- CEMA. 2017. Digital Farming: what does it really mean, and what is the vision of Europe's farm machinery industry for Digital Farming. European Agricultural Machinery.
- Crnjac M, Veža I, and Banduka N. 2017. From Concept to the Introduction of Industry 4.0. International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM), Vol. 8 No 1, 2017, pp. 21-30. Available online at [www.iim.ftn.uns.ac.rs/ijiem\\_journal.php](http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/ijiem_journal.php). ISSN: 2217-2661
- Drath R & Horch A. 2014. Industrie 4.0: Hit or hype? [industry forum]. IEEE industrial electronics magazine, 8 (2), pp. 56-58.
- Davies R. 2015. Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS\\_BRI\(2015\)568337\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)
- Dwiputrianti S. 2018. Challenges with Implementation of the Merit System in the Open Recruitment of Government High Positions: The Case in Indonesia. Asian Association for Public Administration Annual Conference. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 191.

- European Commission (2012) 'Communication on the European Research Area. [http://ec.europa.eu/research/era/era\\_communication\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/era/era_communication_en.htm)
- FAO. 2014. The Water-Energy-Food Nexus. A new approach in support of food security and sustainable agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2014.
- FAO. 2011a. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) - Managing systems at risk. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and London, Earthscan.
- FAO. 2011b. Energy-smart food for people and climate. Issue Paper. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2012b. Coping with Water Scarcity – An Action Framework for Agriculture and Food Security. FAO Water Reports No. 38 Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2017. The Future of Food and Agriculture Trend and Challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2017.
- Furtado K, Kircher A. 2010. Strategies for Encouraging Research Faculty to Secure External Funding. Custom Research Brief.
- Geerling-Eiff FA, Selnes T, and Poppe KJ. 2015. Anticipating the future of agriculture: Towards resilient institutions and organizations, Paper prepared for presentation at the 148th seminar of the EAAE. "Does Europe need a Food Policy?". Brussels, Belgium, date: 30 November – 1 December 2015.

- Gottfried Frances. 1988. *The Merit System and Municipal Civil Service, A Fostering of Social Inequality*. Greenwood Press. 181 p.
- Hermann M, Pentek T, & Otto B. 2016. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. Presented at the 49th Hawaiian International Conference on Systems Science.
- Islam Roumeen. 2018. "One more time : what are institutions and how do they change?". Policy Research Working Paper Series 8422, The World Bank.
- Jackson DJ. 2011. *What is an Innovation Ecosystem?*. National Science Foundation. Arlington, VA.
- Kagermann H, Lukas WD, & Wahlster W. 2011. *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution*. <http://www.vdinachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>.
- Kagermann H, Lukas WD, & Wahlster W. 2013. *Final report: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Industrie 4.0 Working Group.
- Kagermann H. "*How Industrie 4.0 will coin the economy of the future?*" (The results of the german high-tech strategy's and strategic initiative Industrie 4.0). Royal Academy of engineering. London, February 2014.
- Kagermann H, Wahlster W, & Helbig J. 2013. *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0*. Industrie 4.0 Working Group. Germany.

- Kementerian PPN/Bappenas. 2018. Kebijakan pembangunan Iptek untuk Kemajuan Bangsa: Pentingnya Sistem Nasional Iptek dan Inovasi. Jakarta
- Kemenristekdikti. 2017. Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045. [rim.ristekdikti.go.id/wp-content/.../08/RENCANA-INDUK-RISET-NASIONAL.pdf](http://rim.ristekdikti.go.id/wp-content/.../08/RENCANA-INDUK-RISET-NASIONAL.pdf)
- Komite ASN. 2018. Penerapan Sistem Merit Pada Instansi Pemerintahan. <https://www.kasn.go.id/>
- Lusthaus C, Adrien MH, Anderson G, Carden F, and Montalva GP. 2002. Organizational Assessment: A Framework for Improving Performance. Inter-American Development Bank. Washington DC. International Development Research Centre. Ottawa, Canada.
- Lee J, Lapira E, Bagheri B, Kao H. 2013. Recent Advances and Trends in Predictive Manufacturing Systems in Big Data Environment. *Manuf. Lett.* 1 (1): 38–41.
- Liffler M, & Tschiesner A. 2013. The Internet of Things and the Future of Manufacturing. McKinsey & Company.
- Lombardi JV, Phillips EDC, Abbey CW, Craig DD. 2014. The Top American Research Universities. 2014 Annual Report. The Center for Measuring University Performance.
- Majelis Profesor Riset Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2007. Kode Etika Peneliti. LIPI Press. Jakarta.
- Massachusetts Technology Collaborative. 2014. <http://www.masstech.org/innovation-ecosystem>

- Mohieldin M. 2017. How to Achieve SDG's. Project Syndicate The World Opinion Page. World Bank
- Naujok N, Nowak G, Foltz C, Timmer A, Wolf T, and Johnson T. 2016. Research and Development 4.0. The mutual benefits of digitization and R+D
- OECD. 2008. OECD Contribution to the United Nations Commission on sustainable development 16-Towards sustainable agriculture.
- Peraturan Presiden No. 38 Tahun 2018 Tentang Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045.
- Pasandaran E dan Syakir M. 2017. Memperkuat Kemampuan Sistem Inovasi Pertanian, dalam Menuju Pertanian Modern Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian. IAARD Press. Jakarta.
- Pasandaran E. 2018. Kebijakan dan Komitmen Politik Memperkuat Kemampuan Pertanian Rakyat Menuju Kesejahteraan Petani. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Philips and Everest. 2015. Meritocracy and public service excellent. International Journal of Civil Service Reform and Practice (5): 94-98
- Prasetyo H dan Sutopo W. 2018. Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset. Jurnal Teknik Industri, Universitas Diponegoro. Vol. 13, No. 1. Januari 2018

- Sulaiman AM. 2018. Sukses Swasembada, Indonesia Menjadi Lumbung Pangan Dunia 2045. Sekjen – Kementerian Pertanian.
- Sung TK. 2017. Industri 4.0: a Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change Journal*. 1-6.
- Thoben KD, Wiesner S, and Wuest T. 2017. "Industrie 4.0" and Smart Manufacturing – A Review of Research Issues and Application Examples. *Int. J. of Automation Technology* submitted.
- Van Es H and Woodard J. 2017. *Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age*. Cornell University
- Wyman O. 2018. *Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology*. World Government Summit. Februari 2018.
- Waddell DM, Creed A, Cummings TG, and Worley CG. 2017. *Organisational Change: Development and Transformation*, 6<sup>th</sup> Edition. Cengage Learning Australia Pty Limited. South Melbourne, Victoria Australia.
- Svensson Goran and Wood Greg. 2009. Inculcating the ethos of public-sector codes of ethics in sweden: a longitudinal approach. *Corporate Governance* 9(2): 175-188.
- Tong, Caroline Haiyan, Jeffrey D, Straussman and Walter D, Broadnax. 1999. Civil service reform in the people's Republic of China: Case studies of early implementation. *Public Administration & Development*, 19: 193-206.





# GLOSSARY

AI	<i>Artificial intelligent</i>
AIS	<i>Agricultural Innovation System</i>
AKIS	<i>Agricultural Knowledge and Information System</i>
Alsintan	Alat dan mesin pertanian
APBD	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
ARN	Agenda Riset Nasional
ASN	Aparatur Sipil Negara
Balitbangtan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
BAU	<i>Business as Usual</i>
BB	Balai Besar
BBP2TP	Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian
Bimas	Bimbingan massal
BIP	Balai Informasi Pertanian
BPP	Balai Penyuluhan Pertanian

BPSB	Badan Pengawasan Sertifikasi Benih
BPTP	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian
CPS	<i>Cyber Physical System</i>
DIPA	Daftar Isian Pelaksana Anggaran
DRN	Dewan Riset Nasional
FAO	<i>Food and Agriculture Or</i>
FDI	<i>Foreign Direct Investment</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GVC	<i>Global Value Chains</i>
IBA	<i>Impact Based Activities</i>
IKM	Industri Kecil Menengah
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoT	<i>Internet of things</i>
IT	<i>Information Technology</i>
JF	Jabatan Fungsional
JPT	Jabatan Pimpinan Tinggi
KAN	Komite Akreditasi Nasional
KP	Kebun Percobaan
KTI	Karya Tulis Ilmiah
LAN	<i>Local Area Network</i>
LPD	Lumbung Pangan Dunia

LTT	Luas tambah tanam
MDGs	<i>Millenium Development Goals</i>
NARS	<i>National Agriculture Research System</i>
NGO	<i>Non-Government Organization</i>
OPT	Organisme pengganggu tanaman
OSIM	<i>Open Science and Innovation Management</i>
OSOI	<i>Open Science and Open Innovation</i>
P3K	Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja
PAD	Pendapatan Asli Daerah
PBB	Perserikatan Bangsa-Bangsa
PDB	Penerimaan Domestik Bruto
PLC	<i>Programmable Logic Controler</i>
POK	Petunjuk Operasionaln Kegiatan
PP	Peraturan Pemerintah
PPP	<i>Public-Private Partnerships</i>
Puslitbang	Pusat Penelitian dan Pengembangan
R&D	<i>Research and Development</i>
RDHP	Rencana Diseminasi Hasil Penelitian/ Pengkajian
REL	<i>Research and Extension Linkage</i>
Renstra	Rencana Strategis

Resilience	Daya tahan
RIPP	Rencana Induk Pembangunan Pertanian
RIRN	Rencana Induk Riset Nasional
RKAKL	Rencana Kerja dan Anggaran Kementerian dan Lembaga
RKTM	Rencana Kerja Tingkat Manajemen
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RPTP	Rencana Penelitian/Pengkajian Tim Peneliti/Pengkaji
RTUP	Rumah Tangga Usaha Pertanian
SBA	<i>Scientific based activities</i>
SDGs	<i>Sustainable Development Goals</i>
SDM	Sumber Daya Manusia
SIPP	Strategi Induk Pembangunan Pertanian
SNI	Standar Nasional Indonesia
SUP	Sistem Usaha Pertanian
SUT	Sistem Usaha Tani
SUTPA	Sistem Usaha Tani Padi berorientasi Agribisnis
TIK	Teknologi Informasi dan Komunikasi
TKT	Tingkat Kesiapterapan Teknologi

Tusi/Tupoksi	Tugas dan fungsi/Tugas pokok dan fungsi
UAV	<i>Unnamed Aerial Vehicle</i>
UK	Unit Kerja
UPBS	Unit Pengelola Benih Sumber
UPSUS	Upaya Khusus
UPT	Unit Pelaksana Teknis
UU	Undang-Undang
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
VUB	Varietas Unggul Baru



# TENTANG PENULIS

**Achmad Suryana, Prof. (R), Dr., Ir.,** Profesor Riset dan Peneliti Utama bidang Ekonomi Pertanian pada Pusat Analisis Sosial Ekonomi Pertanian, Kementerian Pertanian, Email: achsuryana@gmail.com.

**Erizal Jamal, Prof. (R), Dr., Ir.,** Profesor Riset dan Peneliti Utama di Bidang Ekonomi Pertanian, Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian. Email: erizal\_jamal@yahoo.com.

**Haryono Soeparno, Ir, M.Sc, Dr.** Ketua Komisi Teknis Pangan dan Pertanian, merangkap Anggota, Dewan Riset Nasional, Kemenristekdikti, Email: haryono@binus.edu

**Husnain, Ph.D., MSc., MP., SP.,** Peneliti Madya bidang Kimia dan Kesuburan Tanah pada Balai Penelitian Tanah, Balitbangtan, Kementerian Pertanian, Email: husnain@pertanian.go.id dan husnain.isri@gmail.com.

**Idha Widi Arsanti, Dr., MP., SP.,** Kepala Pusat Pendidikan Pertanian BBPSDMP, Kementerian Pertanian, Email: idha\_arsanti@yahoo.com & idha.arsanti11@gmail.com.

**Irsal Las, Prof. (R), Dr., MS., Ir.,** Profesor (Riset) bidang Agroklimatologi, Sumberdaya, dan Lingkungan, Email: irsallas@indo.net.id & irsallas15@gmail.com.



**Ladiyani Retno Widowati, Dr., MSc., Ir.,** Peneliti Madya bidang Kimia dan Kesuburan Tanah pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Genetik Pertanian, Balitbangtan, Kementerian Pertanian, Email: ladiyanirwidowati@gmail.com.

**Mewa Ariani, MS., Ir.,** Peneliti Utama Bidang Ketahanan Pangan pada Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian, Email: mewa\_tan@yahoo.com.

**Nuning Argo Subekti, Dr., MSc., SP.** Peneliti Muda Bidang Genetika dan Pemuliaan Tanaman, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian, Email: nuningargo@pertanian.go.id, argosubekti@yahoo.com

**Retno Sri Hartati Mulyandari, Dr., MSi., Ir.,** Peneliti Madya bidang Ilmu Komunikasi Pembangunan Pertanian pada Balitbangtan, Kementerian Pertanian, Email: retnoshm@yahoo.com.

**Rusman Heriawan, Dr., MS., Ir.,** Peneliti Utama bidang Ekonomi Pertanian pada Balitbangtan, Kementerian Pertanian, Email: rusman.heriawan@gmail.com.

**Sri Asih Rohmani, Dr., MSi., Ir.,** Perencana Madya bidang Sosial dan Ekonomi di Sekretariat Badan Litbang Pertanian, Email: asihnoegroho@yahoo.com.

**Suci Wulandari, Dr. MSi., SP.,** Peneliti Muda bidang Ekonomi Pertanian pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Balitbangtan, Kementerian Pertanian, Email: suciwulandari@hotmail.com.

**Sumedi, Dr., MSi., SP.,** Peneliti Muda bidang Ekonomi Pertanian pada Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian, Email: s\_medi@yahoo.com dan fadhlisumedi@gmail.com.

**Tjeppy D. Soedjana, Prof. (R)., Dr., MSc., Ir.,** Profesor Riset di bidang ekonomi pertanian, Balitbangtan Kementerian Pertanian, Email: tjeppyds@indo.net.id.

**Vyta W.Hanifah, MSc., Spt.,** Peneliti Muda bidang Sistem Usaha Pertanian pada Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP), Balitbangtan, Kementerian Pertanian, Email: invy13@hotmail.com atau vytaweha@litbang.pertanian.go.id.



# INDEKS

## A

Adopsi, 34, 52, 54, 56, 98, 129  
Agroindustri, 81, 82, 86  
Akreditasi, 34, 56  
Alih teknologi, 23, 30, 48, 139,  
140

## B

Benih, 6, 17, 18, 27, 33, 34, 35,  
76, 125  
Bibit, 23, 35, 78, 79  
Bimas, 43, 47, 57  
Biodiversitas, 16  
Bioenergi, 12, 32  
Bioindustri, 3, 4, 39, 40, 82  
Bioteknologi, 4, 39, 69, 89, 91,  
111  
Budaya kelembagaan, 120

## C

*Center of excellent*, 40, 106  
*Corporate indicator*, 133  
*Corporate management*, 64,  
133, 134  
*Corporate norm*, 133  
*Corporate value*, 133

## D

*Database*, 36, 37, 64  
Daya saing, 15, 19, 20, 22, 32,  
71, 72, 75, 76, 84, 90, 92,  
93, 96, 106, 108, 110, 111  
Degradasi, 1, 11, 70  
Desentralisasi, 40, 41, 42, 43,  
47, 48, 49, 50, 74  
Difusi, 100

Diseminasi, 6, 7, 17, 18, 33, 34,  
35, 36, 37, 44, 47, 48, 50,  
51, 52, 54, 55, 62, 65, 98,  
107, 108, 111, 112, 113,  
117, 118, 125, 126, 131,  
134, 135, 136, 137, 140,  
143, 146

## E

Ekosistem inovasi, 101  
Era digital, 132  
Etika kerja, 127

## G

Generasi milenial, 75, 82, 83,  
84, 85

## I

*Impact recognition*, 97, 98, 109,  
110, 137, 138  
Infrastruktur, 18, 19, 23, 27,  
36, 52, 77, 80, 82, 87, 88,  
92, 95, 99, 107, 108, 109,  
110, 111, 132

Inovatif, 2, 89, 90, 96, 97, 98,  
105, 107, 108, 109, 112,  
147

Integrasi vertikal, 81, 82, 94

## J

Jaringan perdagangan, 19

## K

Keberlanjutan, 1, 4, 11, 32, 39,  
60, 70, 71, 77, 82, 83, 84,  
89, 90, 91, 126

Kebijakan pasar pangan, 19

Kelaparan, 1, 8, 9, 10

Kelembagaan, 2, 5, 7, 13, 18,  
20, 29, 37, 44, 45, 46, 50,  
51, 53, 56, 64, 93, 94, 95,  
96, 100, 103, 107, 111,  
112, 120, 121, 122, 124,  
125, 126, 138, 139, 142,  
147

Kepemimpinan, 110, 116,  
120, 123

Kerja sama kemitraan, 103,  
138, 139, 140, 143, 146,  
147

Ketangguhan ekologi, 84, 86

Ketangguhan ekonomi, 84,  
86

Ketangguhan sosial, 84, 86

Kinerja, 4, 6, 24, 25, 35, 45, 47,  
51, 53, 92, 95, 96, 99, 106,  
108, 114, 115, 118, 121,  
135, 140, 143

Koleksi plasma nutfah, 33

Komoditas pangan strategis,  
14, 19

## L

Laboratorium, 26, 33, 34, 96,  
126

Lembaga riset, 1, 2, 3, 4, 23,  
24, 25, 28, 95, 109, 110,  
126

Lambung pangan dunia, 13,  
14, 15, 17, 20, 59, 60, 61,  
97, 147

## M

Manajemen, 3, 18, 20, 24, 33,  
35, 36, 37, 40, 54, 64, 75,  
76, 78, 79, 93, 95, 96, 98,  
106, 109, 110, 114, 116,  
118, 119, 122, 123, 127,  
129, 133, 134, 137, 141,  
144

Manajemen korporasi, 110,  
133

Misi, 7, 9, 36, 96, 97, 98, 110,  
121, 138

## N

Nawa Cita, 13, 14, 16, 38

*Networking*, 120, 123, 131, 132,  
138

Norma, 120, 133

## O

*Online*, 37

Otonomi, 40, 41, 43, 44, 49, 50,  
51, 96, 122, 134

**P**

- Padu padan, 65, 110, 122, 132
- Pangan strategis, 14, 15, 17, 19
- Pelembagaan *triple helix*, 23
- Pembiayaan, 27, 45, 58, 76, 130, 139, 142, 143, 144, 147
- Pemerintahan daerah, 40, 41, 43, 45, 47
- Penawaran, 19, 91
- Penelitian adaptif, 142, 143
- Penelitian *downstream*, 142
- Penelitian pengembangan, 123
- Penelitian *upstream*, 142
- Pengkajian, 6, 30, 31, 33, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 62, 65, 103, 107, 112, 113, 114, 117, 118, 124, 125, 134, 135, 136, 137, 139
- Penyuluh pertanian, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 51, 53
- Penyuluhan, 6, 18, 27, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 55, 63, 66, 85, 86, 107, 125, 134
- Perekayasa, 54, 118, 130, 131, 132, 133, 135, 139, 140
- Perencanaan, 21, 55, 66, 67, 77, 94, 98, 102, 104, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 124, 126, 129, 133, 137, 143
- Permintaan, 8, 12, 20, 69, 76, 86, 91, 117
- Perpustakaan digital, 36
- Pertanian 4.0, 71, 75, 81, 88, 98
- Pertanian cerdas, 76
- Pertanian digital, 72, 75, 76, 80, 82, 84, 85, 87, 88
- Pertanian presisi, 69, 71, 75, 76, 77, 79, 89
- Perubahan iklim, 1, 9, 11, 12, 19, 20, 58, 69, 71, 91, 111
- Peta jalan, 7, 102, 104, 145
- Plasma nutfah, 16, 33
- Pola pikir, 77, 87, 127

Produksi pangan, 10, 11, 12,  
15, 16, 20, 21, 71

*Prototype*, 50, 54, 118

Publikasi, 36, 63, 65, 109, 131,  
140

## R

Rantai pasok, 19, 74, 84

*Real time*, 74, 79

*Remote sensing*, 78

Revolusi industri 4.0, 3, 73,  
89, 90

Riset pertanian, 61, 103, 104,  
105

## S

Sarana dan prasarana, 33, 35,  
45, 112

*Scientific recognition*, 110, 138,  
139, 147

Siklus perencanaan, 118

Sistem informasi, 36, 78, 80,  
100

Sistem inovasi nasional, 64

Sistem inovasi pertanian, 1,  
28, 47, 99, 100, 116

Sistem komunikasi, 136, 137,  
146

Sistem merit, 129, 130

Sistem penyuluhan, 44, 47

Sistem tata nilai, 120

*Stakeholder*, 77, 110, 124, 139,  
147

Struktur organisasi, 43, 45,  
46, 108, 121, 122, 124, 126

Swasembada, 13, 14, 15, 16,  
17, 19, 20, 42, 43, 59, 60

## T

Teknologi inovatif, 89, 90, 97,  
98, 107, 109, 147

Teknologi pertanian, 2, 6, 7,  
12, 29, 30, 47, 48, 52, 69,  
75, 77, 96, 107, 108, 109,  
118, 124, 125, 134, 136,  
137, 138, 146



Teknologi spesifik lokasi, 48,  
51, 53, 107, 108, 134, 135,  
137

Transfer teknologi, 47

Transformasi manajemen, 93,  
95, 133

## V

Varietas, 2, 18, 29, 34, 35, 50,  
54, 57, 118, 135

Visi, 14, 36, 69, 73, 96, 97, 98,  
121

## W

*Website*, 36

Wirausaha, 85, 86, 94