



Seri 6

#2

TATA KELOLA MEKANISASI PERTANIAN: UPJA, Brigade, Taksi Alsintan

Editor:

Prima Gandhi | Suwandi | Ugi Sugiharto
Nurina Endra Purnama | Triyanto



Seri 6

TATA KELOLA MEKANISASI PERTANIAN: UPJA, Brigade, Taksi Alsintan

TATA KELOLA MEKANISASI PERTANIAN: UPJA, Brigade, Taksi Alsintan

Penulis:

Prima Gandhi | Agung Sasongko | Warsito | Muhammad Aqil
Ahmad Zamzami | Muhammad Saldan Bastari | Hardei
Endang Setyowati | Henty Ira Fajar | Ardiyan Yuliandry
Muhammad Subchi | Hartanto Sanjaya | Busyairi Latiful Ashar
Warsito | Bayu | Usman Kansong | Sri Wahjuni | Amirudin Pohan



Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3,
Kota Bogor - Indonesia

C.01/12.2022

Judul Buku:

Tata Kelola Mekanisasi Pertanian: UPJA, Brigade, Taksi Alsintan

Penulis:

Prima Gandhi | Agung Sasongko | Warsito | Muhammad Aqil | Ahmad Zamzami
Muhammad Saldan Bastari | Hardei | Endang Setyowati | Henty Ira Fajar
Ardiyan Yuliandry | Muhammad Subchi | Hartanto Sanjaya | Busyairi Latiful Ashar
Warsito | Bayu | Usman Kansong | Sri Wahjuni | Amirudin Pohan

Editor:

Prima Gandhi | Suwandi | Ugi Sugiharto
Nurina Endra Purnama | Triyanto

Korektor:

Siti Julaeha

Sumber Foto:

Markus Spiske on Unsplash

Desain Sampul :

Makhbub Khoirul Fahmi

Penata Isi:

Mokhammad Zulfatul Basith

Jumlah Halaman:

236 + 24 hal romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, Desember 2022

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id

www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-467-501-6

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2022, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

PENGANTAR MENTERI PERTANIAN



Hampir tiga tahun lalu, dunia secara tiba-tiba dihadapkan pada sebuah situasi yang tidak terduga, yakni munculnya wabah Covid-19. Kemunculan wabah yang menjadi pandemi tersebut telah berpengaruh di berbagai sektor kehidupan dan menimpa hampir seluruh negara di dunia, termasuk juga menimpa Indonesia.

Indonesia berupaya untuk bangkit dari keterpurukan akibat pandemi. Namun di balik itu, pandemi telah mengajarkan banyak hal, termasuk mengajarkan untuk menghadapi ujian kebersamaan. Pandemi juga telah mengubah berbagai paradigma dan pendekatan. Dengan adanya paradigma dan pendekatan yang baru, sektor pertanian ikut terdampak dengan adanya tantangan dalam melakukan penyesuaian.

Adanya pandemi tidak menjadikan sektor pertanian lumpuh, sebab pertanian menjadi salah satu sektor penggerak utama perekonomian nasional. Oleh karena itu, ini harus menjadi sektor yang berdiri dan mengambil bagian di depan. Sebab jika pertanian berhenti, kehidupan masyarakat juga akan ikut berhenti. Ada berbagai komoditas di dalamnya yang harus terus tersedia untuk menjadi penyambung kehidupan agar masyarakat terus dapat bergerak di tengah segala pembatasan.

Komoditas tanaman pangan merupakan satu yang cukup sentral untuk diselamatkan di masa pandemi. Keberadaan pangan menentukan hidup matinya masyarakat. Oleh karena itu, paradigma dan pendekatan baru dibutuhkan dalam rangka menjaga keselamatan komoditas pangan

di tengah pandemi. Pendekatan baru tersebut kemudian diejawantahkan dalam sebuah program yang berjudul Bimbingan Teknis dan Sosialisasi (BTS) ProPaktani. Program yang kepanjangannya Pengembangan Kawasan Tanaman Pangan Korporasi ini berisi sejumlah agenda yang mengangkat kesejahteraan petani dan berlangsung sesaat menjelang kedatangan pandemi. Setelah adanya pandemi, ProPaktani tetap berjalan dengan berbagai agenda yang harus diselesaikan. BTS ProPaktani merupakan salah satu agenda yang menggunakan pendekatan baru tersebut, yakni dilakukan secara daring.

BTS ProPaktani berisi sosialisasi maupun bimbingan teknis dari berbagai ahli maupun praktisi. Ada banyak sekali para pegiat bidang pertanian tanaman pangan yang memiliki terobosan maupun inovasi terkini. Inovasi dan terobosan tersebut tidak boleh berhenti hanya di pegiat saja, tetapi harus sampai kepada masyarakat luas agar kebermanfaatannya dirasakan oleh semua orang. Oleh karena itu, BTS ProPaktani menjadi ajang para praktisi maupun para ahli dalam menyebarkan berbagai inovasi tersebut.

BTS ProPaktani diikuti oleh peserta yang berasal dari Sabang sampai Merauke. Oleh karena itu, penyebaran informasi yang berbentuk sosialisasi maupun bimbingan teknis bersifat masif. Efektivitas dan efisiensi juga tercapai karena masyarakat dari berbagai pelosok di Indonesia dapat mengikutinya dalam waktu dan kesempatan yang sama.

BTS ProPaktani sebagai sosialisasi dan bimbingan teknis yang dilakukan secara *real time* melalui tayangan konferensi video memiliki jangkauan kepada masyarakat dalam meningkatkan memberikan pengetahuan maupun meningkatkan keterampilan masyarakat atas

inovasi tertentu dalam bidang tanaman pangan. Tentu ada manfaat yang nyata bahwa pelatihan ini akan berdampak kepada peningkatan produksi para petani baik secara kualitas maupun kuantitas.

Namun, kiranya tidaklah cukup memberikan sosialisasi dan bimbingan teknis hanya melalui konferensi video yang terbatas dalam beberapa hal. Oleh karena itu, dilakukan perluasan media agar muatan dari BTS ProPaktani mampu menjangkau masyarakat yang lebih luas dan beragam. Tidak semua masyarakat memiliki kegemaran, waktu, kesempatan, dan keinginan yang sama untuk menjadikan konferensi sebagai media dalam mencari informasi dan pengetahuan. Terdapat berbagai bentuk media lain yang dapat dijadikan alternatif, misalnya buku.

Dengan alasan tersebut, dilakukan alih wahana dari rekaman konferensi video tersebut ke dalam naskah buku. Harapannya, dengan adanya perbedaan media akan menimbulkan pendekatan dan paradigma lain yang memperkaya khazanah penyebaran informasi. Semoga dengan adanya alih wahana ini, substansi yang ada di dalam BTS ProPaktani dengan keragaman dan kekayaan manfaatnya dapat menjaga masyarakat yang lebih luas dengan latar yang lebih beragam.

Jakarta, Oktober 2022

Menteri Pertanian
Syahrul Yasin Limpo

PENGANTAR DIRJEN TANAMAN PANGAN



Berbicara tentang tanaman pangan, kita akan dihadapkan pada sebuah wajah keberlangsungan kehidupan karena pangan selalu berhubungan dengan kehidupan masyarakat, kehidupan manusia. Pangan juga selalu dihadapkan pada masalah yang kompleks. Belum lama ini, berbagai sendi kehidupan termasuk tanaman pangan dihadapkan pada ujian pandemi Covid-19 yang telah mengubah berbagai tatanan yang sebelumnya sudah berlangsung dengan memiliki ketetapan.

Setelah persoalan pandemi melandai dan bangsa ini mulai pulih, persoalan pangan belum juga selesai. Ada sejumlah tantangan yang menjadi PR besar untuk diselesaikan. Persoalan lahan misalnya. Kita tidak dapat menutup mata bahwa konversi lahan terus berlangsung dan terjadi peningkatan pada setiap tahunnya. Lahan produktif yang digunakan untuk budi daya tanaman pangan secara perlahan, tetapi pasti terus beralih fungsi menjadi lahan nonproduktif baik itu untuk kawasan industri, bisnis, maupun perumahan.

Belum lagi ada persoalan lainnya yang juga menjadi tantangan besar, yaitu masalah penduduk. Indonesia terus mengalami kenaikan jumlah penduduk. Kenaikan ini tentu saja diiringi dengan jumlah permintaan pangan yang terus meningkat. Sementara itu, penurunan tingkat konsumsi masyarakat merupakan pendekatan yang sejauh

ini belum menghasilkan angka signifikan. Mengubah paradigma dan budaya masyarakat untuk mengalihkan jenis pangan pokok bukanlah pendekatan yang mudah dan dibutuhkan waktu yang tidak sebentar.

Dari persoalan-persoalan yang ada, kata kunci yang kemudian diambil adalah peningkatan produktivitas. Peningkatan produktivitas pertanian merupakan keniscayaan untuk menghadapi berbagai tantangan di atas agar Indonesia dapat terus menjaga ketersediaan pangan guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Untuk mewujudkannya, beberapa telah dan terus pendekatan dilakukan.

Ekstentifikasi lahan adalah salah satu pendekatan yang diambil. Meskipun belum mampu menyamai angka penurunan lahan produktif akibat adanya alih fungsi, nyatanya ekstentifikasi pertanian mampu memberikan sumbangan produktivitas. Pemanfaatan lahan potensial, penggunaan lahan marginal, merupakan langkah-langkah ekstentifikasi yang terus dilakukan dan dikembangkan.

Intensifikasi juga menjadi pendekatan berikutnya. Dengan lahan yang semakin terbatas, para ahli dan praktisi terus berlomba untuk semakin memanfaatkan lahan yang sempit itu. Berbagai inovasi terus dan semakin terlihat dengan adanya penemuan varietas-varietas unggul baru, pemanfaatan secara lebih optimal dengan menaikkan indeks pertanaman (IP), mekanisasi pertanian, serta pembangunan dan revitalisasi sarana dan prasarana pertanian yang dilakukan secara menyeluruh.

Pendekatan-pendekatan tersebut telah berhasil dilakukan sehingga meningkatkan produktivitas pertanian tanaman pangan. Hal ini tidak lepas dari adanya kerja sama yang solid dari para pemangku kepentingan secara lintas sektor. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan selalu berupaya untuk melakukan jalinan kerja sama guna mewujudkan tujuan tersebut.

Selain itu, dalam upaya mewujudkan peningkatan produktivitas pertanian, Ditjen Tanaman Pangan telah melakukan berbagai program yang sejalan dengan arahan Presiden dan tentunya Menteri Pertanian. Ada berbagai program yang dilakukan baik itu berupa bantuan kepada para petani maupun program lainnya baik secara nyata maupun *soft skill*. Di antara program peningkatan *soft skill* (juga *hard skill*) yang dilakukan oleh Ditjen Tanaman Pangan adalah adanya sosialisasi dan pelatihan terhadap para petani maupun para praktisi. Misalnya dengan dilaksanakannya Bimbingan Teknis dan Sosialisasi (BTS) ProPaktani yang diberikan kepada masyarakat. BTS ProPaktani yang diselenggarakan secara daring ini memberikan pengetahuan maupun pelatihan kepada masyarakat agar kemampuan maupun keterampilan dalam melakukan produksi pertanian terus meningkat yang muaranya tentu pada peningkatan produktivitas pertanian.

Namun, BTS ProPaktani yang diselenggarakan secara daring tersebut dirasa belum cukup dengan berbagai keterbatasan yang ada padanya. Oleh karena itu, untuk menutupi keterbatasan tersebut, dilakukanlah suatu kegiatan konversi dari bentuk bimbingan teknis dan sosialisasi secara daring menjadi bentuk naskah. Itulah alasan yang melatari penulisan Seri Buku ProPaktani ini, agar sasaran BTS ProPaktani lebih luas lagi, khususnya dalam menjangkau masyarakat yang senang membaca.

Jakarta, Oktober 2022

Direktur Jenderal Tanaman Pangan
Suwandi

DAFTAR ISI

PENGANTAR MENTERI PERTANIAN	v
PENGANTAR DIRJEN TANAMAN PANGAN.....	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1.	
Penggunaan Drone dalam Sertifikasi Benih Tanaman Pemaparan Narasumber Webinar Penggunaan <i>Drone</i> dalam Sertifikasi Benih Tanaman Episode 147	1
Regulasi Pesawat Tanpa Awak dan Implikasi bagi Pertanian	1
Progres Penggunaan Perangkat Digital dan Sistem <i>Online</i> pada Pelaksanaan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan.....	23
Teknologi Budaya dan Digitalisasi dalam Produksi Jagung Hibrida....	25
Potensi Pemanfaatan <i>Drone</i> pada Pemeriksaan Pertanaman dalam Rangka Sertifikasi Benih	33
Uji Coba Penggunaan <i>Drone</i> dalam Mendukung Sertifikasi Benih Padi	42
BAB 2.	
Penerapan Teknologi Informasi pada Laboratorium Pengujian Mutu Benih Pemaparan Narasumber Webinar Penerapan Teknologi Informasi pada Laboratorium Pengujian Mutu Benih Episode 457	49
Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Proses Akreditasi Laboratorium	49
Peningkatan Pelayanan Melalui Penerapan Teknologi Informasi di BPSBTPH Jawa Barat	57
Aplikasi Sertifikasi Benih Tanaman Pangan (SIN-Tp)	70

Penerapan Teknologi Informasi Laboratorium PT Syngenta Seed Indonesia	78
Penerapan dan Tantangan Teknologi Informasi untuk Peningkatan Laboratorium Pengujian	89

BAB 3.

Pemanfaatan Teknologi dalam Pengamatan OPT Pemaparan Narasumber Webinar Penerapan Teknologi Informasi pada Laboratorium Pengujian Mutu Benih Episode 205.....	103
Si-PERDITAN: Sistem Informasi Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian ...	104
Pemanfaatan Penginderaan Jauh dalam OPT	128
Pengembangan Metode Deteksi Kerusakan pada Tanaman Padi Menggunakan Teknologi Penginderaan Jarak Jauh Berbasis Spektral.....	148

BAB 4.

Pemanfaatan Teknologi <i>Internet of Things</i> (IoT)	171
Pentingnya Pengecekan Mutu Benih dengan Pemanfaatan Teknologi (IoT)	171
Pemanfaatan <i>Internet of Things</i> 's (IoT) di Sektor Pertanian	179
Pemanfaatan TIK (<i>Smart Agriculture</i>)	192
Smart IoT untuk Peningkatan Mutu Benih Tanaman Pangan	203
Pemanfaatan Teknologi Internet Mendukung Proses Sertifikasi dan Pengawasan Peredaran Benih Tanaman Pangan	225

DAFTAR PUSTAKA.....	235
----------------------------	------------

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Contoh jumlah pemeriksaan	34
Tabel 2. Spesifikasi infrastruktur jaringan internet di lingkungan Kementan.....	182

Author's Personal Copy by IPB Press

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	<i>Drone</i> pemetaan dirakit menjadi senjata berbahaya (Insurgents Attack on Hemimim AFB, Januari 2018).....	6
Gambar 2.	Ruang udara khusus <i>drone</i> di Indonesia.....	7
Gambar 3.	Klasifikasi ruang udara.....	8
Gambar 4.	Materi <i>remote pilot</i>	15
Gambar 5.	Buku “ <i>The Remote Pilot Guidance</i> ”	15
Gambar 6.	Sertifikasi <i>remote pilot</i>	16
Gambar 7.	Fase budidaya lahan.....	18
Gambar 8.	Pengawasan kondisi tebu	19
Gambar 9.	Foto udara Pabrik Rejo Agung Baru	20
Gambar 10.	KKOP	20
Gambar 11.	Proses evolusi menuju pertanian 4.0	26
Gambar 12.	<i>Drone</i> untuk pertanian	29
Gambar 13.	Pemanfaatan <i>drone</i> untuk pertanian.....	36
Gambar 14.	Verifikasi luas lahan	37
Gambar 15.	Identifikasi batas lahan	38
Gambar 16.	<i>Monitoring</i> pertanaman	38
Gambar 17.	Hasil penelitian mengenai <i>drone</i>	39
Gambar 18.	Cara <i>drone</i> dapat membantu.....	40
Gambar 19.	Alur sertifikasi benih unggul.....	44
Gambar 20.	Foto udara pada pemeriksaan global	45
Gambar 21.	Pengamatan hama dan penyakit serta gulma.....	46

Gambar 22.	Perpres 95/2018 tentang SPBE.....	51
Gambar 23.	Alur layanan akreditasi berbasis digital.....	52
Gambar 24.	Aplikasi KAN-MIS.....	53
Gambar 25.	SIMASADI	54
Gambar 26.	<i>e-sign</i> KAN	54
Gambar 27.	Aplikasi Singa Bentang dan Serbet Panon.....	58
Gambar 28.	Menu utama aplikasi Serbet Panon.....	59
Gambar 29.	<i>Form</i> pengajuan dan hasil uji laboratorium.....	60
Gambar 30.	Surat pencatatan ciptaan.....	61
Gambar 31.	Tampilan menu utama Singa Bentang khusus produsen	64
Gambar 32.	Tampilan menu utama Singa Bentang khusus pengawas.....	65
Gambar 33.	Gambar tampilan utama admin Singa Bentang dan Serbet Panon.....	66
Gambar 34.	Contoh sertifikat kelayakan produsen dan pengedar benih unggul	67
Gambar 35.	Kode unik sertifikasi produsen benih.....	68
Gambar 36.	Dampak penerapan aplikasi Singa Bentang.....	68
Gambar 37.	Alur pengawasan produsen/pengedar benih	72
Gambar 38.	Aplikasi SIN-TP	73
Gambar 39.	Pengawasan produksi dan peredaran benih	74
Gambar 40.	Benih jagung hibrida Syngenta	80
Gambar 41.	Laboratorium Syngenta	86
Gambar 42.	Sampel yang sedang diuji.....	86
Gambar 43.	Proses tanam <i>sticking barcode</i> di <i>printing</i> sampel	87
Gambar 44.	Benih yang ditanam dan ditaruh <i>barcode</i> -nya	87
Gambar 45.	Field emergency.....	88
Gambar 46.	Alur pengajuan mutu benih di Laboratorium PT BCA.....	91

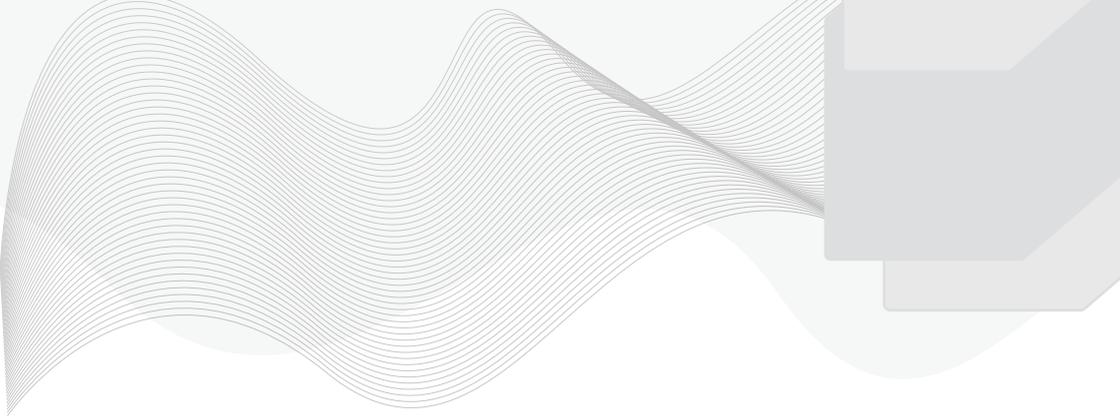
Gambar 47.	Kinerja sistem SIM-BCA.....	95
Gambar 48.	Alur pengambilan benih	99
Gambar 49.	<i>Input</i> hasil pengujian laboratorium	100
Gambar 50.	Alur sistem peringatan dini pada sektor pertanian	106
Gambar 51.	Grafik El Nino dan La Nina di wilayah Indonesia	107
Gambar 52.	Prakiraan musim	108
Gambar 53.	Informasi prakiraan hujan	110
Gambar 54.	<i>Monitoring</i> curah hujan	111
Gambar 55.	Alat pengukur hujan penakar tipe OBS	112
Gambar 56.	<i>Monitoring</i> informasi <i>hotspot</i>	113
Gambar 57.	Informasi prakiraan OPT	113
Gambar 58.	Informasi kategori wilayah serangan OPT	114
Gambar 59.	<i>Monitoring</i> tinggi muka air waduk/bendungan	115
Gambar 60.	Si-PERDITAN	116
Gambar 61.	Tampilan beranda Si-PERDITAN	116
Gambar 62.	Tampilan submenu curah hujan dan suhu Si-PERDITAN	117
Gambar 63.	Tampilan peta rerata curah hujan Si-PERDITAN.....	117
Gambar 64.	Menu curah hujan dan suhu Si-PERDITAN	118
Gambar 65.	Tampilan “Cloud Top Temperature” Si-PERDITAN	118
Gambar 66.	Tampilan “Sea Surface Temperature” Si-PERDITAN	119
Gambar 67.	Tampilan submenu “arah dan kecepatan angin” Si-PERDITAN	119
Gambar 68.	Tampilan peta Si-PERDITAN	120
Gambar 69.	Tampilan menu ENSO Si-PERDITAN.....	120
Gambar 70.	Submenu prediksi EL Nino dan La Nina Si-PERDITAN	121

Gambar 71.	Menu “Prediksi Iklim” Si-PERDITAN	121
Gambar 72.	Tampilan ikon “Lihat Peta” Si-PERDITAN.....	122
Gambar 73.	Tampilan ikon “Lihat Peta” pada submenu perkiraan curah hujan bulanan Si-PERDITAN	122
Gambar 74.	Tampilan <i>sublayer</i> prakiraan curah hujan 3 bulan ke depan Si-PERDITAN	123
Gambar 75.	Tampilan submenu “Prediksi Iklim dan Prakiraan Musim Hujan” Si-PERDITAN.....	123
Gambar 76.	Tampilan <i>layer</i> “Prakiraan Musim Hujan” Si-PERDITAN	124
Gambar 77.	Menu “Kebakaran” Si-PERDITAN	124
Gambar 78.	Tampilan ikon “Lihat Peta” pada menu “Kebakaran” Si-PERDITAN	125
Gambar 79.	Menu OPT & penyakit hewan Si-PERDITAN	125
Gambar 80.	Tampilan ikon <i>layer</i> pada submenu “Tanaman Pangan” Si-PERDITAN	126
Gambar 81.	Tampilan submenu “Kamus” Si-PERDITAN	127
Gambar 82.	Menu konsultasi Si-PERDITAN	127
Gambar 83.	Satelit Landsat 9	130
Gambar 84.	Hasil gambar satelit Landsat	131
Gambar 85.	Satelit Senitel 2.....	132
Gambar 86.	Efek dimensi <i>pixel</i> pada informasi satelit.....	133
Gambar 87.	Pantulan permukaan padi dari informasi citra satelit	134
Gambar 88.	Karakteristik pemantulan cahaya	135
Gambar 89.	Spektrometer	137
Gambar 90.	Konfigurasi spektrometer.....	138
Gambar 91.	Deteksi sensor spektrometer	139
Gambar 92.	Daun yang terserang OPT	140

Gambar 93. Nilai reflektan spektral.....	141
Gambar 94. Metode analisis <i>subpixel: spectral unmixing</i>	142
Gambar 95. Analisis kurva reflektan.....	142
Gambar 96. Pemetaan umur tanaman padi	143
Gambar 97. Pemetaan keberadaan OPT tanaman padi	144
Gambar 98. Aplikasi PJ pada pertanian presisi	145
Gambar 99. Pengolahan citra satelit Landsat 7 ETM+ dengan metode <i>normalized difference drought index</i> (NDDI) untuk mendeteksi wilayah kekeringan.....	146
Gambar 100. AI (<i>artificial of inteligence</i>) dan IoT (<i>internet of things</i>) pada pertanian presisi	147
Gambar 101. Alur proses pemetaan sebaran OPT	150
Gambar 102. Klasifikasi daun terserang WBC.....	152
Gambar 103. Klasifikasi daun terserang hawar daun bakteri dan kerusakan daun lainnya	153
Gambar 104. Pengambilan sampel daun bergejala.....	154
Gambar 105. Alat perekaman spektral.....	156
Gambar 106. Kegiatan perekaman spektral	157
Gambar 107. Contoh data hasil perekaman spektral	158
Gambar 108. SPAD	159
Gambar 109. Komposisi pustaka spektral OPT berdasarkan lokasi (9 lokasi)	160
Gambar 110. Komposisi pustaka spektral padi berdasarkan OPT dan daun sehat	160
Gambar 111. Komposisi pustaka spektral padi berdasarkan varietas (24 varietas).....	161

Gambar 112. Grafik reflektan	162
Gambar 113. Pemanggilan dan olah citra satelit Landsat 8.....	163
Gambar 114. Panjang gelombang tiap <i>band</i> pada landsat 8.....	164
Gambar 115. Nilai reflektan pada varietas inpari 32 sehat stdia 3 (S3) pada <i>band</i> 1–5 Landsat 8.....	164
Gambar 116. Data citra satelit varietas Inpari 32 dan Ciherang S3 di wilayah Kabupaten Indramayu	165
Gambar 117. Nilai reflektan varietas Inpari 32 dan Mekongga S3 yang terserang HDB pada <i>band</i> 1–5 satelit	166
Gambar 118. Peta serangan HDB data citra satelit di wilayah Indramayu.....	167
Gambar 119. Bantuan benih pemerintah	174
Gambar 120. Pengecekan Mutu Benih.....	175
Gambar 121. Peranan BBPPMB-TPH dalam mendukung pengecekan mutu benih.....	176
Gambar 122. Uji cepat viabilitas benih padi.....	177
Gambar 123. Uji validasi	178
Gambar 124. Arsitektur TIK Kementan.....	180
Gambar 125. <i>Interactive Display Analysis Room</i> dalam ruangan.....	184
Gambar 126. <i>Agricultural War Room</i>	185
Gambar 127. Arsitektur <i>Internet of Things</i> (IoT).....	187
Gambar 128. <i>Tagging Things</i> dan RFID.....	188
Gambar 129. <i>Feeling Things</i> , <i>Shrinking Things</i> , dan <i>Thinking Things</i>	189
Gambar 130. Material nano	190
Gambar 131. Partikel nano yang telah diaplikasikan sebagai sensor nano dalam pertanian	191
Gambar 132. Alat teknologi berbasis IoT dalam sektor pertanian	195

Gambar 133. Kegiatan <i>monitoring</i> pertanian 4.0 di Kabupaten Sukabumi	202
Gambar 134. Sistem kerja IoT dengan analogi tubuh manusia.....	204
Gambar 135. Robot ARBAIN karya mahasiswa UGM	207
Gambar 136. Inovasi robot tanam padi	208
Gambar 137. Robot pemetik melon karya mahasiswa IPB	209
Gambar 138. Penerapan teknologi ferigasi dalam pertanian presisi.....	211
Gambar 139. Grafik kerusakan tanaman pangan di Indonesia akibat banjir dan kekeringan	214
Gambar 140. Smart irrigation system.....	219
Gambar 141. <i>Drone</i> pertanian.....	220
Gambar 142. Elemen biomimetik pada <i>drone</i> pertanian.....	222
Gambar 143. Sistem pengawasan mutu benih	230
Gambar 144. Proses <i>creat</i> QR aplikasi	231
Gambar 145. <i>Fitur</i> dalam aplikasi SIMPERBENIHAN	232



BAB 1. Penggunaan *Drone* dalam Sertifikasi Benih Tanaman

Pemaparan Narasumber Webinar Penggunaan *Drone* dalam
Sertifikasi Benih Tanaman Episode 147

Regulasi Pesawat Tanpa Awak dan Implikasi
bagi Pertanian

Agung Sasongko

Perkembangan teknologi pada era modern telah memberikan keuntungan dan kemudahan pada seluruh aspek kehidupan manusia, baik di bidang informasi, industri, konstruksi, komunikasi, transportasi, dan lain-lain. Teknologi diciptakan untuk membantu pekerjaan manusia agar lebih efektif, cepat, tepat, dan mudah.

Salah satu teknologi yang dimanfaatkan manusia untuk membantu pekerjaan manusia adalah pesawat tanpa awak atau dikenal dengan istilah *drone*. Pesawat tanpa awak atau dalam bahasa Inggris *Unmanned*

Aerial Vehicle (UAV) yang dikenal dengan *drone* adalah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh *remote pilot* atau mengemudikan dirinya sendiri dengan menggunakan hukum aerodinamika. Pesawat tanpa awak itu pertama kali muncul pada abad ke 18 sebagai alat militer untuk pengintaian musuh oleh North Atlantic Treaty Organizations (NATO).

Konferensi Chicago pada tahun 1944 menjadi dasar hukum primer dalam pengoperasian pesawat tanpa awak yang menetapkan klasifikasi pesawat udara menjadi dua jenis yakni pesawat udara sipil; (*civil aircraft*) dan pesawat udara negara (*state aircraft*), serta mengatur pemanfaatan ruang udara oleh pesawat udara sipil.

Saat ini perkembangan teknologi pesawat tanpa awak cukup pesat mengingat tingginya permintaan pengguna dengan pertimbangan kinerjanya yang lebih cepat, efisien, efektif, dan murah. Di bidang militer *drone* digunakan sebagai alat pengintai di wilayah berbahaya, perburuan militan/musuh, dan patroli keamanan. Selain di bidang militer, *drone* dimanfaatkan oleh masyarakat membantu: (1) pengambilan gambar/objek wilayah terpencil dan berbahaya misalnya mencari korban bencana alam/kebakaran, pengambilan foto di perkebunan/persawahan, dan lain-lain; (2) pengiriman logistik di wilayah yang sulit dijangkau transportasi darat, penyebaran pupuk/pestisida; (3) *mapping* di pertambangan, konstruksi, *real estate*, lokasi/lahan pertanian; dan (4) membantu jurnalis meliput berita misalnya mengetahui kondisi arus lalu lintas atau wilayah konflik perang.

Drone memiliki peranan penting di seluruh substansi terutama di bidang militer. Sejumlah *drone* super canggih telah berhasil diciptakan oleh negara-negara adikuasa untuk digunakan operasi militer, berikut jenis-jenis *drone* yang memiliki spesifikasi super canggih, antara lain:

(1) CAIG GJ-2, China berhasil merancang *drone* yang super canggih di kelasnya yang dirancang oleh Aviation Industry Corporation of China. Keunggulan *drone* ini bisa mengangkut barang sampai 480 kilogram, membawa sampai 12 bom atau rudal dengan laser seberat 200 kilogram, selain itu mampu mengudara selama 32 jam non-stop dengan ketinggian mencapai 32.000 kaki atau sekitar 9.753 meter. *Drone* ini dikenal dengan sebutan *wing loong*; (2) XQ-58A, Amerika Serikat merupakan negara adikuasa yang memiliki kekuatan militer terkuat di dunia, bahkan dikenal dengan istilah “polisi dunia”. Amerika Serikat memiliki *drone* canggih salah satunya adalah pesawat XQ-58A. *Drone* tempur ini dirancang khusus menggunakan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) untuk melakukan pengintai dan dikenal dengan istilah “pesawat tumbal” karena menjadi perisai bagi pesawat ber-awak; (3) MQ-9 Reaper, pesawat tanpa awak mematikan milik Amerika Serikat ini memiliki kecanggihan yang tinggi dengan kemampuan terbang hingga 50.000 kaki yang diperkuat dengan radar canggih dan dipersenjatai Rudal Hellfire serta bom laser yang mampu menghasilkan serangan gabungan; dan (4) S-70 Okhotnik, Rusia sebagai negara adikuasa kedua memiliki pesawat tanpa awak paling canggih dan mutakhir dengan menggunakan sistem populasi *flat-nozzle* standar visibilitas radar rendah atau dikenal dengan istilah “*drone* siluman”, serta memiliki beban lepas landas 20 ton dengan kecepatan sekitar 1.000 km/jam.

Tak kalah dengan kekuatan militer udara negara lain, Angkatan Udara Indonesia (AURI) telah memperkuat pertahanan Indonesia salah satunya dengan menggunakan pesawat tanpa awak yang canggih, salah satunya yaitu: (1) CH-4 merupakan *drone* TNI-AU buatan China yang dirancang khusus untuk misi pengintaian di darat dan laut dengan jarak ketinggian 5.000 meter; dan (2) Orbiter 2B buatan Israel ini mampu

menempuh jarak jelajah hingga 38 kilometer dengan kecepatan 130 km/jam selama 2 jam *non-stop*, desainnya tidak terlalu besar dengan sayap 3 meter berat maksimum 9,5 kilogram sehingga mampu mengintai/menyusup ke wilayah musuh dengan saat siang dan malam karena dilengkapi kamera pemandu.

Drone banyak memberikan kontribusi positif dalam kegiatan manusia, tetapi bila *drone* dipergunakan oleh pengguna yang tidak berkompoten dan oknum tidak bertanggung jawab akan menimbulkan bahaya keselamatan penerbangan bahkan keamanan negara. Sederetan peristiwa kecelakaan pesawat yang disebabkan oleh *drone* cukup banyak dan berakibat fatal. Salah satu kasus di dekat Bandara Gatwick London Inggris yang dilansir dari Badan Airprox Board (UKAB) Inggris, seorang pilot A320 membelok cukup tajam untuk menghindari *drone* sehingga mengakibatkan penutupan sementara. Kejadian serupa terjadi di Singapura, dilansir dari Civil Aviation Authority of Singapore (CAAS) mengatakan banyak penerbangan di Bandara Changi terganggu akibat *drone*. Akibatnya satu landasan pacu ditangguhkan di Bandara Changi dan puluhan penerbangan ditunda setelah penampakan *drone* sehingga menyebabkan kerugian yang besar.

Tak hanya di luar negara, hal serupa terjadi di Indonesia di mana ada *drone* jatuh di Menara BCA Bundaran HI yang seharusnya memiliki ketinggian maksimal 100 meter saja. Dilansir dari Kumparan.com, kasus akibat penerbangan *drone* tanpa izin di masuk ke bandara Soekarno-Hatta yang terjadi pada Selasa 16 April 2019. Akibat kejadian ini sebanyak 8 penerbangan terpaksa gagal mendarat.

Drone yang digunakan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab menimbulkan ancaman keamanan dan ketertiban masyarakat. Salah satu kasus penyalahgunaan *drone* terjadi di Sumatera Barat, di mana ada Pelajar SMA menyelundupkan sabu menggunakan untuk narapidana di Lapas. Bahkan *drone* sekarang digunakan oleh para pemberontak ataupun organisir-organisasi teroris atau radikal untuk menyerang. Seperti kasus tukang las di Bali terbiasa menerbangkan *drone* diduga terlibat kelompok radikal ISIS Abu Bakar Baghdadi berencana akan melakukan teror di Bali. Aksi terorisme lainnya terjadi di Riyadh Arab Saudi kilang minyak terbesar diserang oleh sebuah *drone* sehingga mengakibatkan kerugian yang cukup besar.

Drone juga digunakan dalam pertempuran antara Azerbaijan dan Armenia. Peperangan ini terjadi hampir dua dekade mengusir pemberontak yang memperebutkan wilayah Nagorno-Karabakh. Namun dengan menggunakan *Drone* Bayraktar TB2 buatan Turki dan IAI Harop buatan Israel hanya dalam waktu 44 hari berhasil mengalahkan Armenia dan memutuskan perjanjian gencatan senjata serta mendeklarasikan bahwa Armenia kalah telak dari Azerbaijan. *Drone* mulai digunakan oleh separatis ISIS di Suriah sebagai mata-mata sebelum melakukan pengeboman. *Drone* dilengkapi senjata berbahaya granat kecil yang disebut "*bomblet*" dengan *3D printing* dan menyerang pasukan Amerika yang sedang mengangkut senjata di Suriah. *Drone* yang ditaksir harganya sekitar 1.000 USD dan granat yang seharga 100 USD diubah menjadi senjata berbahaya.

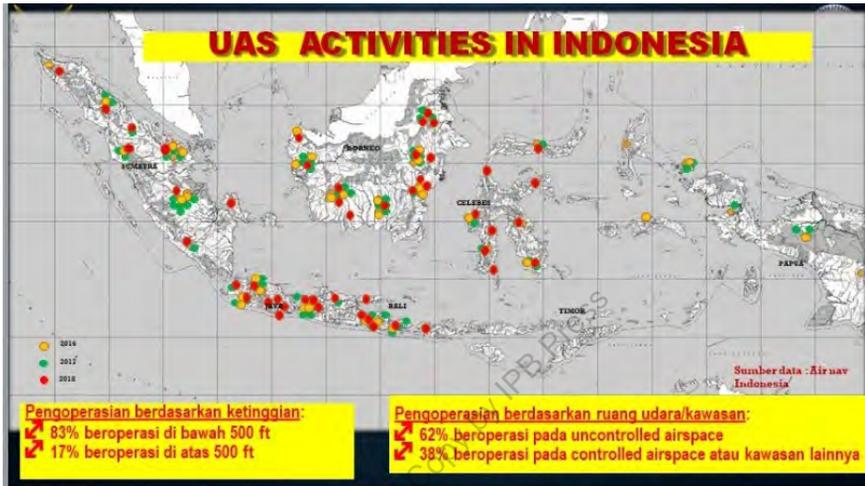


Gambar 1. *Drone* pemetaan dirakit menjadi senjata berbahaya (Insurgents Attack on Hemimim AFB, Januari 2018)

Penyalahgunaan *drone* tentu membahayakan bagi keselamatan penerbangan. Dirjen Perhubungan Udara sebagai pengatur semua ruang udara dan pesawat sipil, telah menetapkan regulasi pesawat tanpa awak. Selama ini perseptif masyarakat *drone* hanya sekedar kamera terbang atau penabur benih di perkebunan, tetapi pesawat tanpa awak adalah pesawat udara yang harus ikut peraturan sesuai dengan Undang-Undang Penerbangan.

Regulasi mengenai pesawat tanpa awak ada Undang-Undang penerbangan UU No.1/2009 dan ada peraturan pengamanan wilayah udara ini adalah PP No.4/2018. Selanjutnya Permenhan No.26/2013 mengenai pengamanan survei pemetaan wilayah nasional survei udara, darat, dan laut. Selanjutnya mengenai Permenhub 163/2015 PKPS/CASR Part 107 yang berisi mengenai *Civil Aviation Safety Regulations*, pesawat tanpa awak kecil pertama beratnya di bawah 25 kg, sedangkan bagian pesawat untuk pertanian di atas 25 kg. Selanjutnya Permenhub 37/2020 tentang pengendalian pengoperasian pesawat tanpa awak di ruang udara yang dilayani Indonesia mengatur pesawat tanpa awak beratnya di bawah 25 kg dan juga di atas 25 kg.

Pengguna *drone* harus mengetahui kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP) di Indonesia dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan.



Gambar 2. Ruang udara khusus *drone* di Indonesia

Ruang udara semua dilayani, tetapi ada yang dikendalikan atau *controlled airspace* yaitu kelas A, B, C, D, dan E, selanjutnya ruang udara yang tidak dikendalikan atau *ancontroll airspace* itu kelas G. Untuk kelas A, B, C, D, dan E itu adalah ruang udara yang dikontrol, sedangkan *drone* baru boleh terbang tanpa izin di bawah 120 meter di area G. semuanya A sampai E itu semua harus pakai izin, apapun alasannya karena itu area yang dikendalikan dengan aturan perundang-undangan.



Gambar 3. Klasifikasi ruang udara

Undang-undang No.1 Tahun 2009 Potensi Pelanggaran penerbangan oleh UAV:

1. Pasal 401, pasal pidananya pasal 401 “Barangsiapa yang mengoperasikan pesawat udara masuk kawasan udara terlarang (*prohibited area*) sanksi 8 tahun penjara denda 500.000.000 rupiah”.
2. Pasal 402 “Barangsiapa mengoperasikan pesawat udara di kawasan terbatas udara (*restricted area*) sanksi 3 tahun penjara denda 500 juta”.
3. Pasal 404 “Barang siapa mengoperasikan pesawat tanpa tanda pendaftaran, sanksi 5 tahun penjara dan denda 1 miliar”.
4. Pasal 421 ayat 2 “Setiap orang membuat halangan atau mendirikan bangunan atau melakukan kegiatan SPP terbang di kawasan keselamatan operasi penerbangan KKOP bandara yang membahayakan keselamatan kurang 3 tahun dan denda 1 miliar”.

5. Pasal 411 mengoperasikan pesawat udara yang membahayakan keselamatan sehingga menimbulkan kerugian harta benda sanksi 2 tahun penjara denda 500.000.000 rupiah”.
6. Pasal 413 “Barang siapa mengoperasikan pesawat tidak memiliki lisensi atau sertifikat kompetensi sanksi 1 tahun penjara denda 200.000.000 rupiah”.
7. Pasal 413 ayat 2 “Mengoperasikan pesawat yang menyebabkan matinya orang lain hukuman 15 tahun penjara denda 1 miliar”.

Pemerintah Indonesia telah menetapkan kawasan udara sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) No.4 tahun 2018 tentang pengamanan wilayah udara tuh dilaksanakan antara kerjasama sipil dan militer, antara Kementerian dirjen perhubungan udara dengan Dirjen Pertahanan khususnya TNI AU, antara lain: (1) Kawasan udara terbatas (*restricted area*), (2) Kawasan udara terbatas (*restricted area*); dan (3) Zona identifikasi Pertahanan Udara (*Air Defence Identification Zone/ADIZ*).

Kawasan udara terbatas (*restricted area*) merupakan ruang udara tertentu baik di atas daratan dan/perairan dengan perbatasan bersifat tidak tetap dan hanya dapat digunakan untuk operasi penerbangan oleh pesawat udara negara, meliputi: (1) kawasan udara terlarang di istana presiden; (2) instalasi nuklir dan objek vital nasional yang bersifat strategis; (3) ruang udara di atas objek vital nasional yang bersifat strategis tertentu sebagaimana ditetapkan oleh presiden berdasarkan usulan Menteri Pertahanan setelah mendapatkan pertimbangan dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintah bidang perhubungan. Apabila melakukan pelanggaran di area terlarang mendapatkan sanksi delapan tahun penjara.

Kawasan udara terbatas (*restricted area*) merupakan ruang udara tertentu di atas daratan dan/atau perairan dengan pembatasan bersifat tidak tetap dan hanya dapat digunakan untuk operasi penerbangan oleh Pesawat Udara Negara (pesawat yang digunakan oleh TNI, Polri, Kepabeanan, dan instansi pemerintah lainnya), kawasan terbatas meliputi: (1) Markas Besar TNI; (2) Pangkalan Udara TNI; (3) kawasan latihan militer; (4) kawasan operasi militer; (5) kawasan latihan penerbangan militer; (6) kawasan latihan penembakan militer; (7) kawasan peluncuran roket dan satelit; dan (8) ruang udara yang digunakan untuk penerbangan atau kegiatan yang dilakukan oleh orang setingkat kepala negara atau kepala pemerintah.

Pesawat udara sipil Indonesia untuk kegiatan angkutan udara niaga tidak terjadwal atau bukan niaga dilarang terbang melalui kawasan udara terlarang (*prohibited area*) kecuali setelah memiliki Persetujuan Terbang (*flight approval*). Untuk wilayah tertentu penggunaan Pesawat Udara Sipil Indonesia untuk kegiatan bukan niaga berupa survei udara, pemetaan dan foto udara, *own use charter*, dan *joy flight* dilakukan setelah memiliki izin keamanan (*security clearance*), kecuali untuk kegiatan pelatihan (*training*). Wilayah tertentu yang dimaksud meliputi: (1) Bandara udara yang digunakan secara bersamaan; (2) Pangkalan udara yang digunakan secara bersamaan; dan (3) Bandara udara atau pangkalan udara di wilayah perbatasan, dan wilayah yang berpotensi ancaman. Pelanggaran wilayah kedaulatan akan mendapatkan sanksi tiga tahun penjara.

Zona Identifikasi Pertahanan Udara (*Air Defence Identification Zone/ADIZ*) merupakan ruang udara tertentu di atas darat dan/atau perairan yang ditetapkan bagi keperluan identifikasi Pesawat Udara untuk kepentingan pertahanan dan keamanan negara yang berada pada: (1) ruang udara di wilayah udara; dan (2) ruang udara wilayah udara yurisdiksi.

Dirjen Perhubungan Udara mendukung penuh penggunaan *drone* untuk melakukan survei udara atau pemetaan foto udara pada lahan pertanian, tetapi harus memiliki izin keamanan (*security clearance*) dari Kementerian Pertahanan atau TNI Angkatan Udara. Jadi, tidak bisa sembarangan melakukan survei udara atau pemetaan itu sudah izin khusus.

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia mengeluarkan Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) bagian 107 atau dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah CASR part 107, menjelaskan tentang sistem pesawat udara kecil tanpa awak. Pada poin 107.2 menjelaskan bahwa tidak seorang pun dapat mengoperasikan sistem pesawat udara tanpa awak kecuali untuk: (1) keperluan hobi atau rekreasi; (2) untuk keperluan organisasi berbasis komunitas/pekerjaan; dan (3) pesawat terbang kecil tanpa awak yang dibatasi tidak lebih dari 15 lbs atau 7 kg.

Sebelum *remote pilot* dapat mengoperasikan *drone* maka harus menjalani sebuah kursus *esensial* dan menjalani tes pengetahuan penerbangan. Tes pengetahuan penerbangan berdasarkan poin 107,73 tentang pelatihan awal, pelatihan berkala, dan ujian pengetahuan, meliputi 12 dasar pengetahuan penerbangan: (1) regulasi penerbangan terkait hak, batasan, dan pengoperasian penerbangan dari sistem pesawat udara kecil tanpa awak; (2) klasifikasi ruang udara dan persyaratan pengoperasian, kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP), dan pembatasan penerbangan yang memengaruhi pengoperasian pesawat udara tanpa awak; (3) informasi resmi cuaca (meteorologi) dan pengaruh cuaca terhadap performa pesawat udara kecil tanpa awak; (4) beban dan performa sistem pesawat udara kecil tanpa awak; (5) prosedur darurat; (6) *crew resource management*; (7) prosedur radio komunikasi;

(8) penentuan performa pesawat udara kecil tanpa awak; (9) pengaruh fisiologis efek alkohol/narkoba; (10) pengambilan keputusan tentang aeronautika; (11) pengoperasian bandar udara; (12) prosedur inspeksi permulaan terbang dan perawatan pesawat udara kecil tanpa awak (*maintenance inspection*).

Menteri Perhubungan Republik Indonesia mengeluarkan Nomor PM 37 tahun 2020 mengenai Pengoperasian Pesawat Udara tanpa awak di ruang udara yang dilayani Indonesia. Pada pasal 1 dalam Peraturan Menteri yang dimaksud adalah: (1) *Beyond Visual Line-of Sight (BVWS)* maksudnya adalah pengoperasian pesawat udara tanpa awak *remote pilot* atau *bsroer* tidak dapat mempertahankan kontak visual dengan pesawat udara tanpa awak secara langsung dengan memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan; (2) *Controlhid Airspace* adalah jenis ruang yang diberikan pelayanan penerbangan berupa pelayanan pemanduan lalu lintas penerbangan (*air traffic control service*) dan pelayanan kesiagaan (*alerting service*); (3) *Uncontrolled Airspace* adalah ruang udara yang diberikan pelayanan lalu lintas penerbangan berupa pelayanan informasi penerbangan (*flight information service*), pelayanan kesiagaan (*alerting service*), dan pelayanan saran lalu lintas penerbangan (*air traffic tutorial*); (4) Kawasan keselamatan operasi penerbangan adalah wilayah daratan dan/atau perairan serta ruang udara di sekitar bandara udara yang digunakan untuk kegiatan epanel penerbangan dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan; (5) Kawasan udara terbatas (*presiricted area*) adalah ruang udara tertentu di atas daratan dan perairan dengan pembatasan tidak tetap dan hanya dapat digunakan untuk operasi penerbangan negara dan pada waktu tidak digunakan (tidak aktif) kawasan ini dapat dipergunakan untuk penerbangan sipil.

Pengenaan Sanksi pada poin 6.1 berdasarkan hasil pengawasan sesuai dengan kondisi: (1) melanggar wilayah kedaulatan dan keamanan udara; (2) mengancam keselamatan dan keamanan penerbangan; (3) memiliki dampak ancaman terhadap pusat pemerintah, pusat ekonomi, objek vital nasional, dan keselamatan negara; (4) tidak memiliki persetujuan; dan (5) beroperasi tidak sesuai dengan persetujuan yang diberikan. Sanksi administrasi berupa pencabutan persetujuan dan masuk ke dalam daftar hitam (*blacklist*), *jamming* frekuensi, pemaksaan untuk keluar dari kawasan, penghentian peroperasian dalam bentuk menjatuhkan pada area yang aman.

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara sebagai pemerintah di bidang pertahanan yaitu Angkatan Udara kita memiliki *Federasi Aero Sport Indonesia* yang tidak hanya mengurus olahraga dirgantara internal TNI-AU, tapi juga menyediakan kegiatan non pertahanan untuk membantu masyarakat.

TNI AU memiliki 61 pangkalan udara dan stasiun radar di seluruh Indonesia yang bertugas selaku FASI daerah dalam Ordirda daerah. Sesuai Undang-Undang Republik Indonesia Nomor. 3 Tahun 2005 tentang Sistem Keolahragaan Nasional pasal 17 meliputi olahraga pendidikan, olah raga rekreasi, dan olahraga prestasi. Olahraga dirgantara yang dikelola oleh FASI antara lain: (1) *Aeromodelling/ Drones* (UAV); (2) *Ballooning (Hot Air/Airship)*; (3) *General Aviation Aircraft*; (4) *Rocketing*; (5) *Microlight/ Ultra Light Aircraft*; (6) Para Gliding (Paralayang); (7) *Experimental Aircraft*; (8) *Hang Gliding* (Gantolle); (9) *Parachuting/Skydiving*; dan (10) Glider (Terbang Layang).

Dalam pembinaan di dirgantara FASI juga membantu: (1) mendukung tugas TNI AU dalam Binpotdirga; (2) keselamatan penerbangan dan olahraga dirgantara; (3) menanggulangi bencana kedaruratan; (4) membantu kegiatan pembangunan pusat dan daerah; (5) pembinaan rasa cinta dirgantara; (6) prestasi Ordiga; (7) membina pengembangan industri dirgantara; dan (8) membina pengembangan wisata dirgantara.

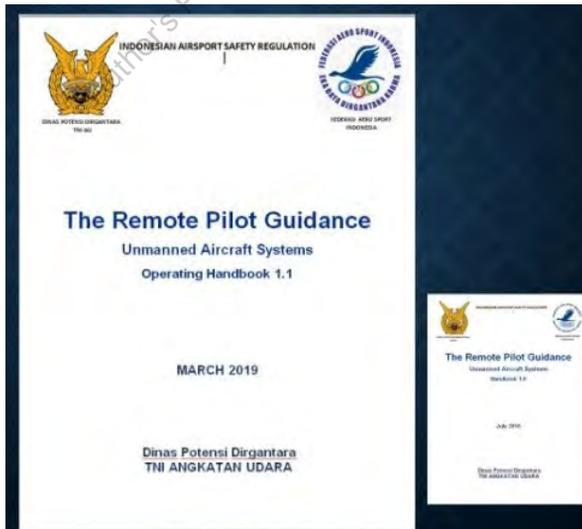
Berdasarkan informasi dari laman resmi TNI Angkatan Udara, Tim Staf Potensi Dirgantara FASI mengadakan pelatihan dan Sertifikasi *Basic Remote Couse* untuk instansi TNI, Polri, Pemkab, dan anggota komunitas *drone* yang ingin mengoperasikan *drone* untuk menunjang pekerjaan. Selain itu, tujuan pelatihan ini memberikan pengetahuan dan pemahaman aturan dan mengikuti regulasi penerbangan pesawat tanpa awak serta menambah komponen cadangan guna membantu TNI AU.

Materi yang diberikan tim dari Spotdirga yaitu pengetahuan *Air Law CASR Part 61 Pilot Licensing* dan *Part 91 General Operating, CASR 107 Small UAV* dan Permenhub 37/2020 dan KKOP, *Aeronautical Decision Making and Human Factors, Basic Aerodynamics Theory, Basic Meteorology, UAV Fre Flight Maintenance and safety procedure, Air Traffic Management, Controlled Airspace and ATC Organization, Small UAV Sertification and Registration and Permit/Clearances* dan yang terakhir adalah tes tertulis (*paper test*) dan ujian keterampilan menerbangkan *drone* (*skill test*). Berikut materi yang digunakan dalam pelatihan *remote pilot*.



Gambar 4. Materi *remote pilot*

TNI telah berhasil menulis buku ini "The Remote Pilot Guidance" pertama dan ada satu-satunya di Indonesia yang mengajarkan bagaimana jadi, *remote pilot* yang andal.



Gambar 5. Buku "*The Remote Pilot Guidance*"

Pelatihan ini sudah sesuai dengan standar dan lisensi 5-2019 serta standar juga internasional yang kemudian mendapatkan sertifikasi *remote pilot*.



Gambar 6. Sertifikasi *remote pilot*

Penggunaan *Drone* untuk Data

Drone bisa digunakan untuk fotogrametri. Fotogrametri adalah ilmu atau seni untuk memperoleh pengukuran yang dapat diandalkan oleh foto. Fotogrametri pertama kali ditemukan oleh Aimé Laussedat pada tahun 1849 dan menggunakan foto terestrial untuk kompilasi peta topografi. Ia pun disebut sebagai “Bapak Fotogrametri”. pada tahun 1908 dikembangkan menjadi merpati CAM yang berevolusi menjadi *drone* yang kita kenal saat ini.

Drone menjadi solusi akuisisi data di bidang pertanian. Sektor pertanian yang menggunakan *drone* dengan menerapkan aplikasi budaya jarak jauh yang dikenal dengan istilah *sensor thermal*, antara lain: (1) menanam bibit; (2) mengontrol kualitas tanaman; (3) menyemprot tanaman; (4) pemupukan tanaman; (5) memantau keamanan lahan tan; dan (6) memantau kualitas tanah.

Keunggulan pemanfaatan *drone* dalam pendataan jarak jauh (*remote sensing*) dalam sektor pertanian antara lain: (1) akurasinya tingkat tinggi karena menggunakan teknologi GPS dan sensor sehingga memberikan hasil yang lebih akurat dan terukur; (2) lebih produktif, efektif, dan efisien karena autonomous sehingga dapat meminimalisir *human error* dan lebih cepat; (3) *scalable* dan adaptif, kemampuan perluasan kinerja atau kapasitas dan beradaptasi dengan kebutuhan; (4) *safety* dan *legal*, pengoperasionalnya lebih aman karena melibatkan manusia secara langsung dan telah dilegalkan oleh negara.

Drone dapat membantu memantau kondisi di lapangan. *Drone* meningkatkan akurasi dan metode pengukuran (*accurate, precision, stability*) dalam mengambil dokumentasi pengawasan dari pemerintah untuk mendapatkan data kualitatif dan kuantitatif secara akurat dan cepat. Pemeriksaan data sampling yang diperoleh dari sensor pengawas *drone* dianalisis dengan *overlay* data (tematik pendukung, relevansi, administrasi, dan foto udara) akan diklasifikasi jenis komoditasnya (tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan). Selanjutnya sampling lapangan, verifikasi, dan finalisasi.

Pengawasan pada fase budidaya lahan menggunakan *drone* lebih efektif dan akurat. Fase budidaya dibagi tiga fase yakni: (1) fase olah tanah; (2) olah tanah; dan (3) pasca panen. Berikut penampakan foto udara fase budidaya lahan.



Gambar 7. Fase budidaya lahan

Gambar di atas foto udara yang diambil oleh *drone* untuk melakukan pengawasan selama fase budidaya. Fase olah tanah merupakan fase persiapan untuk menanam, dalam pengolahan lahan terlebih dahulu dibajak atau dihaluskan sampai gembur biasanya menggunakan hewan seperti kerbau atau sapi atau mesin traktor. Bila diperlukan pengolahan bisa disertai dengan pengapuran lahan, penambahan bahan organik, pembenahan tanah, serta menerapkan teknik perbaikan kesuburan tanah.

Fase pertumbuhan merupakan fase lahan sudah tertanam dan memerlukan pemeliharaan tanaman. Pada proses pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyulaman (mengganti tanaman mati/rusak), dan penjagaan tanaman dari serangan hama, tikus maupun hewan ternak dan hewan liar.

Fase pascapanen merupakan fase akhir dari proses budi daya tanaman pangan telah dipanen. Pemanenan tanaman pangan harus dilakukan pada waktu yang tepat agar kualitas hasilnya optimal ketika dikonsumsi.

Dalam pengoperasian *drone* memerlukan izin dari kementerian perhubungan, Cq Direktorat Perhubungan Udara (Ditjen Hubud) serta izin dari pemerintah daerah yang wilayahnya akan digunakan untuk mengoperasionalkan *drone*. *Drone* yang digunakan dalam bidang pertanian umumnya menggunakan *Drone DJI Mavic 2 Pro (Multicopter)* fungsinya untuk pengamatan klasifikasi tanaman, sedangkan jenis *Drone Skywalker (Fixwing)* fungsinya sebaran tanaman.

Salah satu perusahaan yang dibantu dalam proses perizinan dan pengawasan menggunakan ialah perkebunan Rajawali Nusantara yang mengolah tanaman tebu. Hasil pengawasan yang berupa data sampling dan data *overlay* diserahkan ke pengawasan perusahaan (mandor) untuk memvalidasi data tersebut.



Gambar 8. Pengawasan kondisi tebu

Begitu pula dengan Pabrik Gula Rejo Agung Baru dalam pelaksanaan pengawasan lahan tebu dibantu menggunakan *drone*. Namun, karena lokasinya masuk dalam kawasan terbatas Landasan Udara Iswahyudi Madiun maka memerlukan surat izin pengoperasional *drone*.

Gambar di atas merupakan gambar Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP), hal ini tercantum dalam Rencana Induk Pengembangan Bandar Udara. Dalam UU No. 1 Tahun 2009 Pasal 206. Di area Bandara terbagi menjadi enam bagian, antara lain:

- (1) kawasan ancangan pendaratan dan lepas landas (*approach and take-off area*);
- (2) kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan adalah bagian dari pendekatan yang berbatasan langsung dengan ujung-ujung landas pacu dan memiliki ukuran tertentu yang dapat menimbulkan bahaya kecelakaan;
- (3) kawasan di bawah permukaan transisi adalah bidang dengan kemiringan tertentu, sejajar dan berjarak dari sumbu landas pacu, pada bagian bawah dibatasi oleh titik perpotongan dengan garis-garis datar yang ditarik tegak lurus pada sumbu landas pacu, dan pada bagian atas dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horizontal dalam;
- (4) kawasan di bawah permukaan horizontal dalam adalah bidang datar di atas dan di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan pesawat udara melakukan terbang rendah pada waktu akan mendarat atau lepas landas;
- (5) kawasan di bawah permukaan kerucut adalah bidang dari suatu kerucut yang bagian bawahnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan horizontal dalam dan bagian atasnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horizontal luar, masing-masing dengan radius dan ketinggian tertentu dihitung dari titik referensi yang ditentukan; dan

(6) kawasan di bawah permukaan horizontal luar bidang datar di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan keselamatan dan efisiensi operasi penerbangan, misalnya saat pesawat udara melakukan pendekatan untuk mendarat dan gerakan setelah tinggal landas atau gerakan dalam hal mengalami kegagalan dalam pendaratan.

Menara Saidah merupakan gedung perkantoran yang dicabut izin operasinya oleh Pemprov Jakarta sejak tahun 2007 karena konstruksi yang buruk. Selain itu, penyebab terbengkalainya gedung karena telah melanggar aturan KKOP yang letaknya hanya 381 meter dari bandara Halim Perdana Kusuma. Hal ini berlaku juga di Bandung karena dekat Lanud Husein Sastranegara, Yogyakarta dekat dengan Lanud Adi Sucipto, Solo dekat dengan Lanud Adi Sumarmo dan beberapa daerah yang dekat dengan bandara komersial maupun pangkalan udara TNI-AU. Untuk wilayah dekat dengan area latihan pesawat tempur seperti di Sinarmas Pekanbaru, Kalijati Subang, dan Pontianak pengguna *drone* harus kerja sama dan mendapat izin dengan kependudukan pencatatan udara karena pesawat tempur terbang tidak terlalu tinggi sekitar 100 meter dengan kecepatannya 420 nos sekitar 800 km/jam, dikhawatirkan *drone* terbang melebihi pesawat tempur. Namun, pengguna *drone* tidak perlu khawatir semua akan aman bila sudah mendapatkan sertifikasi *remote pilot*, izin dari lanud setempat, mematuhi regulasinya penerbangan, selalu koordinasi dengan navigator *tower*-nya. Masa izin penerbangan *remote pilot* ini berlaku satu tahun dan semua biaya gratis. Mari kita tingkatkan kualitas pertanian Indonesia dengan memanfaatkan *drone* dengan mengikuti prosedur yang ditetapkan.

Progres Penggunaan Perangkat Digital dan Sistem *Online* pada Pelaksanaan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan

Warsito - Kepala Balai Besar BBPPMB-TPH (Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura)

Benih yang berkualitas dan bermutu adalah jaminan masa depan yang lebih baik dalam sektor pertanian. Sebagai negara agraris maka kemandirian benih menjadi hal yang harus diperhatikan secara saksama. Sesuai dengan Permentan No. 41 tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata kerja Balai Besar POPT, Balai Besar PPMBTPH dan BPMP dalam melaksanakan, mengembangkan, serta memberikan bimbingan teknis pengujian mutu benih dan penerapan sistem manajemen mutu benih tanaman pangan dan hortikultura.

Peranan benih dalam sektor pertanian adalah peningkatan produktivitas, kualitas dan efisiensi penggunaan benih dari varietas unggul dan bermutu. Benih yang berkualitas pada akhirnya akan menjawab tantangan perbenihan yang semakin kompleks dengan meningkatkan daya saing dan ketahanan pangan. Oleh karena kenyataan di lapangan setiap tahun para pelaku tani membutuhkan benih yang bermutu dan bersertifikat.

BBPPMB-TPH memiliki kompetensi akreditasi dan sertifikasi dalam kancah internasional maupun nasional, serta memberikan pelayanan laboratorium yang terbaik untuk sertifikasi pelayanan publik. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kepercayaan dan kepuasan pelayanan akreditasi dan sertifikasi kepada mitra atau *stakeholder*.

Saat ini permasalahan yang dihadapi oleh BBPPMB-TPH dalam pelayanan benih bermutu dan bersertifikat masing tinggi. Permasalahan pada pengawasan benih padi 60%, benih jagung 75%, dan benih kedelai 54%, bahkan tiap tahun semakin naik persentasenya. Penyebabnya adalah jumlah PBT di lapangan yang semakin menurun karena rekrutmen di pusat, provinsi, dan kabupaten/kota relatif sedikit sehingga belum mampu mengimbangi rasio antara PBT dengan permintaan pelayanan akreditasi dan sertifikasi benih.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini maka dalam pengambilan sampel di lapangan dengan menggunakan *drone*. Namun, penggunaan *drone* tidak bisa dilakukan secara sembarangan harus dilaksanakan oleh *remote pilot* yang berkompeten dan mengikuti prosedur penerbangan yang diawasi oleh dua kementerian Indonesia yakni Kementerian Komunikasi dan Informatika serta Kementerian Perhubungan di bawah pengawasan Dirjen Perhubungan Udara dan TNI-AU.

Prosedur pelaksanaan sertifikasi benih untuk mendapatkan data label, varietas yang disertifikasi harus yang unggul yang telah mendapatkan pengesahan dan pengakuan. Selama di pertanaman benih telah mendapat perlakuan pengujian lapangan antara lain pengujian kemurnian, keseragaman, dan kebersihan tanaman. Setelah pengujian lapangan dilakukan di laboratorium yang meliputi pengujian kemurnian varietas meliputi fisik, kadar air, dan daya kecambah.

BBPPMB-TPH mulai menggunakan *Drone* sejak 2020 untuk membantu tugas PBT yang personilnya terbatas serta akibat pandemi Covid-19 yang menerapkan Pemberlakuan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) untuk pemeriksaan areal sertifikasi benih pada fase pertumbuhan awal (vegetatif), fase berbunga, dan fase masak di lapangan.

Untuk mempercepat pelayanan maka BBPPMB-TPH menyediakan secara *online* dan *offline*. Salah satunya adalah BBPPMB-TPH Provinsi Jawa Barat telah memiliki aplikasi sertifikasi benih tanaman pangan *online* yang diberi nama Serbet Panon (sertifikat benih tanaman pangan *online*) dan Singa Bentang. Kemudian BPSB-TPH Provinsi Jawa Tengah pun sudah meluncurkan aplikasi SIN TP (Sertifikat *online* tanaman pangan). BPSB-TPH Provinsi Sumatera Selatan sudah memiliki aplikasi Si Benih (Sistem informasi perbenihan) sistem informasi pertanian. Seluruh aplikasi tersebut terhubung dengan SIMPLE (Sistem Perizinan Pertanian Elektronik) di Kementerian Pertanian. Mari kita tingkatkan penggunaan benih yang bermutu dan bersertifikat demi ketahanan pangan Indonesia.

Teknologi Budaya dan Digitalisasi dalam Produksi Jagung Hibrida

Muhammad Aqil (Badan Penelitian Tanaman Serealia)

Indonesia merupakan negara agraris sehingga memiliki potensi besar dalam meningkatkan sektor ekonomi dari produksi tanaman pangan. Perkembangan pertanian tanaman pangan dimulai dari penggunaan benih unggul, karena bibit adalah kebutuhan krusial yang tidak diganti dengan komponen lain, seperti penggunaan pupuk atau pestisida. Tentu saja industri benih memiliki peranan penting dalam keberhasilan ketahanan pangan negara.

Pemerintah mengadakan RAKORNAS Riset dan Inovasi 2021 di Gedung Graha Widya Bhakti (PUSPIPTEK) dengan mengusung tema “Sinkronisasi Program dan Anggaran dalam Pencapaian Target Kinerja Tahun 2021”. Dengan tujuan meningkatkan dan menyinergikan

perkembangan teknologi modern dan berkontribusi dalam era industri 4.0. Penerapan teknologi kecerdasan buatan untuk mendukung setiap bidang/aktivitas termasuk bidang pertanian. Sebagai langkah nyata dalam peningkatan teknologi di bidang pertanian maka ada akan bekerja sama antara para peneliti di Kementerian Pertanian dengan Kementerian Riset dan Teknologi (BRIN) serta akan merancang anggaran pada bidang Ilmu Pengetahuan Teknologi (IPTEK) mencapai 21 triliun lebih.

Pemerintah memfokuskan perkembangan teknologi pertanian karena saat ini seluruh kegiatan menggunakan teknologi, misalnya dalam kegiatan penelitian, budidaya, penyuluhan, panen, penyimpanan, dan pengawasan lahan.

Pertanian mengalami evolusi yang panjang. Dahulu manusia mencari makanan dengan cara berburu dan nomaden mencari sumber makanan yang baru. Diperkirakan berakhirnya zaman es Pleistosen sekitar 11.000 tahun sebelum masehi (SM) manusia mulai menerapkan sistem agraris pertanian.



Gambar 11. Proses evolusi menuju pertanian 4.0

Proses evolusi dimulai dari pertanian 1.0, 2.0, 3.0, sampai 4.0. Pada periode 4.0 ini pengembangan teknologi *artificial intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan dalam *Cyber Physical Systems* sudah menjadi prioritas utama manusia. *Cyber Physical Systems* artinya sistem menggabungkan kemampuan dunia maya dengan kemampuan fisik untuk memecahkan masalah.

Dalam revolusi industri versi 4.0 *precision farming* menjadi kunci utama dalam perkembangan teknologi pertanian yang lebih modern. *Precision farming* merupakan konsep pertanian yang mengutamakan sumber daya untuk mendapatkan hasil yang optimal dan mengurangi dampak atau kerusakan lingkungan. Pertanian presisi berusaha menggunakan air, pupuk, atau pestisida seminimum mungkin agar menghasilkan hasil tanaman pangan lebih berkualitas. Pertanian presisi menggunakan berbagai informasi seperti cuaca, kondisi tanah, air dalam pengambilan keputusan di lapangan.

Sektor pertanian mampu menghasilkan produk pangan unggulan dan mampu menyejahterakan petani bila memiliki sistem manajemen informasi. Sistem manajemen informasi pada pertanian dapat membantu memperbaiki sistem pengolahan sumber daya alam dengan bantuan teknologi, salah satunya pemanfaatan *drone* dalam produksi bibit unggul jagung hibrida dan padi.

Drone adalah pesawat tanpa awak yang dikendalikan menggunakan *remote control* atau *autopilot*. Jadi, kita *drone* itu kita kendalikan secara otomatis. Jadi, kita membuat jalur terbang dan lain-lain itu lewat aplikasi *android* di *handphone*.

Drone dalam sektor pertanian dapat memonitor status hara tanaman, mendeteksi cepat serangan hama, mengecek kontaminasi galur, inspeksi detaseling benih, dan penentuan panen.

Drone memiliki keunggulan yakni harganya relatif murah dan mudah dioperasikan. Harga *drone* bervariasi mulai dari jutaan sampai miliaran. *Drone* yang dipakai untuk penelitian perbenihan sekitar 500.000.000 agar *drone* tidak hanya mampu mengambil video atau pemetaan lahan tetapi sampai pada tahap pemantauan pertumbuhan tanaman di lahan.

Keunggulan *drone* memiliki resolusi spasial yang tinggi dan mampu mengambil gambar pada wilayah yang sehingga akurasi untuk melihat objek yang kecil terutama kondisi tanaman di lahan pertanian. Selama ini pelaku tani dalam melakukan pemantauan menggunakan satelit, padahal satelit memiliki resolusinya yang rendah hanya satu *pixel* saja.

Drone juga memiliki kekurangan, salah satunya ialah kemampuan terbangnya terbatas. *Drone* khususnya untuk pertanian hanya mampu sekali terbang hanya setengah jam atau 30 menit sehingga harus *return to base* untuk ganti baterai atau dicas. Jadi, harus punya baterai cadangan untuk menerbangkan *drone*. Selain itu, pada kemampuan terbang dan pengambilan gambar kurang maksimal apabila cuaca berawan atau gelap.

Ada 2 jenis *drone*, yang pertama yang digunakannya di bidang pertanian yaitu *multirotor* dan *fixed wings*.



Gambar 12. *Drone* untuk pertanian

Gambar di atas adalah *drone* yang umum digunakan untuk pertanian. Keunggulan *Drone* jenis *fixed wing* terbangnya tinggi mirip pesawat. Jadi, membutuhkan landasan dan waktu terbangnya lebih lama, tapi ini kurang cocok untuk pertanian dan lebih cocok menggunakan *drone multirotor*.

Prosedur mengoperasikan atau menerbangkan *drone*, langkah pertama mengunduh aplikasi *Drone Diploy* atau *DJI pilot*. Setelah mengunduh aplikasi kemudian membuat perencanaan terbang membuat wilayah atau rute menggunakan garis. Selanjutnya cukup tekan *on* maka *drone* akan terbang mengikuti jalur terbang. Oleh karena ini model autopilot maka tidak perlu dikendalikan lagi *drone* akan terbang secara otomatis (*mission flight*).

Hasil pemantau *drone* selanjutnya diolah menggunakan *software* Agisoft Photoscan yang berisi: (1) *foto alignment*; (2) *dense cloud*; (3) *bulid mesh*; (4) *create DEM*; dan (5) *ortomozaic*. Selanjutnya data sampling tersebut di-*export* dan keluar laporan penerbangannya mulai dari ketinggian, luasan, kecepatan angin, dan lain-lain.

Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertanian sudah menerapkan aplikasi ini untuk memudahkan pengawasan di antaranya untuk: (1) *monitoring* status hara pada tanaman sehingga bisa mengetahui kondisi tanamannya; (2) mendeteksi cepat serangan OPT, misalnya FAW atau ulat tentara; (3) mengecek kontaminasi; (4) menginspeksi detaselling dalam kegiatan produksi benih; serta (5) penentuan waktu panen.

Manfaat *drone* yang paling sederhana adalah menentukan luas tanam, misalnya petani menanam benih maka cukup memotret menggunakan *drone* maka laporannya bisa langsung diketahui berapa luas lahan yang sudah ditanami. Tentu ini sangat efektif dibandingkan mengukur secara manual. Dalam pengukuran lahan hal ini sangat penting karena lahan itu akan terukur secara prisais atau riil berkaitan dengan penggunaan saprodi. Jadi, bisa mengetahui dan mempersiapkan komposisi pupuk, pestisida, dan pengaturan air selama proses untuk menanam jagung hibrida.

Kenyataan di lapangan, banyak kasus salah perhitungan komposisi akibat masih menggunakan perhitungan manual terutama pada pertanian skala besar. Namun dengan menggunakan *drone* bisa meminimalisir hal tersebut. Sebelum memutuskan tindakan di lapangan, dilakukan verifikasi dan validasi untuk menentukan sarana produksi, lokasi, serta waktu panen.

Dalam proses pemetaan lahan lebih mudah menggunakan *mapping* untuk menentukan waktu panen dengan indikator nilai kehijauan tanaman, lalu dibandingkan dengan perhitungan produksi awal untuk memperkirakan hasil panen yang akan datang.

Balitbangtan Kementan telah bekerja sama dengan petani menanam benih jagung HJ 21 Agritan di kabupaten Soppeng Sulawesi Selatan seluas hampir 50 hektar selama satu bulan. Pemetaan lokasi untuk menentukan luas areal lahan yang sudah siap panen, ternyata hasil pemantau dari *drone* tidak sesuai dengan yang diprediksi oleh petani, di mana hasil analisis data diperkirakan hasil panen akan turun sekitar satu ton per hektar. Oleh karena itu, tim dan petani membuat perencanaan lain untuk mengatasi hal ini. Inilah salah satu manfaat *drone* pelaku usaha tani bisa membuat keputusan atau memperbaiki masalah lebih awal.

Selain itu, Balitbang juga melakukan *monitoring* tanaman yang diserah rebah di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Saat itu petani baru menebar benih dan tiba-tiba terjadi angin kencang dengan menggunakan *drone* bisa mengetahui seberapa parah kerusakan dan berapa luas kerusakannya. *Drone* sekali terbang memantau 10 hektar sampai 20 hektar dan mengetahui berapa persen potensi kegagalan akibat serangan rebah, serta langkah antisipasi untuk perbaikannya.

Rouging atau sortir tanaman menyimpang pada kegiatan produksi jagung hibrida F1 merupakan kegiatan yang sangat penting untuk menghasilkan bibit unggul. Selama ini dikerjakan secara manual, para pelaku tani harus berjalan untuk menginspeksi satu persatu tanaman. Bila dilakukan dalam skala kecil hal tersebut tidak menjadi masalah, tetapi dilakukan pada lahan skala besar membutuhkan waktu yang lama

dan inspektor yang banyak. Namun dengan menggunakan *drone* untuk mengetahui berapa banyak dan lokasi penyimpangan tanaman jagung bisa mengambil tindakan *rouging* dengan cepat.

Detaseling merupakan kegiatan penting dalam produksi benih jagung. Pada tahap ini bunga jantan dari pohon induk tanaman betina, tujuannya agar penyerbukan hanya berasal dari tanaman jantan. Jagung merupakan yang menyerbuk silang antara serbuk sari dari bunga jantan menempel pada rambut tongkol. Hampir 95% dari persarian tersebut berasal dari serbuk sari tanaman lain dan hanya 5% berasal dari serbuk sari tanaman sendiri. Oleh karena itu, jagung hibrida yang dihasilkan kualitasnya akan menurun. Jadi, untuk menghindari hal tersebut petani harus segera melakukan pencabutan bunga jantan dari tanaman betina.

Balitbang Kementan sudah bekerja sama dengan petani atau perusahaan mitra dan secara rutin menginspeksi untuk mengetahui penerapan SOP dalam kegiatan produksi benih. Kenyataan masih ditemukan beberapa perusahaan yang tidak menjalankan sesuai sistem mutu.

Drone juga digunakan untuk *monitoring* kesuburan tanaman. Hasil pemetaan atau *mapping* dapat diketahui kondisi tanaman dari warna daun. Oleh karena itu, harus segera dilakukan tindakan pencegahan dengan menambah dosis urea atau phonska berdasarkan indeks kehijauan daun.

FAW atau ulat tentara adalah ancaman kegagalan panen produksi benih. Dengan menggunakan *drone* bisa mengetahui dan segera melakukan pengendaliannya. Seperti di China, mengendalikan FAW dengan menggunakan *drone* menyemprotkan pestisida dalam bentuk granular disebarkan ke atas tanaman. Jadi, tidak menggunakan cair

tidak sampai masuk ke dalam lapisan tanaman sehingga hama tidak mati. Cara ini bisa diterapkan untuk pengendalian hama untuk wilayah ratusan hektar dengan *drone*.

Potensi Pemanfaatan *Drone* pada Pemeriksaan Pertanaman dalam Rangka Sertifikasi Benih

Ahmad Zamzami - (Divisi Ilmu dan Teknologi Benih Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB)

Hakikatnya pembangunan pertanian bertujuan meningkatkan produktivitas tanaman pangan baik kuantitas dan kualitas melalui intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian. Peningkatan produksi akan dapat terlaksana bila benih yang digunakan merupakan benih unggul yang bermutu dan bersertifikat. Oleh karena benih merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan kemajuan pertanian Indonesia.

Benih bersertifikat adalah benih yang pada proses produksinya menerapkan cara dan syarat yang sesuai ketentuan sertifikasi benih dan diawasi oleh petugas sertifikasi benih dari Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB).

Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) merupakan institusi pemerintah yang memiliki tugas dan fungsi untuk melakukan pengawasan dan sertifikasi benih bermutu bersertifikat dan berlabel yang diproduksi oleh produsen benih. Jadi, sertifikasi targetnya untuk menerbitkan sertifikat yang merupakan tanda bukti benih sudah memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan oleh pemerintah sehingga hadir benih bermutu di masyarakat.

Penentuan standar mutu benih adalah spesifikasi teknis benih yang mencakup mutu genetik, fisik, fisiologis, dan kesehatan benih dan mengklasifikasi kelas benih sesuai dengan karakteristik dan standar masing-masing benih.

Teknis pemeriksaan pertanaman yang disertifikasi langkah pertama yang harus dilakukan adalah pemeriksaan ke lapangan pada fase vegetatif dan fase generatif. Tujuan Kementerian Pertanian menerapkan aturan untuk mengetahui dan mendapatkan kepastian bahwa benih yang akan dihasilkan dari pertanaman tersebut benar varietasnya dan tidak tercampur sesuai dengan persyaratan mutu benih.

Proses pelaksanaan dimulai dengan pemeriksaan dokumen dan pemeriksaan Global. Pemeriksaan Global tertuang pada Permentan No. 23 Tahun 2021 dengan cara memeriksa kondisi pertanaman secara menyeluruh dengan cara mengelilingi lahan yang akan sertifikasi maksimal sampai 10 hektare. Tujuan pemeriksaan Global untuk mendapatkan *overview* secara umum mengenai batas-batas lahan, isolasi antar tanaman, serta sterilisasi dari hama dan gulma.

Setelah melakukan pemeriksaan global maka langkah selanjutnya pemeriksaan tanaman, misalnya lahan yang akan disertifikasi luasnya 2 hektar maka harus ada empat titik atau empat petakannya dalam pelaksanaannya. Selanjutnya setiap titik lokasi itu diamati untuk mengetahui jumlah varietas lain dan tipe simpang.

Tabel 1. Contoh jumlah pemeriksaan

No	Tanaman	Populasi/Sampel
1	Padi Inbrida	200 rumpun
2	Padi Hibrida	200 rumpun
3	Jagung Komposit	100 tanaman
4	Jagung Hibrida	100 tanaman

Tabel 1. Contoh jumlah pemeriksaan (lanjutan)

No	Tanaman	Populasi/Sampel
5	Kacang Kedelai	500 tanaman
6	Kacang Tanah	600 tanaman
7	Kacang Hijau	500 tanaman

Tabel di atas contoh pemeriksaan, pada komoditas Padi yang berjenis inbrida maupun hibrida ini ada 200 rumpun kalau tadi satu unitnya adalah satu hektare maka 4 titik x 200 rumpun jumlahnya 800 rumpun yang harus diamati oleh seorang PBT. Sementara pada pemeriksaan kacang tanah ada 600 tanaman banyak yang harus diamati oleh PBT. Selanjutnya melakukan *internal quality control* dari data sampling yang sudah diperoleh.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan terdapat permasalahan dalam proses pemeriksaan global antara lain: (1) membutuhkan waktu yang relatif lama; (2) medan yang relatif sulit untuk dijangkau; (3) Jumlah PBT semakin sedikit jumlahnya; (4) lahan pemeriksaan yang cukup luas; dan (5) adanya peluang subjektivitas PBT (banyaknya perubahan data yang bersifat kualitatif)

Padi merupakan komoditi pangan yang sangat sentral di negara kita, tetapi ironinya akan pengurangan jumlah PBT karena pengangkatannya juga terbatas, padahal satu sisi akan berdampak pada luas pemeriksaan. Hal ini sedikit kontra dengan tujuan pemerintah untuk meningkatkan penyediaan benih bermutu, bila ingin meningkatkan penyajian benih yang bermutu maka sebaiknya jumlah PBT jangan berkurang malah seharusnya ditingkatkan. Kinerjanya makin berat dan perlu dicarikan solusi untuk hal tersebut karena bila penyediaan benih bermutu terkendala nanti produksi benih pun akan tidak maksimal.

IPB sebagai perguruan tinggi di bidang pertanian yang mempelajari mata kuliah sertifikasi benih mengarahkan mahasiswa dalam penilaian sertifikasi benih harus memiliki pandangan yang subjektivitas sebagai seorang pengamat atau pengawas untuk menentukan apakah hasil pemeriksaan tersebut terjaga kemurniannya dan tidak terdapat campuran varietas lain (CVL).

Berdasarkan permasalahan tersebut, salah satu solusinya adalah mengadopsi *drone* dalam kegiatan sertifikasi. Walaupun sebenarnya ini dua sisi yang saling bersinggungan. Diharapkan ke depannya penggunaan *drone* dapat dimanfaatkan oleh *stakeholder* secara merata tersebar di Indonesia agar pertanian Indonesia makin maju.



Gambar 13. Pemanfaatan *drone* untuk pertanian

Secara sederhana, *drone* adalah alat tepat karena bisa pengoperasiannya bisa dikendalikan menggunakan *remote*, bahkan bisa juga diatur menjadi otomatis dengan menggunakan aplikasi *drone deploy*. Saat ini aplikasi *drone deploy* merupakan platform besar dan sudah bekerja sama dengan perusahaan pertanian berskala internasional.

Komponen yang penting dalam *drone* yang pertama ialah sensor, sebab ini manfaat utama penggunaan *drone*. Hal yang kedua ialah sensor kamera yang sifatnya bisa menangkap *RGB*, *thermal*, *infrared*, *multispectral* atau *hyperspectral*, dan lain-lain. Hal yang ketiga adalah *software* yang bisa mengolah data dari hasil pemetaan/*mapping*, dan yang terakhir koneksi internet. Jadi, keempat komponen dalam membuat progresivitas teknologi menjadi optimal.

Drone digunakan untuk memverifikasi luas lahan, mempermudah dalam proses sertifikasi benih. Selama ini verifikasi luas lahan masih berbasis dokumen, pengakuan produsen bahkan berdasarkan pengalaman.

VERIFIKASI LUAS LAHAN



Sumber: kontrol (A): orientasi setelah melihat peta drone; GPS (B) hasil GPS Garmin 54s; Google Maps diupdatekasi September 2019; dan drone (C) menggunakan drone yang kemudian diolah dengan software Agisoft.

Sumber:
Zamzami dan Budiman (2020)

Gambar 1. Peta lahan menggunakan beberapa metode pembuatan

Activate Windows

Gambar 14. Verifikasi luas lahan

Pada tahun 2019 mahasiswa IPB bekerja sama dengan Universitas Telkom membandingkan keakuratan GPS *handheld*, *garmin*, *google map*, *drone* yang dilengkapi *software*. Kesimpulannya kualitas gambar yang dihasilkan lebih akurat dan jelas, sedangkan Google Maps datanya tidak *update* karena datanya tidak *real-time*.

Dalam mengidentifikasi batas lahan, *drone* mampu observasi batas-batas lahan sebagai syarat pengisian formulir saat pengajuan sertifikasi benih. Sebaiknya saat mengidentifikasi lahan *drone* diformat secara otomatis karena bila dikendalikan secara manual berpotensi adanya areal yang terlewat dan rutunya tidak teratur.

IDENTIFIKASI BATAS LAHAN



Tabel 2 Identifikasi batas-batas lahan dengan beberapa metode

No	Arah	Kontrol	Metode		
			Manual	GPS	Drone
1	Utara		Deskriptif (pemuahan kriteria kondisi batas lahan terhadap aturan)	Maps	
2	Selatan		Deskriptif (pemuahan kriteria kondisi batas lahan terhadap aturan)		
3	Barat		Deskriptif (pemuahan kriteria kondisi batas lahan terhadap aturan)		
4	Timur		Deskriptif (pemuahan kriteria kondisi batas lahan terhadap aturan)		

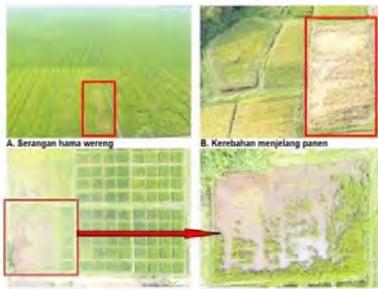
Sumber:
Zamzami dan Budiman (2020)

Activate Windows

Gambar 15. Identifikasi batas lahan

Selanjutnya, *drone* dapat dimanfaatkan pada *monitoring*/pengawasan pada masa generatif.

MONITORING PERTANAMAN



Gambar 3. Monitoring serangan wereng, kerubahan, luasan aktual pada pertanaman padi menggunakan drone

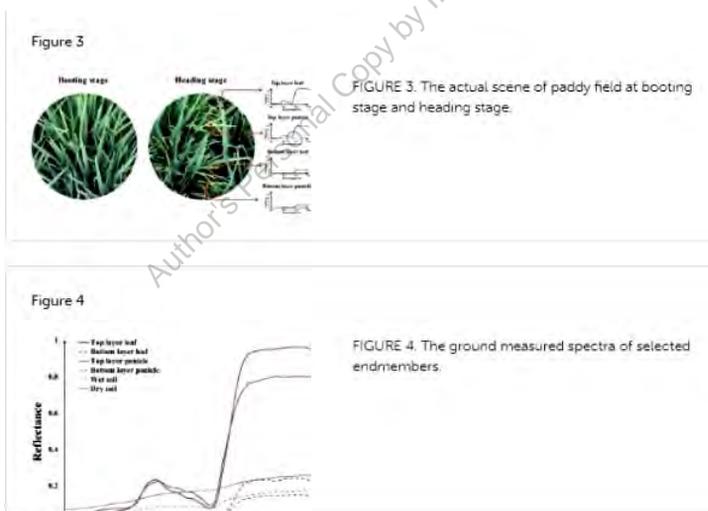
Sumber:
Zamzami dan Budiman (2020)

Activate Windows
For the full functionality of this service, please activate Windows.

Gambar 16. *Monitoring* pertanaman

Pada masa generatif tanaman padi rentang terhadap serangan hama, kerebahan menjelang panen, dan lahan yang tidak seragam tutupannya. Bila permasalahan di lapangan segera ditemukan maka penanganannya pun bisa dilakukan dengan cepat.

Pada sebuah penelitian *Remote Estimation of Rice Yield With Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Data and Spectral Mixture Analysis* oleh Duan Bo Tahun 2019 menyimpulkan bahwa meskipun *drone* belum bisa memberikan estimasi yang tinggi, tetapi berpeluang untuk dikembangkan lebih jauh. Hanya dengan mengamati beberapa peubah saja, misalnya kalau kita lihat Misalnya ini NDVI ini *R-square* nyata 0,57, ternyata ada hubungannya walaupun masih rendah.

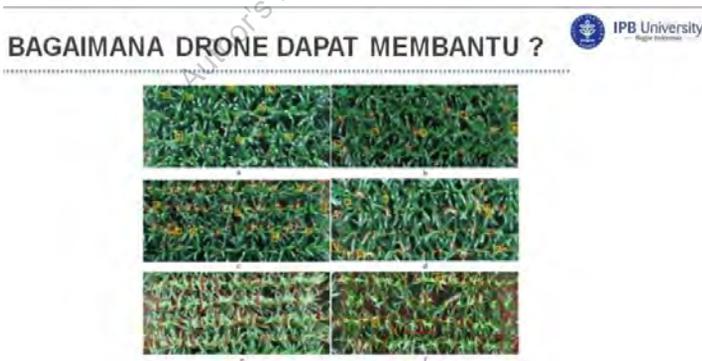


Gambar 17. Hasil penelitian mengenai *drone*

Penelitian-penelitian seperti ini memang sedang berkembang dan penerapan teknologi tidak dapat dilakukan secara *high tech*, tetapi secara *leveling* (bertahap).

Kegiatan yang pengawasan tanaman secara kontinu disebut *phenotyping*. *Phenotyping* membutuhkan waktu yang relatif lama, tetapi tidak tepat dilakukan di lapangan dan lebih cocok diterapkan pada lingkungan yang terkendali misalnya di laboratorium atau di Green House. Lebih jarang lagi yang untuk mendeteksi CVL untuk mengevaluasi pertumbuhan tanaman. *Phenotyping* ini merupakan karakter atau penampakan yang sebenarnya itu adalah pengaruh dari genetiknya dan lingkungan.

Berdasarkan Penelitian yang berjudul *Automatic Detection of Maize Tassels from UAV Images by Combining Random Forest Classifier and VGG16* oleh Xuli Zan menyimpulkan bahwa tantangan yang dihadapi saat pemeriksaan menggunakan *drone* karena kondisi pertumbuhan tanaman yang variatif sensor belum mampu mendeteksi detail CVL atau Tipe Simpang varietas yang sama pasti masih memiliki rentang keragaman karena merupakan populasi.



Gambar 18. Cara *drone* dapat membantu

Drone untuk menilai kemurnian pertanaman lebih sulit daripada menilai tingkat pertumbuhan tanaman secara hamparan; Fenotip karena pengaruh lingkungan umumnya bukan faktor tunggal; Data karakter tanaman yang selama ini digunakan kebanyakan masih bersifat kualitatif. Karakter masih perlu dimodifikasi agar menjadi acuan pengamatan menggunakan *drone*. Warna daun antar varietas bisa muncul perbedaan, tetapi data kuantitatif warna tersebut sering kali tidak tersedia; dan CVL dan Tipe Simpang bisa jadi hanya 1 tanaman yang berada dalam rumpun tanaman benih, bukan petakan yang bisa direkonstruksi dengan 3D, kemudian diperlakukan sebagai kelompok.

Drone banyak memiliki keunggulan, bahkan setelah diimplementasikan di lapangan ternyata pemeriksaan tanaman menggunakan *drone* akan dapat dilakukan terhadap seluruh tanaman tanpa proses *mapping*, operasional menerbangkan *drone* bisa diautomatisasi, dan menghitung CVL dan Tipe Simpang berdasarkan % luasan CVL dan Tipe Simpang terhadap total luasan pertanaman.

IPB mendukung penelitian mahasiswa untuk mengembangkan teknologi pertanian di Indonesia mulai dengan: (1) pemodelan atau pemrograman deteksi CVL dan Tipe Simpang melalui karakter yang terlihat dan dapat direkonstruksi untuk diukur; (2) Pengamatan *drone* untuk mengetahui variasi dan level kontaminasi CVL dan Tipe Simpang; (3) mengamati nilai perubahan sebagai data sebaran, identifikasi pencilan (kemungkinan besar adalah CVL dan Tipe Simpang); (4) uji coba *Machine Learning* dengan Phyton untuk analisis/identifikasi CVL dan Tipe Simpang dari data citra satelit; (5) mengendalikan faktor (CVL dan Tipe Simpang), kemudian melihat pengaruhnya pada peubah-peubah yang dilaporkan bisa diamati oleh *drone*; (6) penentuan CVL dan Tipe Simpang berdasarkan ≥ 2 peubah pembeda.

Peran PBT di lapangan sangat penting dan tidak tergantikan karena PBT yang akan menyediakan bahan belajar bagi aplikasi pendukung *drone*, data yang sudah jadi penopang bisnis PBT akan dapat menyiapkan data verifikasi, dan PBT sebagai penjamin mutu kinerja *drone*.

Harapan ke depannya perbenihan harus adaptif terhadap teknologi dan memang menghadirkan inovasi.

Uji Coba Penggunaan *Drone* dalam Mendukung Sertifikasi Benih Padi

Muhammad Saldan Bastari BBPPMB-TPH (Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan Dan Hortikultura)

Kementerian Pertanian memiliki motto “Petani harus Maju Mandiri dan Modern dengan Kebersamaan”, tetapi pada periode 2021 sampai 2025 dari 34 provinsi terjadi penurunan jumlah PBT karena tidak seimbangnya jumlah yang purna bakti dengan perekrutan PBT baru di tingkat provinsi dan kabupaten/kota. Oleh karena itu, tercetus ide penggunaan *drone* untuk mengatasi masalah ini di lapangan dan implementasi dalam pertanian yang modern.

Tujuan umumnya BBPPMB-TPH mulai mengujicoba *drone*: (1) *drone* dapat meningkatkan efisiensi kerja para pengawas bibit tanaman yang jumlahnya semakin berkurang; (2) *drone* mampu untuk memudahkan dalam proses sertifikasi tanaman pangan baik padi, jagung, dan kedelai serta mampu mendeteksi campuran varietas lain di pertanaman; dan (3) diperoleh metode cepat sertifikasi benih di lapangan untuk bisa dimasukkan dalam keputusan Menteri Pertanian

tentang sertifikasi dan juga digunakan oleh pengawas tanaman, balai besar pengawasan dan sertifikasi benih serta produsen benih dalam pelaksanaan sertifikasi.

Berdasarkan Permentan No. 620/HK.140/C/04/2020 terkait petunjuk teknis sertifikasi tanaman pangan ada lima poin penting yang berhubungan dengan kondisi pertanaman di lapangan: (1) kondisi lahan, isolasi, dan sejarah lapangan yang digunakan sebagai area sertifikasi; (2) kebenaran batas-batas arealnya akan digunakan untuk area sertifikasi; (3) pemeriksaan global; (4) mengamati tanaman yang terserang hama penyakit serta gulma secara global; (5) pengamatan parameter yang diperiksa pada setiap fase perkembangan (vegetatif generatif dan masak).

Drone yang digunakan untuk melakukan verifikasi uji coba sertifikasi benih sejak tahun 2020. BBPPMB-TPH awalnya menggunakan *Drone DJI Phantom 4 Pro* versi 2. Selanjutnya pada tahun 2021 menggunakan *Drone DJI P4 Multispektral with D-RTK*. Harga kedua *drone* ini kisaran 140–150 jutaan, dengan tambahan aplikasi ketiga yaitu *FIX4D / Drone Deploy*, *Agisoft Photoscan*, *QGIS 3.14/Google Earth*, *GSPRO*, dan *ARCGIS*.

Keunggulan *Drone Phantom 4 Spektra Pro V20* tidak perlu menggunakan banyak *software* untuk *mapping*. Tim memilih pengaturan sistem otomatis dalam mengoperasikan *drone* dengan *FIX4D* ataupun *Drone Deploy*. Sementara untuk *software* aplikasi *Agis Photoscan* aplikasi ini adalah *software 3D Modeling* menggunakan citra/foto yang direkam secara stereo/multisudut sehingga dari paralaks antar foto yang dihasilkan dapat disusun menjadi model tiga dimensi dari foto.

Berikut alur proses sertifikasi sesuai acuan Kepmentan:



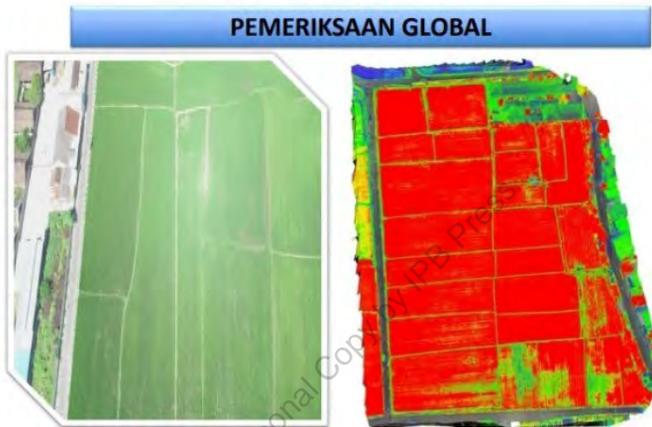
Gambar 19. Alur sertifikasi benih unggul

Gambar di atas ini merupakan tahapan dalam proses sertifikasi. Langkah pertama adalah mendaftarkan *drone* dan operator *drone* yang sudah mendapatkan sertifikat pelatihan dari FASI.

Selanjutnya *mapping* untuk mengetahui kebenaran batas areal yang sesuai dengan permohonan yang diajukan. Oleh karena sering ditemukan permasalahan selisih luasan tanah yang diajukan dengan luasan lahan yang diukur oleh petugas di lapangan dengan penggunaan pengukuran lahan sertifikasi lebih akurat.

Pengamatan global dari hama, penyakit serta gulma. Pengamat di setiap fase vegetatif, berbunga, dan fase masak secara umum. Pengolahan data menggunakan *software* dan menghasilkan hasil yang berdasarkan acuan KEPMENTAN No. 620/HK.140/C/O4/2020.

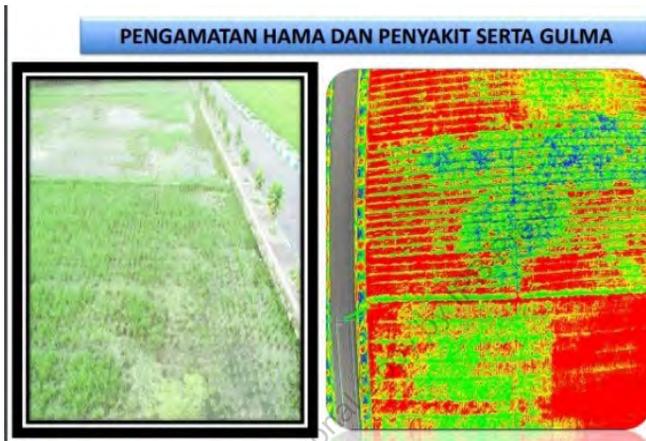
Drone mampu mengambil data dalam mengukur luasan yang akan diajukan untuk sertifikasi secara akurat. Pada pemeriksaan global *drone* bisa menggambarkan kondisi lahan secara keseluruhan karena bila dilakukan pemeriksaan secara manual membutuhkan waktu yang relatif lama.



Gambar 20. Foto udara pada pemeriksaan global

Gambar di atas merupakan foto udara dari *drone Phantom 4 Spektra Pro V20* yang mampu mengambil dua foto sekaligus dengan dua sensor yang berbeda yakni metode RGB dan multispektral. Pada foto yang sebelah kiri itu hasil pengambilan RGB terlihat tanaman tersebut subur semua, tetapi ketika bila dilihat dari *multispectral* ternyata tanaman ini sebagian tidak sehat karena tanaman dominan berwarna merah artinya kehijauan daun tidak sehat. Kelebihan *Pentium multispectral* itu secara langsung melihat kondisi di lapangan berdasarkan warna hijau daun sehingga dapat langsung melakukan pencegahan dengan penambahan pupuk atau penambalan sulam.

Hama dan penyakit tanaman merupakan masalah yang kerap dihadapi petani di Indonesia. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan hasil pertanian dan merusak kualitas pada masa produksi benih unggul. *Drone* mampu mengamati penyebaran hama dan penyakit serta gulma untuk segera mengatasi pencegahan penyebarannya.



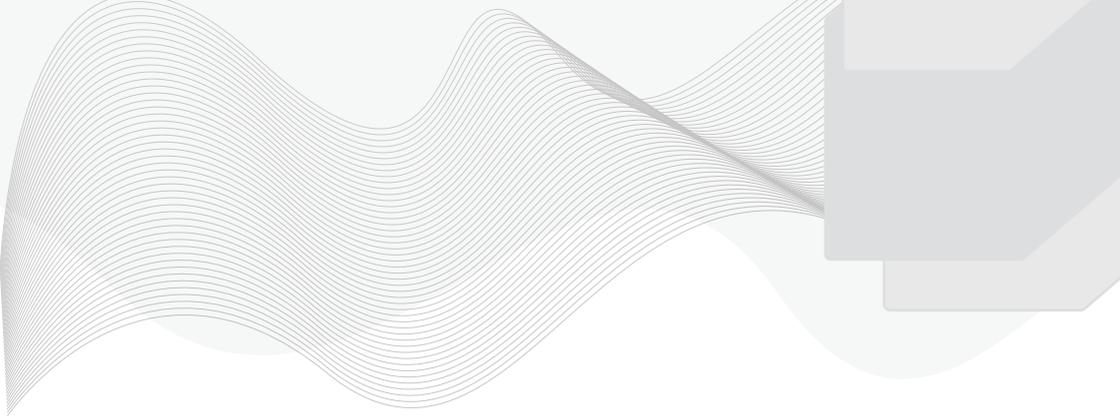
Gambar 21. Pengamatan hama dan penyakit serta gulma

Pengamatan pada setiap pertanaman dibagi menjadi tiga fase, yakni fase vegetatif, fase generatif, dan pemasakan. Parameter yang diamati pada masa vegetatif yakni mengidentifikasi warna kaki, tipe pertumbuhan atau bentuk tanaman, kehalusan daun, dan lebar daun.

Parameter yang diamati pada fase generatif meliputi warna bunga, tipe pertumbuhan atau bentuk tanaman, warna daun, lebar daun, lebar daun, warna leher daun, tinggi tanaman, dan sudut daun bendera. *Drone* memang memiliki kelebihan dapat mendeteksi secara keseluruhan, tetapi tidak mampu mengganti peranan PBT.

Pengolahan data menggunakan ARCGIS yang merupakan sistem informasi Geospasial yang mampu menampilkan pemetaan lahan dan pengaplikasiannya untuk merekayasa sistem pertanian baik dari segi lahan dan mengoptimalisasi hasil produksi pangan. Saat ini BBPPMB-TPH sedang melakukan penelitian cara mengukur nilai *index* tanaman menggunakan multispektral untuk mengetahui kualitas CPS karena sampai saat ini belum memiliki referensi acuan standar atau nilai untuk setiap varietas. Oleh karena itu, nilai-nilai spektrum warna daun sedang dikembangkan untuk menjadi tolok ukur pada tiap varietasnya. Semoga teknologi *drone* mampu meningkatkan produktivitas benih unggul di Indonesia.

Author's Personal Copy by IPB Press



BAB 2. **Penerapan Teknologi Informasi pada Laboratorium Pengujian Mutu Benih**

Pemaparan Narasumber Webinar Penerapan Teknologi
Informasi pada Laboratorium Pengujian Mutu Benih
Episode 457

Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Proses Akreditasi Laboratorium

Ahmad Hidayat (Analisis Standardisasi - Badan Sertifikasi Nasional)

Komite Akreditasi Nasional (KAN) adalah lembaga nonstruktural yang bertugas dan bertanggung jawab di bidang Akreditasi Lembaga Penilaian Kesesuaian di bawah naungan Badan Standardisasi Nasional (BSN). Tugas utama KAN memberikan akreditasi kepada Lembaga Penilaian Kesesuaian dengan standar internasional ISO/IEC 17011 sebagai badan akreditasi profesional, independen, dan netral.

Perkembangan layanan akreditasi di KAN terus mengalami perubahan dari konvensional menjadi berbasis digital. Selama satu dekade mulai tahun 2000 sampai 2014 layanan akreditasi KAN menggunakan *paper-based*. Efektivitas layanan saat masih manual kurang efektif karena terjadinya antrean panjang pemohon akreditasi.

Layanan akreditasi belum berkolaborasi dengan antar instansi sehingga proses pengajuan akreditasi mengalami hambatan. Berdasarkan permasalahan tersebut pada 2014 KAN merumuskan untuk merancang sebuah aplikasi agar proses pelayanan akreditasi lebih efisien.

Pada tahun 2015 pengembangan aplikasi mulai disosialisasikan. Pada tahun 2016 mulai diimplementasikan dan KAN mengalami permasalahan karena perubahan budaya *face to face* berubah menjadi *online* masih dianggap mempersulit pemohon akreditasi.

Selama rentang waktu tahun 2016 sampai 2019, implementasi KAN-MIS menjadi tantangan yang berat bagi KAN karena selama proses masa transisi banyak permasalahan yang ditemukan di lapangan. KAN akhirnya melakukan evaluasi pada tahun 2019 untuk mengetahui hal-hal yang diperbaiki dan dikembangkan. Hasil evaluasi maka KAN menerapkan SMKI SNI ISQ 27001 pada KAN-MIS di Pusat Data dan Informasi (Pusdatin). Finalisasi pengembangan KAN-MIS versi terbaru diluncurkan pada tahun 2021–2022 .

Latar belakang pembuatan aplikasi berbasis digital berdasarkan Perpres No. 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintah Berbasis Elektronik (SPBR) atau *e-Government*. SPBE adalah penyelenggaraan pemerintah yang memanfaatkan teknologi informasi informasi dan komunikasi untuk memberikan layanan kepada pengguna SPBE.

Penyelenggaraan SPBE mencakup pengaturan unsur-unsur SPBE dan Manajemen SPBE dengan tujuan menjamin keberlangsungan penyelenggaraan SPBE. Rencana Induk dan Arsitektur SPBE meliputi: rencana anggaran; proses bisnis; data dan informasi; infrastruktur SPBE; aplikasi SPBE; keamanan SPBE; dan layanan SPBE.



Gambar 22. Perpres 95/2018 tentang SPBE

Dalam pengembangan SPBE harus dimanajemen dengan baik mulai dari: manajemen risiko; manajemen keamanan informasi; manajemen data; manajemen aset TIK; manajemen layanan; manajemen pengetahuan; manajemen perubahan; manajemen SDM; dan audit TIK.

Sesuai dengan Undang-Undang No. 20 tahun 2014, terkait Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian Pemerintah Indonesia menunjuk Komite Akreditasi Nasional (KAN) untuk melaksanakan tugas dan bertanggung jawab di bidang Akreditasi Lembaga Penilaian Kesesuaian (LPK). KAN berkedudukan di bawah dan bertanggung jawab kepada presiden yang melalui Kepala BSN.

Layanan akreditasi KAN di Direktorat Akreditasi Laboratorium memiliki layanan untuk melakukan akreditasi di laboratorium antara lain: (1) Laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi SNI ISO/IBC 17025 : 2017; (2) Laboratorium medik SNI ISO/IBC 15189, 2012; dan (3) Penyelenggara uji profisiensi dan produsen bahan acuan SNI ISO/IBC 17043 : 2010 dan SNI ISO 17034 : 2016.

Alur layanan akreditasi berbasis digital yang harus dilalui oleh Laporan Pengujian Mutu Benih (LPK) terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut:



Gambar 23. Alur layanan akreditasi berbasis digital

Gambar di atas alur registrasi *online* KAN-MIS (KAN–*Management Information System*). Langkah pertama LPK melakukan *registrasi online* dengan mengisi data LPK melalui *website* (<https://akreditasi.bsn.go.id/>). Untuk konfirmasi *Registrasi* dengan memasukkan nomor urut registrasi dan mengunggah formulir permohonan akreditasi sesuai dengan *email* konfirmasi registrasi LPK.



Gambar 24. Aplikasi KAN-MIS

Selanjutnya LPK akan mendapatkan *email* yang berisi *username* dan *password* untuk *login* melalui *website* <https://akreditasi.bsn.go.id/> dan mengunggah informasi dan dokumen pendukung pemohon. *Submit* pemohon dapat dilakukan satu bulan sejak mendapatkan *username* dan *password*.

Proses pendaftaran akreditasi bisa juga menggunakan KAN-MIS bisa juga menggunakan *link official website* KAN (<http://kan.co.id>) isi fiturnya sama dengan *website* official BSN. Selanjutnya LPK bisa menggunakan fitur baru yang bernama *Chatbot KANIA* via aplikasi *Whatsapp* dengan nomor 08175180821. Jadi, itu aplikasi digital yang dipergunakan oleh KAN dengan memanfaatkan teknologi AI atau *artificial intelligence*.

KAN membuat aplikasi internal yang bernama SIMASADI pada saat pandemi Covid-19. Tujuannya mempermudah administrasi proses Layanan Akreditasi Laboratorium kepada publik di masa Pandemi Covid-19. Aplikasi Sistem Informasi dan Administrasi Akreditasi (SIMASADI) fitur dalam aplikasi ini untuk Transparansi Pemberian Paket Data dan Uang Harian kepada asesor dan pemberian lampiran e-sertifikat akreditasi dengan *website* (sign.kan.or.id).



Gambar 25. SIMASADI

Fitur dalam aplikasi SIMASADI meliputi: (1) *monitoring* tindakan perbaikan asesmen; (2) realisasi PNBP; (3) status terkini laboratorium; (4) *monitoring* paket data dan uang harian; dan (5) surat menyurat KAN dikelola melalui aplikasi ini.

Dalam aplikasi SIMASADI terdapat fitur *e-sign* KAN dalam yang berisi sertifikat elektronik sehingga memudahkan asesor memberikan sertifikat kepada pemohon akreditasi, fitur-fitur tersebut meliputi: (1) *e-sign* Surat Keputusan; (2) *e-sign* Surat Menyurat KAN; dan (3) *e-sign* Lampiran dan Sertifikasi Akreditasi.



Gambar 26. *e-sign* KAN

Badan Standardisasi Nasional (BSN) mengembangkan aplikasi BANG BENI tujuan pengembangan aplikasi karena bahwa saat ini masyarakat sudah semakin cerdas dalam memilih barang berstandar

SNI. Dengan demikian, masyarakat bisa melacak (*trace*) keabsahan sertifikat barang berstandar pada aplikasi ini. Aplikasi ini dapat diakses melalui *website* (bangbeni.bsn.go.id). Pada awal pengembangannya aplikasi BANG BENI hanya terkait ketelusuran dengan barang ber-SNI, kemudian ditambahkan fitur ketelusuran sertifikat yang sudah dikeluarkan oleh laboratorium penguji.

Penambahan fitur *trace* sertifikat dari laboratorium penguji karena banyak kasus pemalsuan sertifikat, bahkan tim KAN ditunjuk sebagai saksi ahli di pengadilan. Jadi, setelah pelaporan hasil uji terbit dari laboratorium akan langsung diunggah ke aplikasi BANG BENI yang sudah teruji keabsahannya. Dengan demikian, dapat meningkatkan tingkat kepercayaan masyarakat terhadap produk ber-SNI.

Sesuai dengan regulasi pemerintah, KAN mengeluarkan kebijakan No.05/KAN/04/2022 yang menjelaskan dampak pandemi Covid-19 maka: (1) kegiatan *assessment* lapangan (untuk akreditasi awal dan reakreditasi) dilakukan secara *on-site* atau *hybrid*; (2) kegiatan *asesment* lapangan (untuk *surveilan* dan PRL serta Witness) dilakukan secara *on-site*, *remote*, dan *hybrid*; dan (3) kegiatan *asesment* lapangan yang dilakukan secara *on-site*, LPK harus menjamin aspek kesehatan dan keselamatan sesuai ketentuan yang berlaku.

Pemanfaatan Teknologi Informasi di Laboratorium Penguji Sesuai SNI/IEC 17025:2017. Pengendalian data merupakan suatu hal yang sangat penting untuk diatur menjadi kebijakan di laboratorium. Pengendalian data dan manajemen informasi diatur dalam dokumen sistem manajemen mutu ISO 17025:2017 tertuang dalam klausul 7–11. Seluruh data yang berkaitan dengan pengujian di laboratorium pengujian harus disimpan dan dipelihara karena semua hal yang terdapat dalam dokumen induk harus dijaga keasliannya.

Pada klausul 7.11.2 dijelaskan bahwa sistem manajemen informasi laboratorium yang digunakan untuk pengumpulan, pengolahan, pencatatan, pelaporan, penyimpanan atau pengambilan data harus divalidasi fungsionalitasnya, termasuk berfungsinya antarmuka di dalam sistem manajemen informasi oleh laboratoriumnya. Penggunaan *username* dan *password* sangat penting untuk menjaga otoritas atau pihak berwenang misalnya kepala laboratorium saja yang bisa mengaksesnya sistem manajemen informasi laboratorium.

Jika ada perubahan termasuk konfigurasi perangkat lunak laboratorium atau modifikasi perangkat lunak *commercial off the self* (paket *software* atau solusi yang dibeli untuk mendukung fungsi bisnis dan sistem informasi), *software* tersebut harus disahkan, didokumentasikan, dan divalidasi sebelum diimplementasikan.

Pada klausul 7.11.3 sistem manajemen informasi laboratorium harus: (1) dilindungi dari akses oleh pihak yang tidak berwenang; (2) dijaga terhadap gangguan dan kehilangan; (3) dioperasikan pada lingkungan yang sesuai dengan spesifikasi laboratorium; (4) dipelihara dengan cara yang menjamin integritas data dan informasi; dan (5) diperhitungkan tingkat kegagalan sistem perekaman dan tindakan segera dan tindakan korektif yang sesuai.

Terakhir, klausul 7.11.4 bila sistem pengelolaan informasi laboratorium dikelola dan dipelihara oleh pihak ketiga atau pemasok eksternal maka laboratorium harus memastikan bahwa pemasok atau operator sistem memenuhi semua persyaratan yang berlaku. Jadi, pemanfaatan teknologi di sektor pertanian dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman pangan di Indonesia.

Peningkatan Pelayanan Melalui Penerapan Teknologi Informasi di BPSBTPH Jawa Barat

Hardei - (PBT Ahli Madya BPSBTPH Jawa Barat)

Benih unggul merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budidaya tanaman dan perannya tidak dapat digantikan oleh faktor lain karena benih sebagai bahan tanaman dan sebagai pembawa potensi genetik terutama untuk varietas-varietas unggul. Oleh karena itu, perlunya sinergi dari semua pihak untuk menghasilkan bibit unggul untuk pertanian Indonesia.

Saat ini masyarakat menuntut birokrasi yang transparan, akuntabilitas, bebas dari praktik KKN, penyelewengan wewenang, dan lemahnya pengawasan. Oleh karena itu, reformasi birokrasi merupakan langkah awal melakukan penataan sistem penyelenggaraan pemerintah yang baik, efisien, dan efektif sehingga dapat meningkatkan pelayanan kepada masyarakat secara cepat, tepat, dan profesional. Hal ini sejalan dengan Peraturan Presiden No. 81 Tahun 2010 tentang Grand Design Reformasi Birokrasi yang mengatur tentang pelaksanaan program reformasi.

Tindakan nyata reformasi birokrasi Balai Pelayanan Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Barat dengan mengubah pola pikir dan budaya kerja dengan nilai-nilai budaya kerja *disiplin, inovatif, profesionalisme, dan integritas*. Salah satu perwujudannya dengan pengembangan inovasi pelayanan sertifikasi benih dan Pengawasan mutu benih berbasis teknologi informasi di

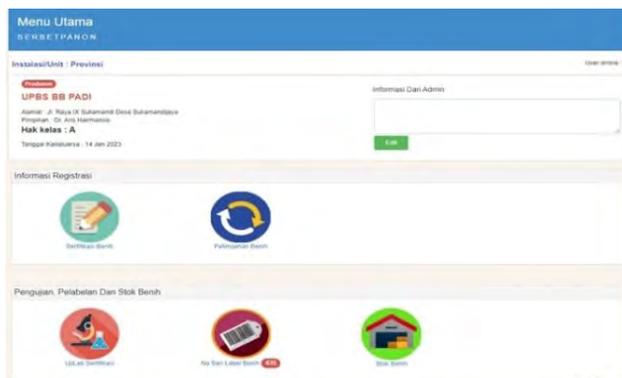
Lingkungan BPSBTPH Provinsi Jawa Barat, yakni aplikasi yakni *Singa Bentang* dan *Serbet Panon*. Para pengguna bisa mengakses aplikasi ini dengan mengunjungi *website* www.bpsbtph-jabar.id



Gambar 27. Aplikasi Singa Bentang dan Serbet Panon

Aplikasi *Serbet Panon* (Sertifikasi Benih Tanaman Pangan *Online*) sebagai suatu inovasi pelayanan publik yang memberikan kemudahan akses bagi produsen benih dalam memperoleh layanan sertifikasi benih. Produsen benih dapat mengajukan permohonan sertifikasi dan akses informasi lainnya secara *online* di mana saja dan kapan saja tanpa perlu mendatangi kantor layanan.

Pembuatan aplikasi *Serbet Panon* berawal dari banyaknya permasalahan terkait ketidaksesuaian SOP dari layanan sertifikasi benih. Penyebabnya karena minimnya akses produsen benih terhadap informasi proses sertifikasi benih secara menyeluruh. Kendala jarak dan waktu tempuh ke kantor pelayanan serta minimnya sarana informasi bagi produsen benih. Gambar menu utama aplikasi serbet panon untuk produsen benih:



Gambar 28. Menu utama aplikasi Serbet Panon

Gambar di atas merupakan penampilan menu utama aplikasi *Serbet Panon* khusus produsen benih. Lengkap dengan nama kelompok usaha produsen (Gapoktan), alamat kelompok, jenis hak kelas, dan tanggal kedaluwarsa benih. Fitur di dalamnya meliputi: (1) informasi registrasi sertifikasi benih dan pelimpahan benih; dan (2) pengujian laboratorium, pelabelan benih, dan stok benih.

Proses sertifikasi benih dilakukan melalui pemeriksaan lapangan oleh petugas pada fase-fase kritis pertanaman sehingga keterlambatan pengajuan permohonan akan berakibat pada tidak sesuainya kondisi pertanaman di lapangan sehingga terlewatnya fase kritis pertanaman. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cepat, tepat, akurat dengan menggunakan aplikasi *Serbet Panon*. Melalui simplifikasi informasi, produsen benih dapat melakukan akses mulai dari tahapan proses, permohonan, hasil pemeriksaan/pengujian, dan penerbitan sertifikat benih. Berikut contoh *form* pengajuan uji lab dan hasil pemeriksaan laboratorium:



Gambar 29. Form pengajuan dan hasil uji laboratorium

Serbet Panon sangat bermanfaat bagi produsen benih yang akan mengajukan sertifikasi benih. Setiap produsen dapat mengetahui tahapan sertifikasi benih sekaligus memantau progresnya secara *online*. Sementara untuk petugas BPSBTPH, *Serbet Panon* meringankan petugas dalam verifikasi dan rekapitulasi sertifikasi benih sehingga ketidaksesuaian terhadap SOP berkurang.

Serbet Panon merupakan kolaborasi berbagai *stakeholders*, mulai dari Dinas TPH, Direktorat Perbenihan, Dinas Pertanian Kabupaten/Kota, Petugas BPSBTPH, dan Produsen Benih. Kolaborasi dilakukan sesuai dengan kewenangan dan kompetensinya mulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi dengan membawa manfaat bagi masing-masing. Sesuai Permentan No. 12/Pertanian/TP.020/04/2018 dan Kepmentan No. 355/HK.130/C/05/2016.

Singa Bentang

Aplikasi *Singa Bentang* mulai dikembangkan pada tahun 2018 dilatarbelakangi terdapat masalah pengawasan mutu benih tanaman pangan yaitu sebanyak 21,9% produsen atau pengedar benih terlambat mengajukan perpanjangan masa edar benih sehingga 126 ton benih kedaluwarsa, pendapatan produsen/pengedar benih menurun, dan ketersediaan benih bermutu di pasaran menjadi berkurang.

Pada tahun yang sama sebanyak 69,8% produsen atau pengedar benih yang terlambat mengajukan perpanjangan izin produksi dan edar benih mencapai 122 produsen atau pengedar benih tidak lagi memiliki izin edar. Potensi ketersediaan benih berkurang menjadi 488 ton. Oleh karena itu, mengakibatkan pendapatan produsen atau pengedar benih menurun dan ketersediaan benih bermutu di pasaran menurun.

Permasalahan yang sudah menyalahi Standar Operasional Prosedur (SOP), tidak tertib administrasi, dan menimbulkan ketidakpastian mutu benih yang beredar dan menyebabkan kerugian bagi petani. Untuk mewujudkan rencana kerja BPSBTPH Provinsi Jawa Barat ingin meningkatkan ketersediaan benih bersertifikat pada tahun 2021 sebanyak 10% (21 Ton). Pada Tahun 2019 BPSBTPH Jawa Barat mulai menerapkan aplikasi *Singa Bentang* (Sistem Pengawasan Benih Tanaman Pangan) dengan pemanfaatan sistem *online* agar keterlambatan perpanjangan masa edar benih dan izin produksi atau edar benih menurun hingga 5%. Pengecekan mutu benih pun ditingkatkan untuk memberikan jaminan mutu benih bagi masyarakat. Produsen atau pengedar benih terdaftar dapat langsung melakukan perpanjangan masa edar benih dan izin produksi atau edar benih dengan memanfaatkan koneksi internet.

Singa Bentang bertujuan mengurangi keterlambatan perpanjangan masa edar dan izin benih hingga 5%, menjaga ketersediaan benih bermutu di pasaran, dan meningkatkan produksi tanaman pangan. Produsen atau pengedar benih dibina dalam mematuhi SOP untuk meningkatkan produksi tanaman pangan.

Permasalahan keterlambatan pengajuan permohonan produsen/pengedar benih dalam perpanjangan masa edar benih dan izin produksi/edar benih dilakukan dengan pemberian tiga kali toleransi keterlambatan disertai pembinaan, tetapi hasilnya kurang optimal. Oleh karena itu, digagas *Singa Bentang* sebagai sistem pengawasan/pembinaan digital secara *online* yang menuntut komitmen produsen/pengedar benih menerapkan SOP sehingga keterlambatan dan toleransi dapat dieliminir.

Singa Bentang ialah inovasi berbasis pengawasan/pembinaan secara digital terhadap produsen/pengedar benih agar mereka mematuhi SOP yang berlaku. Produsen/pengedar benih diwajibkan mengakses Singa Bentang secara *online* untuk mengakomodasi hak dan kewajiban mereka sebagai produsen/pengedar benih terdaftar. Akses yang diberikan bagi produsen/pengedar bermanfaat dalam mengetahui masa edar benih dan izin produksi/edar benih masing-masing. Informasi tersebut menjadi dasar bagi produsen/pengedar benih untuk mengajukan permohonan perpanjangan sebelum memasuki kedaluwarsa. Berikut tampilan menu utama aplikasi Singa Bentang khusus produsen benih:



Gambar 31. Tampilan menu utama Singa Bentang khusus produsen

Gambar di atas adalah tampilan menu utama aplikasi Singa Bentang khusus untuk produsen benih yang dilengkapi dengan nama kelompok tani, alamat kelompok tani, jenis hak kelas, tanggal kedaluwarsa benih. Fiturnya meliputi: (1) informasi registrasi kelayakan ulang produsen dan label ulang; dan (2) pengawasan distribusi benih (penyaluran benih dan pengadaan benih).

Pada awal penerapan, sistem *online* Singa Bentang telah mengurangi kontak fisik dengan pengguna layanan saat permohonan. Namun, pelaksanaan pengambilan sampel benih yang akan diuji di laboratorium dan penilaian kelayakan ulang produsen/pengedar benih dilakukan melalui kunjungan langsung tatap muka. Namun, akibat pandemi Covid-19 pelaksanaan pengambilan sampel benih yang akan diuji dilakukan oleh produsen/pengedar benih melalui *Video Call* di bawah supervisi petugas. Sementara penilaian kelayakan produsen/pengedar

benih melalui wawancara dan visualisasi sarana dilakukan dengan *Video Call* di bawah supervisi petugas. Hasil pengujian benih dan penilaian kelayakan produsen/pengedar kemudian dikirimkan melalui kurir

Sebelum hasilnya keluar, penguji atau pengawas akan melakukan verifikasi dan validasi data sesuai pengajuan pemohon. Berikut tampilan utama aplikasi Singa Bintang khusus pengawas mutu benih:



Gambar 32. Tampilan menu utama Singa Bintang khusus pengawas

Gambar di atas adalah tampilan menu utama Singa Bintang khusus pengawas mutu benih. Fitur-fiturnya dibagi menjadi tiga bagian antara lain: (1) informasi registrasi, yang meliputi kelayakan produsen, kelayakan ulang produsen, kelayakan pengedar, kelayakan ulang pengedar, dan label ulang; (2) Pengawasan distribusi benih, meliputi penyaluran benih dan pengadaan benih; dan (3) pengujian dan pelabelan benih, yang meliputi uji laboratorium label ulang, cek mutu benih, dan nomor seri label ulang.

Proses akhir pada pengajuan sertifikasi benih unggul adalah validasi dari admin pusat. Admin memegang dua aplikasi sekaligus. Tugas utamanya mengecek kesesuaian dokumen dengan hasil validasi pengawas, bila ditemukan kesalahan akan mengirim pemberitahuan untuk direvisi oleh pengaju. Apabila semua persyaratan sudah sesuai maka sertifikasi kelayakan produsen benih bisa diterbitkan. Selain itu, tugas admin untuk mengatur bila ada pengaju/pengawas lupa *username* dan *password* atau melakukan pemutakhiran sistem (*maintenance data*).



Gambar 33. Gambar tampilan utama admin Singa Bentang dan Serbet Panon.

Setelah persyaratan terpenuhi maka pengaju yakni produsen/pengedar benih akan mendapatkan sertifikat kelayakan. Berikut contoh sertifikat kelayakan produsen dan pengedar benih unggul yang dikeluarkan oleh BPSBTPH Provinsi Jawa Barat:



Gambar 34. Contoh sertifikat kelayakan produsen dan pengedar benih unggul

Teknis penomoran yang pertama kode angka 1 untuk menunjukkan instansi BPSBTPH Jawa Barat. Kode angka satu 1 untuk kode Satpel wilayah kabupaten/kota, Satpel adalah satuan pelayanan, di Jawa Barat ada 6 Satpel yang mengawasi beberapa kabupaten. Selanjutnya kode angka 04 adalah kode Kabupaten Bogor, kemudian kode 2022 adalah tahun calon produsen mengajukan permohonan. Terakhir kode 040 adalah nomor urut produsennya.

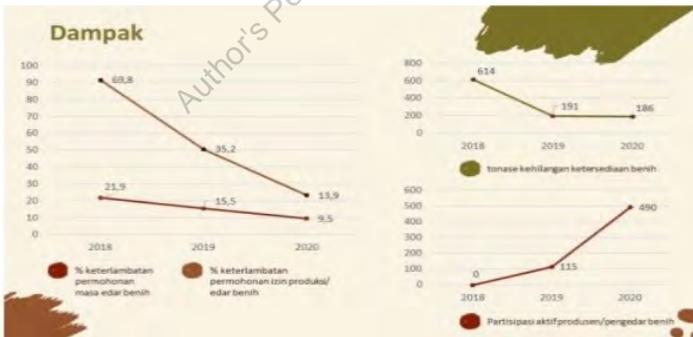
KODE UNIK PRODUSEN



2 Satpel Karawang	3 Satpel Subang	4 Satpel Majalengka	5 Satpel Garut	1 Satpel Cianjur
01 Kab Karawang 02 Kab Purwakarta 03 Kab Bekasi 04 Kota Bekasi	01 Kab Subang 02 Kab Indramayu	01 Kab Majalengka 02 Kab Sumedang 03 Kab Cirebon 04 Kota Cirebon 05 Kab Kuningan	01 Kab Garut 02 Kab Tasikmalaya 03 Kota Tasikmalaya 04 Kab Ciamis 05 Kota Banjar 06 Kab Pangandaran	01 Kab Cianjur 02 Kab Sukabumi 03 Kota Sukabumi 04 Kab Bogor 05 Kota Bogor 06 Kota Depok 07 Kab Bandung 08 Kota Bandung 09 Kab Bandung Barat

Gambar 35. Kode unik sertifikasi produsen benih

Dampak penerapan aplikasi Singa Bentang dalam produktivitas benih unggul mengalami kenaikan yang signifikan. Perhatikan grafik berikut:



Gambar 36. Dampak penerapan aplikasi Singa Bentang

Berdasarkan evaluasi dari tahun 2018 sampai 2020, dampak dari penerapan aplikasi Singa Bentang mengalami peningkatan antara lain:

- Terjadinya penurunan keterlambatan permohonan pengujian label ulang sebelum penerapan aplikasi *Singa Bentang* sebesar 21,9% pada tahun 2018, menjadi 15,5% pada tahun 2019, terjadi penurunan 9,5% pada tahun 2020.
- Penurunan keterlambatan izin produksi/edar benih sebelum penerapan aplikasi *Singa Bentang* sebesar 69,8% pada tahun 2018, menjadi 35,2% pada tahun 2019, terjadi penurunan 13,9% pada tahun 2020.
- Kehilangan ketersediaan benih sebelum penerapan aplikasi Singa Bentang sebanyak 614 ton pada tahun 2018, sesudah penerapan aplikasi menjadi 191 ton pada 2019, terjadi penurunan sebanyak 186 ton pada tahun 2020.
- Keaktifan Partisipasi produsen/pengedar benih dalam menerapkan aplikasi *Singa Bentang* pada tahun 2018 belum ada yang berpartisipasi karena masih minim sosialisasi dan sebagian produsen masih belum paham cara mengoperasikan aplikasi berbasis *online*.

Pada tahun 2019 menjadi 115 orang produsen di wilayah pelayanan Subang dan Karawang, dan pada tahun 2020 terjadi peningkatan yang signifikan menjadi 490 produsen yang tersebar di seluruh wilayah Provinsi Jawa Barat.

SOP yang digunakan dalam penerapan *Singa Bentang* merupakan SOP yang berlaku secara nasional bagi lembaga sejenis yang berada di Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah. Penggunaan sistem

online mendukung akurasi data dan kecepatan pelayanan. Oleh karena itu, Singa Bentang memiliki potensi untuk diadopsi oleh daerah lain yang memiliki permasalahan yang sama

Sistem pengawasan benih secara *online* juga diadopsi oleh Pemerintah Pusat melalui *e-perbenihan*. Inovasi *Singa Bentang* telah mendapat apresiasi dari pemerintah Jawa Barat dengan mendapatkan penghargaan TOP 45 dalam Kompetisi Inovasi Jawa Barat (KIJB) tahun 2021.

Aplikasi Sertifikasi Benih Tanaman Pangan (SIN-Tp)

Endang Setyowati - M.P (BPSB Jawa Tengah)

Dalam rangka meningkatkan produktivitas tanaman pangan serta mendukung perluasan areal tanam maka salah satu upaya yang dilakukan adalah penggunaan benih varietas unggul bersertifikat. Penggunaan benih unggul bersertifikat harus disertai dengan pemanfaatan teknologi yang berpengaruh terhadap peningkatan produksi dan kualitas hasil pangan.

BPSB Jawa Tengah sebagai instansi pemerintah diamanati untuk menjaga kualitas pangan Indonesia sesuai Peraturan Menteri Pertanian No. 12/PERMENTAN/TP.020/2018 menerangkan tentang produksi, sertifikasi, dan peredaran benih tanaman unggul.

BPSB Jawa Tengah itu merupakan instansi yang memiliki kewenangan dalam pelayanan pengawasan mutu dan kualitas benih unggul. Hal ini sesuai dengan Visi Misi pelayanan “*Menjadi Institusi Pengawasan dan Sertifikasi Benih yang Profesional, Berkeadilan dan Berkelanjutan*”. Oleh karena itu,

untuk mengimplementasikan BPSB Jawa Tengah melaksanakan misi pelayanan dengan cara mengembangkan dan memperkuat kelembagaan pengawasan dalam pelaksanaan sertifikasi benih dan mewujudkan pelayanan publik yang kredibel, akuntabel, dan transparan.

Jawa tengah menduduki posisi pertama dalam produksi padi di Indonesia sehingga persentase budidaya palawija masih rendah. Namun, problematika pengadaan benih unggul masih menjadi kendala mengingat masih minimnya pengetahuan petani bahwa pentingnya sertifikasi benih.

BPSB Jawa Tengah memiliki enam pos pelayanan yaitu Pos pengawasan benih wilayah Banyumas, Semarang, Surakarta, Pati, Pekalongan, dan Kedu. Namun, masih kurang maksimal karena kondisi geografis Jawa Tengah yang luas sehingga petani kesulitan untuk mengajukan sertifikasi. Oleh karena itu, solusi untuk mengatasi persoalan ini yakni dengan penerapan Sistem Informasi *Online* SIN-TP.

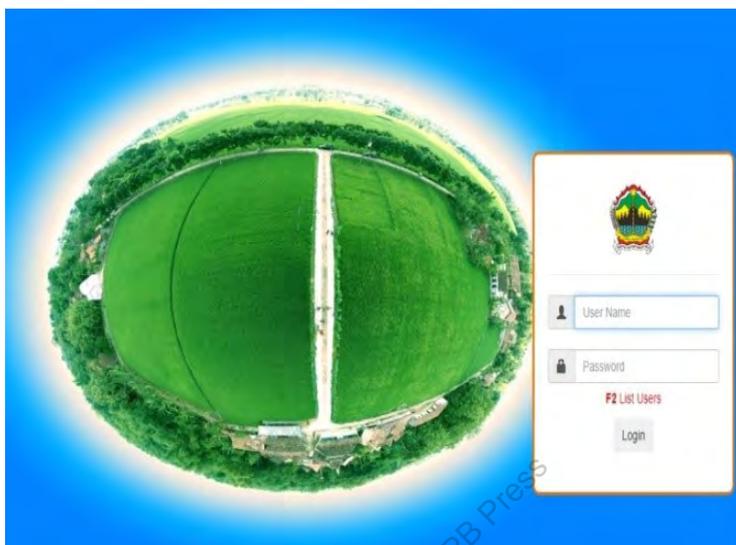
Aplikasi SIN-TP mulai dikembangkan oleh BPSB Jawa Tengah pada tahun 2020. Selanjutnya disosialisasikan kepada produsen/pengedar benih pada tahun 2021. Tujuan pengembangan aplikasi SIM-TP yaitu memberikan kemudahan bagi produsen benih dalam proyek pelayanan sertifikasi, terutama pada saat pandemi Covid-19 karena pembatasan sosial skala besar. Oleh karena itu, petugas/pengawas tidak bisa meninjau langsung ke lokasi. Berikut alur pengajuan pengawasan produsen/pengedar benih unggul:



Gambar 37. Alur pengawasan produsen/pengedar benih

Tantangan yang dihadapi BPSB Jawa Tengah relatif sulit saat pelaksanaan sertifikasi benih secara *online*, tetapi bisa diatasi dengan giat melakukan sosialisasi secara kontinu kepada produsen. Bila produsen mengalami kesulitan, tim BPSB Jawa Tengah selalu mendampingi sampai produsen paham dan mampu mengoperasikan aplikasi SIN-TP. Saat ini diperkirakan 70% petani di Jawa Tengah memakai aplikasi SIM-TP untuk pengajuan sertifikasi.

Bagaimana cara mendaftar SIN-TP? Langkah pertama produsen melakukan mendaftar melalui alamat *website* <https://sintp.distanbun.jatengprov.go.id/produsen>, seperti ini gambarnya:



Gambar 38. Aplikasi SIN-TP

Pengguna harus registrasi dulu untuk mendapatkan *username* dan *password*, lalu pilih kategori produsen atau pengedar benih. Selanjutnya, *input* data produsen. Setelah produsen meng-*input* data maka petugas BPSP akan melakukan verifikasi data dan produsen akan segera mendapatkan notifikasi apakah sudah terdaftar atau revisi data (perbaiki data). Setelah terdaftar baru bisa mengajukan sertifikasi dan ajukan pemeriksaan lahan, pengajuan permohonan, dan persetujuan. Apabila sudah selesai maka petugas akan segera meninjau langsung ke lapangan.

Aplikasi SIM-TP mempermudah dalam proses verifikasi dan rekapitulasi data sebagai persyaratan pengajuan sertifikasi. Berdasarkan pengalaman bila data diserahkan secara manual berpotensi hilang atau tidak tersusun baik sehingga kesulitan mencarinya saat ada pemeriksaan dokumen dari pusat. Selain itu, aplikasi SIN-TP sangat efektif dan efisien dari segi waktu, segi ketepatan data.

Aplikasi SIN-TP dikembangkan untuk mempercepat dalam proses telusur data dalam kegiatan sertifikasi benih padi. Namun, seiring berjalannya waktu BPSB Jawa Tengah akan menambah fitur-fitur yang lain untuk meningkatkan produktivitas jenis tanaman pangan lainnya misalnya jagung, kacang kedelai, dan lain-lain.

Aplikasi SIN-TP selain mempermudah penelusuran data sertifikasi dari awal sampai akhir, juga memperkuat kevalidan data. Dalam mengembangkan dan melaksanakan aplikasi BPSB Jawa Tengah tetap berpedoman kepada Keputusan Menteri Pertanian Nomor 620/HK.140/C/04/2020 direvisi menjadi Nomor 966 tahun 2022 untuk petunjuk teknis sertifikasi benih tanaman pangan.

Harapan BPSB Provinsi Jawa Tengah dengan aplikasi ini berarti akan tercipta integritas yang lebih tinggi karena dengan aplikasi SIM-TP proses dari awal sampai akhir tercatat dengan baik. Mulai dari pengawasan pra produksi, pengawasan produksi, dan pengawasan pascaproduksi.



Gambar 39. Pengawasan produksi dan peredaran benih

Pengawasan pra produksi meliputi: (1) uji adaptasi ialah kegiatan uji lapangan terhadap tanaman untuk mengetahui sifat-sifat unggul dan daya adaptasi varietas terhadap lingkungan pada beberapa agroteknologi; (2) observasi galur yakni menginventarisasi luas penyebaran varietas tanaman untuk penentuan kebutuhan benihnya; (3) observasi kultivar/klon yakni kegiatan uji lapangan terhadap tanaman di beberapa agroteknologi bagi tanaman semusim untuk mengetahui keunggulan dan interaksi varietas terhadap lingkungan; (4) pemurnian varietas yakni seleksi lapangan atas tanaman untuk memperoleh varietas yang benar guna perbanyak benih dari varietas unggul lokal (hasil observasi); (5) determinasi pohon induk yakni penilaian kelayakan pohon induk untuk dapat digunakan sebagai sumber perbanyak tanaman tahunan; (6) pelepasan varietas pengakuan pemerintah terhadap suatu varietas hasil pemuliaan di dalam negeri atau introduksi agar varietas tersebut dapat diperbanyak dan disebarluaskan; dan (7) penilaian/rekomendasi produsen/pengedar benih ialah penilaian kelayakan produsen/pengedar benih untuk berusaha di bidang perbenihan (memproduksi/mengedarkan) sebagai persyaratan untuk pendaftaran produsen pengedar benih di kabupaten/kota.

Pengawasan produksi yakni dengan sertifikasi benih. Proses pemberian sertifikat pada benih setelah melalui serangkaian pemeriksaan lapangan (fase vegetatif dan fase generatif) dan pengujian laboratorium.

Pengawasan pasca panen/produksi bila tidak dilaksanakan dengan baik tentu akan menurunkan kualitas benih. Pengecekan mutu benih yang ada di peredaran untuk mengetahui kelayakan benih untuk tetap dapat diedarkan. Pengujian ulang benih ialah memeriksa benih yang ada di peredaran yang mendekati masa kedaluwarsa untuk mengetahui kelayakan benih agar tetap dapat diedarkan. Inventarisasi produsen/

pengedar benih ialah penginventarisasi usaha yang bergerak di bidang perbenihan. Kegiatan *monitoring* stok dan peredaran ialah pencatatan dan penyaluran benih yang ada di produsen pengedar benih dan semua alur bisa dipantau melalui aplikasi SIN-TP.

Dengan demikian, dengan adanya pengawasan mulai dari fase pendahuluan (vegetatif), berbunga (generatif) dan pasca panen dengan memanfaatkan pengujian laboratorium dapat menekan keterlambatan persediaan bibit dan peningkatan produksi tanaman pangan di wilayah Provinsi Jawa Tengah

Fitur aplikasi SIN-TP inovasi teknologi yang pertama yaitu layanan umum. Layanan umum adalah pelayanan kepada produsen yang akan mengajukan sertifikasi *online* dan layanan pelaporan *inventory* benih register dan penyaluran padi untuk layanan sertifikasi.

Saat ini layanan pelaporan *inventory* benih sedang masa *maintanance* karena terjadinya beberapa perubahan kebijakan dari pusat maka terjadi perubahan pada aplikasi. Teknologi pelayanan yang digunakan adalah berbasis web. Keuntungan menggunakan teknologi web yakni dapat diakses menggunakan komputer/*smartphone* dan tidak perlu melakukan instalasi terlebih dahulu. Kendala yang dihadapi saat mengaplikasi aplikasi ini adalah pengawas kesulitan mengakses terutama untuk wilayah terpencil atau sulit mendapatkan sinyal.

Pada fitur layanan pelaporan inventori benih dan penyaluran benih. Sejak bulan Januari 2020 fitur ini sudah mulai dioperasikan, tetapi masih tahap penyempurnaan. Saat ini Kementerian pertanian menginstruksikan BPSB provinsi untuk melaporkan laporan stok benih setiap minggu secara kontinu. Jadi, fitur ini sudah siap beroperasi dengan baik akan mempermudah dalam menyajikan data mingguan.

Pada fitur notifikasi SIN-TP menggunakan layanan notifikasi *email* dan layanan notifikasi Whatsapp. Setiap produsen benih mempunyai email dan Whatsapp saat mendaftarkan sebagai produsen benih. Jadi, setiap produsen mempunyai *username* dan *password* yang berbeda. Permasalahan yang sering terjadi di lapangan adalah produsen benih mengganti *password* dan lupa mencatat *password* barunya kesulitan masuk akun. Namun, tidak perlu khawatir admin aplikasi SIN-TP siap membantu.

Pada fitur *monitoring stock* adalah bentuk inovasi teknologi yang digunakan untuk mengetahui atau memastikan ketersediaan stok benih yang tersebar di Jawa Barat. Gambaran umum ini disajikan dalam bentuk grafik yang meliputi stok benih pada setiap daerah, jenis komoditasnya, dan stok per/bulannya.

Aplikasi SIN-TP BPSB Provinsi Jawa Timur sudah terkoneksi dengan Sistem informasi Kementerian Pertanian. Sertifikasi benih dengan penerapan teknologi informasi untuk meningkatkan pelayanan dan kinerja laporan pengujian benih lebih efektif dan efisien dari segi waktu dan tenaga. Oleh karena pada musim bantuan benih dari pemerintah (uji mutu) dan awal masa musim tanam, pengambilan sampel untuk diperiksa di laboratorium sangat banyak. Jadi, aplikasi ini bisa membantu pekerjaan analisis membuat data lebih akurat saat uji mutu di laboratorium.

Aplikasi SIN-TP telah mendapatkan penghargaan 10 besar di wilayah pemerintahan Provinsi Jawa Tengah, serta akan mengikuti Lomba tingkat Nasional mohon dukungan semoga aplikasi ini dapat berkembang. BPSP Provinsi Jawa Tengah terus berinovasi untuk meningkatkan kepuasan pelanggan atau produsen/pengedar benih. Maju terus pertanian Indonesia.

Penerapan Teknologi Informasi Laboratorium PT Syngenta Seed Indonesia

Henty Ira Fajar (Laboratory Supervisor PT Syngenta Seed Indonesia)

Teknologi informasi dimanfaatkan untuk mempercepat proses, mengurangi kesalahan akibat *human error*, mengolah data, dan hasil analisis data dijadikan dasar pengambilan keputusan. Teknologi informasi dapat dimanfaatkan dalam semua sektor, termasuk sektor pertanian khususnya untuk meningkatkan pelayanan dan kinerja laboratorium pengujian benih.

PT Syngenta Seed Indonesia sebagai salah satu perusahaan penghasil benih unggul di Indonesia, memanfaatkan teknologi informasi untuk pengujian benihnya. PT Syngenta Seed Indonesia adalah perusahaan global dengan kantor pusat di Swiss dengan 26.000 lebih karyawan di lebih dari 100 negara yang bekerja untuk mentransformasi budidaya dan melindungi tanaman. Dengan mempercepat Inovasi dan berinvestasi untuk memajukan pertanian yang lebih berkelanjutan yang bisa memberikan nilai kebaikan untuk alam, petani, pelaku pasar, dan masyarakat, serta membantu petani menghadapi tantangan dunia yang berubah saat ini.

Petani harus beradaptasi dengan dampak perubahan iklim, daya saing produk pertanian yang masih rendah, hama penyakit, ketersediaan bibit, pupuk dan pestisida, rendahnya pengetahuan petani akan teknologi pangan, dan regenerasi petani. PT Syngenta Seed Indonesia berkontribusi nyata membantu permasalahan petani yaitu perbaikan tanah, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan menanggapi pandangan masyarakat tentang teknologi pangan dan pertanian, serta transparansi tentang kegiatan perusahaan dan dampaknya untuk lingkungan.

PT Syngenta seed Indonesia berlokasi di jalan Kraton industri Raya Nomor 4 di Pasuruan di kawasan PIR seperti itu dan perusahaan kami bergerak di bidang industri benih mulai dari proses di lapangan dan pascapanen *conditioning treatment* pengemasan dan distribusi ke pasar dalam negeri maupun ekspor. Unit Pengolahan Benih secara penuh sejak tahun 2011 di Pasuruan.

Dengan fasilitas riset dan pengembangan benih yang ditunjang oleh mesin pemrosesan benih terbaik, laboratorium yang lengkap dan terbesar di Asia Pasifik, Syngenta mampu menghasilkan benih jagung hibrida dengan kualitas terbaik pada setiap segmen pasar sesuai dengan kebutuhan petani untuk menjawab tantangan yang selalu berubah.

Berikut beberapa produk benih hibrida PT Syngenta Seed Indonesia:



Gambar 40. Benih jagung hibrida Syngenta

Gambar di atas merupakan produk syngenta, antara lain: (1) NK 22 yang produksi sejak 14 Februari 2003; (2) NK 7328 terkenal dengan NK Sumo yang produksi sejak 5 Desember 2014; (3) NK 6172 terkenal dengan NK Perkasa yang produksi sejak 16 Juni 2016; (4) NK 6232 disebut NK tangguh yang produksi sejak 10 Juni 2016; (5) NK 306 disebut NK Garuda yang produksi sejak 26 Maret 2021; (6) NK 007 disebut NK andalan yang produksi sejak 21 Desember 2018; (7) NK 017 disebut NK Hebat yang produksi sejak 21 Desember 2021; (8) NK 6501 disebut NK super yang produksi sejak 26 Agustus 2019; (9) NK

7202 disebut NK juara yang produksi sejak 26 Agustus 2019; (10 NK 8103 disebut Fantastis yang produksi sejak 09 April 2020. Selain hybrid yang sudah disebut di atas akan ada beberapa produk baru yang akan diluncurkan dalam waktu dekat.

Untuk mendapatkan benih yang unggul maka diperlukan penelitian yang lebih lanjut. Salah satunya dengan pengambilan sampel atau *sampling* benih, artinya suatu kegiatan pengambilan contoh benih secara random (acak), dengan memerhatikan persyaratan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, masing-masing kelompok memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih dan diambil contohnya dari suatu kelompok benih.

Pengambilan sampel (benih) dalam rangka sertifikasi menggunakan dasar acuan Kepmentan No. 993/HK/.150/C/05/2018, tentang Petunjuk Teknis Pengambilan Contoh Benih dan Pengajuan Analisis Mutu Benih Tanaman Pangan.

Pengambilan sampel merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari pengujian di Laboratorium. Untuk mendapatkan hasil pengujian benih yang akurat, tepat, dan terpercaya maka proses pengambilan benih pun harus diambil dengan yang tepat, yakni dengan penerapan teknologi informasi di Laboratorium.

Syngenta mengalami perkembangan teknologi informasi dari masa ke masa. Pada tahun 2011 mulai mengimplementasikan teknologi informasi di laboratorium, ketika itu masih menggunakan manual *record Sheet* atau kita menggunakan kertas lalu menginputnya ke program SAP (*System Application and Product*). Data yang di-*input* adalah hasil uji mutu laboratorium meliputi uji kadar air, daya berkecambah, kemurnian fisik, berat 1000 butir benih, vigor, dan lain-lain.

Alasan yang melatarbelakangi Syngenta mengembangkan *Lokal Project* yang diberi nama *MILS* yaitu *mobile integrated Laboratory* pada tahun 2015, antara lain: (1) mempertimbangkan akan adanya kesalahan yang terjadi karena data ditulis dua kali (kertas dan sistem/Excel); (2) penggunaan kertas yang tinggi disebut tidak ramah lingkungan; (3) manajemen rekaman *failing* membutuhkan pegawai tambahan. Keunggulan aplikasi ini ialah data *record* manual dipindahkan ke sistem otomatis dan mudah dioperasikan (*friendly user*); menerapkan program perusahaan *Green industry* dengan mengurangi penggunaan kertas; meningkatkan kinerja tim laboratorium; pengurangan kapasitas pegawai manajemen rekaman. Namun, masih ada kelemahan yakni data harus di-*record* manual/dipindahkan ke SAP.

Aplikasi MILS menyimpan data *general report* untuk *monitoring* ketercapaian (uji kadar air, daya berkecambah, kemurnian fisik, berat 1000 butir benih, vigor, *field emergence*, dan *GP grow out*). Pengamatan benih bisa dilihat secara langsung melalui tablet atau *smartphone* analisis sehingga bisa memantau setiap saat. Berdasarkan hasil pengamatan analisis bisa menyimpulkan kondisi sampel yang sebenarnya misalnya target waktu pertumbuhan, mengetahui bibit unggul atau yang bibit yang berpotensi gagal, dan lain-lain.

Syngenta terus melakukan inovasi pengembangan teknologi, selama lima tahun menggunakan aplikasi MILS maka terjadi pembaharuan dari *local project* menjadi *global project*, diberi nama *Fiori SAP*, aplikasi ini otomatis terintegrasi dengan SAP sudah dipakai oleh Syngenta secara global. Data yang diinput di Fiori SAP secara otomatis masuk di *SAP* pusat, jadi tingkat kesalahannya kecil. Data yang diinput meliputi kadar air, daya berkecambah, vigor, kemurnian fisik, berat 1000 butir benih, dan *field emergence*.

Pada tahun 2021 Syngenta meningkatkan kapasitas aplikasi *Fiori SAP (enhancement fiori)* dengan menambahkan satu modul yaitu untuk *genetik metode grow up tes*. Syngenta pun mengembangkan *local project* yakni Manajemen Sampel Laboratorium tujuannya pengelolaan sampel, pengujian sampel, hasil pengujian harus diatur atau dikendalikan untuk menghasilkan sampel yang variatif. Hal ini dikarenakan tingginya permintaan konsumen setiap tahun maka Syngenta harus selalu berinovasi untuk memenuhi pangsa pasar. Program *laboratory sampel manajemen* melakukan riset dalam pengendalian sampel yang variatif dan unggul.

Manajemen laboratorium sampel adalah salah satu usaha untuk mengelola sampel/rekayasa genetik di laboratorium. Untuk mewujudkan manajemen laboratorium yang baik maka pada tahun 2022 Syngenta memiliki program *automation, Innovation, dan digitalization* dalam pengembangan bibit unggul. Selain itu, Syngenta menargetkan program global yaitu *data Lake* atau *mart*. Program data lake adalah sebuah penyimpanan terpusat yang memungkinkan untuk menyimpan semua jenis data baik struktur ataupun tidak terstruktur pada skala besar atau kecil. Data lake bisa menyimpan data apa saja tanpa harus melakukan penyusunan data terlebih dahulu. Data lake memberikan visualisasi hasil pemrosesan *big data* dengan algoritma secara *real-time* dari masing-masing uji sampel.

Syngenta selalu memerhatikan hal-hal penting saat mendesain atau mengembangkan sebuah teknologi informasi di laboratorium. Pertama, desain dari teknologi informasi menggunakan prinsip kerja, analisis, dan pelaporan hasil uji yang sesuai dengan *ISTA rule*. Selanjutnya *test and trail* (tes dan uji coba) dalam pengembangan sebuah sistem pasti ada kesalahan dan akan ada perbaikan untuk penyempurnaan sistem.

Validasi terhadap sistem perlu dilakukan untuk memastikan sistem telah benar dan sesuai saat merekam dan menganalisis hasil uji. Saat memvalidasi harus muncul hipotesis untuk mengukur apakah sistem ini sudah berjalan baik atau belum. Misalnya muncul hipotesis “Apakah betul hasil uji kadar air dengan 2 ulangan rata-ratanya sesuai dengan perhitungan? Apakah perhitungan toleran toleransi antar uji atau replikasi daya perkecambahan itu juga sesuai dengan kaidah ISTA?”. Hal ini sangat penting untuk menekan angka kesalahan.

Manajemen laboratorium menunjuk personel yang mempunyai tugas, wewenang, dan tanggung jawab sebagai *key user* SAP sebaiknya kepala laboratorium memiliki hak penuh mengelola sistem, misalnya memberikan *username* dan *password* kepada analis tertentu, tetapi ada beberapa bagian yang harus dikunci, hal ini perlu dilakukan untuk mencegah kebocoran rahasia data/sampel.

SOP & *training* penting dilakukan saat sistem terintegrasi dari manual menjadi sistem informasi otomatis harus memperhitungkan atau mengidentifikasi risiko terkait dengan sistem utuh sehingga bisa segera menentukan mitigasinya. SOP untuk penggunaannya atau *any user* supaya jelas dalam proses kerjanya sesuai aturan berlaku saat menggunakan aplikasi yang baru. Penerapan *training* wajib dilakukan pada masa adaptasi dengan sistem yang baru untuk meminimalisir kesalahan.

Tahap implementasi, selalu *monitoring* secara kontinu karena *test & trail* tidak ditemukan masalah, tetapi setelah datanya sudah berkembang banyak hal yang harus dievaluasi dan diperbaiki. Hal yang harus diperhatikan tentang kesiapan tim laboratorium apakah sudah mampu dalam pengaplikasian teknologi tersebut, jangan sampai mengedepankan pengembangan sistem tetapi tidak memerhatikan kesiapan *user/pengguna* dalam mengimplementasikan teknologi baru.

Maintenance software/Hardware untuk mengecek performa kinerja sistem. Berdasarkan pengalaman saat masih menggunakan sistem manual yang bekerja sama dengan pihak ketiga, *maintenance* dilakukan secara rutin tiga bulan sekali dan melakukan *back up* data untuk membuat salinan data untuk mencegah data hilang/rusak. Namun karena sekarang sudah menggunakan aplikasi global maka *maintenance* dikelola tim Global. Saat proses *maintenance* proses peningkatan atau penyempurnaan sistem teknologi informasi terus dilakukan agar memudahkan analisis mengimplementasikannya di laboratorium

SAP & SAP Fiori

SAP (*System Application and Product in Data Processing*) adalah *software* atau program komputer untuk melakukan *Enterprise Resources Planning* (ERP), ERP adalah *tools* IT dan manajemen yang bisa membantu perusahaan merencanakan dan melakukan kegiatan operasionalnya secara terukur, efisien, dan efektif.

SAP secara teknis memiliki beberapa modul aplikasi yang mempunyai kemampuan untuk saling mendukung semua transaksi yang perlu dilakukan suatu perusahaan dan tiap aplikasi bekerja secara berkesinambungan antara yang satu dengan yang lain. Modul-modul aplikasi dalam SAP dapat bekerja secara terintegrasi satu dengan lain.

SAP FIORI adalah *user interface* yang diluncurkan oleh SAP. SAP Fiori menyediakan menyediakan akses simpel dan mudah yang digunakan bisa digunakan di *desktop* bisa di tablet maupun *smartphone*. SAP Fiori mudah dalam mengatur skalabilitas dan juga keamanannya, serta memiliki fleksibilitas yang tinggi. Dalam SAP Fiori banyak memiliki fitur atau *work center* dan setiap hasil pengujian mempunyai

menu tersendiri sehingga memudahkan analisis menginput atau mencari data ketika tiba-tiba membutuhkannya. Berikut gambaran laboratorium Syngenta:



Gambar 41. Laboratorium Syngenta

Alur pengujian benih di laboratorium Syngenta:

1. Mulai dari penerimaan sampel di laboratorium, lalu proses pengecekan sampel di SAP karena setiap analisis melakukan uji sampel di sistem SAP akan merekamnya.
2. Setelah *printing* informasi sampel terbit maka *print* yang diajukan akan ditempel pada masing-masing sampel.
3. Mempersiapkan contoh kerja lalu akan dikirim di masing-masing *work center* untuk diuji pada masing-masing ruang uji.



Gambar 42. Sampel yang sedang diuji

4. Setelah itu membuat *work order* untuk masing-masing pengujian.
5. Proses tanam *sticking barcode* di *printing* sampel.



Gambar 43. Proses tanam *sticking barcode* di *printing* sampel

6. Tahap evaluasi cukup *scan* saja, akan keluar sesuai dengan replikasi *sample*.
7. Analisis menginput datanya, untuk mengetahui kadar air, *pre chill test/vigor*.
8. Benih ditanam dan ditaruh *barcode*-nya di masing-masing ulangan.



Gambar 44. Benih yang ditanam dan ditaruh *barcode*-nya

9. Pengujian di lapangan atau *field emergency*



Gambar 45. *Field emergency*

10. Untuk proses evaluasinya, masukkan datanya ke SAP Fiori.
11. Untuk tahap validasi bisa di *desktop* karena pada tahap validasi, data sudah tidak ada lagi SAP Fiori otomatis terintegrasi SAP.
12. Terakhir verifikasi hasil uji di SAP.

Jadi, dapat disimpulkan penerapan teknologi informasi di laboratorium Syngenta Seed Indonesia mengalami peningkatan. Mulai penggunaan manual *record Sheet*, lalu dipindahkan ke aplikasi SAP lalu penerapan sistem SAP Fiori yang memudahkan dalam penginputan data sampel yang meliputi kadar air, daya kecambah, vigor, kemurnian fisik, berat 1000 butir benih, dan *field emergence*. Selain memerhatikan hasil pengujian sampel laboratorium Syngenta menerapkan SOP dalam proses pengambilan agar tetap terjaga ketepatan dan keakuratan benih. Diharapkan Syngenta dapat membantu petani Indonesia agar lebih sejahtera dengan menggunakan produk bibit unggul dari Syngenta Seed Indonesia.

Penerapan dan Tantangan Teknologi Informasi untuk Peningkatan Laboratorium Pengujian

Ardiyan Yuliany - (*Quality Assurance Manager* PT Benih Citra Asia)

Benih merupakan salah satu komponen penting dalam usaha budidaya tanaman pangan atau hortikultura. Ketersediaan benih unggul sangat penting karena benih menentukan potensi hasil yang akan diperoleh dalam produksi pangan. Mengingat pentingnya peranan benih maka diperlukan upaya untuk meningkatkan produksi serta memperbaiki mutu dan distribusi. Potensi usaha perbenihan di Indonesia masih sangat menjanjikan karena kebutuhan benih yang terus meningkat seiring dengan meningkatnya pendapatan masyarakat.

PT Benih Citra Asia adalah perusahaan industri benih tanaman pangan dan hortikultura. Perusahaan ini adalah hasil pemuliaan tanaman atau *Plant Breeding* yakni seluruh inovasi buatan anak negeri sebagai bentuk cinta dan bakti kepada Indonesia. Perusahaan ini dikenal merek dagangnya *Bintang Asia*.

PT Benih Citra Asia beralamat di Jalan Akmaludin Nomor 26 Jember Jatim. Sejak tahun 2009 sudah mendapatkan sertifikat manajemen mutu ISO 9001:2015 dari LSSMBTPH dan sampai sekarang tetap berkomitmen untuk menerapkan ISO 9001:2015 dengan harapan ke depannya dapat mengajukan akreditasi laboratorium untuk mendapatkan nilai akreditasi yang lebih baik lagi.

Kantor pusat Jember fokus pada kegiatan *Seed operation* (*stock seed, PRD, Plant, QA, dan HR&IT*, serta *FNC*). Sementara untuk riset berpusat di kantor Majenang Cilacap Jawa Tengah. Tim peneliti PT BCA terus bekerja keras dalam meneliti dan mengembangkan varietas-

varietas baru yang lebih unggul, produksi tinggi, umur genjah, tahan hama penyakit serta virus, tahan cuaca ekstrem, tahan dalam perjalanan jauh, dan kemudahan dalam budidayanya.

Varietas Bintang Asia telah mendapatkan Keputusan Menteri Pertanian dan dilindungi Undang-Undang Perlindungan Varietas Tanaman, baik logo, merek, nama produk, dan desain kemasan telah mendapatkan HaKI yang sudah dipatenkan di Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia.

Bintang Asia memproduksi tanaman pangan seperti padi dan jagung, juga menghasilkan komoditas tanaman hortikultura, seperti tomat, wortel, terong, melon cabe, semangka, tanaman sayuran sawi, pakcoy, seledri, selada, mentimun, dan lain-lain. Untuk memastikan bahwa benih yang dipasarkan berkualitas dan memenuhi jaminan mutu terbaik maka produk Bintang Asia diproduksi dan diproses melalui sertifikasi dengan pengawasan ketat dari *Field Quality* dan *Plant Quality* serta telah lulus uji mutu benih baik di laboratorium dan di lapangan.

Proses sertifikasi sudah sesuai dengan Kepmenpan No. 966/TP.010/C/04/2022 dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dalam SMM SNI ISO/IEC 9001:2015 mengenai penerapan pada industri perbenihan dan tanaman pangan serta hortikultura. Setiap perusahaan wajib mendokumentasikan semua kegiatan mulai dari sertifikasi lapang, sertifikasi gudang, sampai sertifikasi laboratorium. Untuk menunjang sertifikasi ini maka PT BCA menerapkan teknologi informasi di laboratorium.

Proses pengajuan sertifikasi sudah sesuai dengan SOP, perhatikan alur pengujian mutu benih di Laboratorium PT BCA:



Gambar 46. Alur pengujian mutu benih di Laboratorium PT BCA

Alur pengujian umum yang dilakukan di laboratorium PT BCA itu mulai dari: (1) permohonan PCB; (2) pengambilan sampel PCB; (3) penomoran uji laboratorium; (4) pembagian benih sampel; (5) pengujian komponen fisik; (6) pengujian kadar air hujan; (7) pengujian vigor; (8) pengujian daya berkecambah; (9) peng-*input* kartu pengujian; (10) data sertifikasi lapang; (11) data sertifikasi gudang; (12) pelaporan hasil pengujian (LHP) dikolaborasi dengan data sertifikasi lapang mencakup sejarah lahan dan kondisi tanah; (13) sertifikasi gudang, mengawasi kondisi gudang saat penyimpanan hasil panen; (14) hasil analisis masuk pelaporan hasil pengujian, sebagai keputusan kelayakan sertifikasi benih unggul; dan (14) penerbitan sertifikat benih unggul.

Data-data atau dokumen yang sudah terkumpul mulai permohonan PCB dengan pengemasan sudah dijaga dengan baik. Batas penyimpanan dokumen sampai 2 tahun, tetapi informasinya di-*back up* saat *maintenance* agar tetap terjaga. Hal ini dilakukan agar memudahkan saat telusur data bila dikemudian hari ada kendala/masalah.

Sejak tahun 2015 PT BCA sudah mengembangkan sistem informasi manajemen BCA atau disingkat *SIM-BCA*. Aplikasi *SIM-BCA* adalah pemusatan data mutu benih yang berbasis pada web dan Android yang bisa dioperasikan dari *smartphone* atau tablet saat penginputan dan pemeriksaan sertifikasi.

Subsistem informasi manajemen yang dikembangkan juga oleh PT BCA yakni: *SIM-CORD*, *SIM-PADI*, *SIM-HORT*, *SIM-FNC*, *SIM-HRD*, dan *Sales & Order BCA*. Keenam subsistem informasi tersebut terintegrasi pada *SIM-BCA*, semua datanya tersimpan dengan baik di *SIM-BCA*. Masing-masing subsistem memiliki fungsinya masing-masing, antara lain:

- *SIM-CORN* dikembangkan khusus untuk mendata benih jagung, mulai dari sertifikasi lapang dan sertifikasi gudang.
- *SIM-PADI* dikembangkan untuk mendata benih tanaman padi, mulai dari sertifikasi lapang dan sertifikasi gudangnya,
- *SIM-HORTI* dikembangkan untuk mendata benih hortikultura, mulai sertifikasi lapangan, sertifikasi gudang, dan berintegrasi ke *SIM-BCA*.

Prinsip Sistem Informasi Manajemen

PT BCA menerapkan prinsip dalam pengembangan sistem informasi manajemen menjadi sumber *database* utama yang mudah untuk diakses artinya mudah diakses itu harus sesuai dengan otoritasnya. Tidak semua personil bisa mengakses sistem. Setiap personil memiliki *username* dan *password* dan memiliki otoritas faktorisasinya.

Prinsip yang kedua sistem yang dikembangkan tidak hanya sekadar input data belaka, tetapi harus mampu memproses data. Artinya setiap *database* yang diinput pada sistem akan ada proses (pengolahan data) yang sebelumnya sudah diprogram/di-*setting* sehingga hasilnya akan keluar secara otomatis. Pada proses *output* akan terbit hasil pengolahan datanya sehingga pengawas atau pihak yang berwenang bisa mengambil keputusan apakah pengujian sampel dinyatakan lulus atau gagal.

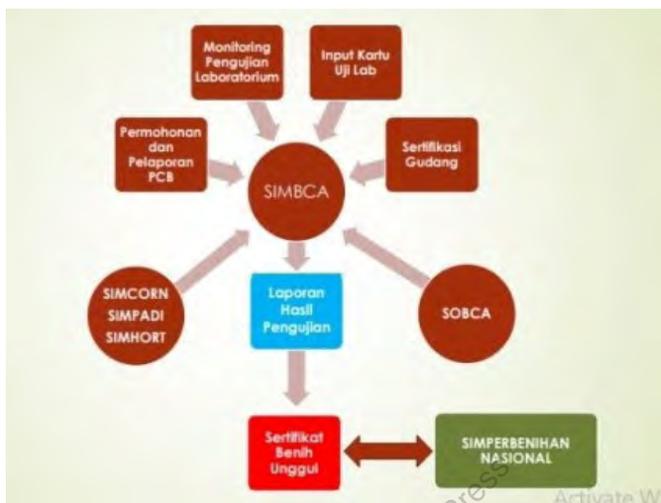
Prinsip ketiga dalam mengembangkan sistem informasi harus aplikatif dan *easy to use*. PT BCA berusaha mengembangkan sistem yang aplikatif atau mudah dioperasikan oleh semua pihak. Tujuan pembuatan sistem adalah mempermudah pekerjaan bukan mempersulit karena bila aplikasi sulit diimplementasikan maka aplikasi tersebut dinyatakan gagal walaupun sudah melaksanakan *training*/sosialisasi. Hal ini yang menjadi dasar PT BCA mengembangkan aplikasi SIM-BCA yang relatif mudah dioperasikan.

Permasalahan tak hanya terletak pada sistemnya, tetapi faktor pendukungnya, misalnya kendala sinyal. Permasalahan ini sering ditemukan di lapangan, di mana saat personil melakukan pengawasan ke lapangan dan kesulitan saat menginput data di sistem. Hal ini menjadikan bahan evaluasi untuk tim IT mengatasi hal tersebut. Salah satu solusi yang ditawarkan ialah saat kesulitan mendapatkan sinyalnya

saat di lapangan maka petugas harus mem-*back up* dulu data ke *database gadget*. Setelah mendapatkan sinyal data tersebut langsung di-*input* di sistem.

Prinsip yang keempat dalam mengembangkan sistem informasi adalah *multirole* (multi peran), artinya setiap subsistem yang dikembangkan harus saling terintegrasi antara sistem yang satu dengan sistem yang lain. Misalnya data dari SIM BCA atau SIMCORN harus terintegrasi dengan SIM-HRD di mana saat pengawas melakukan pengawasan/pemeriksaan ke lapangan maka kegiatan tersebut dianggap presensi/absensi walaupun pengawas tersebut tidak melakukan absensi ke kantor.

Prinsip yang kelima *secure dan storage*. Tidak bisa kita pungkiri saat ini perkembangan teknologi berkembang pesat. Teknologi sebagai dua sisi mata pisau, artinya bila digunakan dengan baik maka akan memberikan dampak positif sebaliknya bila disalahgunakan maka akan menimbulkan masalah/kerugian. Semakin tinggi tingkat akselerasinya maka sistem/aplikasi tersebut harus diperhatikan kekuatan keamanan. Hal ini penting untuk mencegah pencurian data oleh oknum (*hacker*) yang tidak bertanggung jawab.



Gambar 47. Kinerja sistem SIM-BCA

Gambar di atas ialah alur sistem kinerja SIM-BCA. SIM-BCA sebagai sumber *database* hasil integrasi dari beberapa subsistem. *Database* yang terkumpul mulai dari permohonan dan pelaporan PCB, *monitoring* pengujian laboratorium, penginputan Kartu Ujian Lab, sertifikasi gudang itu dikolaborasikan dengan SO-BCA yang sinkron dengan SIMPADI, SIMCORN, dan SIMHORT.

Berdasarkan laporan hasil pengujian laboratorium maka aplikasi SIM-BCA akan menerbitkan sertifikat benih unggul. Pada sertifikat benih unggul harus kolaborasi juga dengan SIM-PERBENIHAN NASIONAL yang ada artinya data yang SIM PERBENIHAN NASIONAL harus sinkron dengan SIM-BCA, tidak boleh data/informasi yang terdapat di dalam sertifikat yang dikeluarkan oleh SIM-BCA berbeda dengan SIM-PERBENIHAN NASIONAL.

Tim IT SIM-BCA selalu menyinkronkan data secara kontinu dengan menerapkan QR-CODE SIM PERBENIHAN NASIONAL untuk meminimalisir kesalahan pada saat proses sertifikasi benih.

Kementerian Pertanian memberikan peranan yang besar terkait sinkronisasi antara aplikasi SIM PERBENIHAN NASIONAL dengan SIM-BCA, meskipun ada hambatan di awalnya penerapan, tetapi semua bisa teratasi dengan dukungan dari semua pihak.

Pihak-pihak berkepentingan di manajemen laboratorium PT BCA antara lain manajer mutu, koordinator Lab/kepala laboratorium, *seed admin*, *seed received*, analis sampel, *takers receiver*, dan *sample taker*. Selain itu, terjadi kolaborasi dengan *divisi plan*, *divisi produksi*, *divisi marketing*, dan *divisi Finance*.

PT BCA itu tidak memberikan layanan di luar divisi yang sudah disebutkan, alasannya karena saat ini laboratorium PT BCA belum akreditasi KAN. Pelayanan masih terbatas khusus untuk *divisi plan*, *divisi produksi*, *divisi marketing*, dan *divisi Finance*.

Tugas utama *divisi marketing* kaitannya dengan SIM BCA, yakni saat mengatasi keluhan dari pelanggan. Keluhan pelanggan disampaikan melalui SOBCA. Dengan cara, si pelanggan memberikan nomor lot-nya, memfoto nomor lot-nya, kemudian memfotokan kondisi barang yang dianggap bermasalah. Selanjutnya akan dilaporkan ke laboratorium untuk ditindaklanjuti dengan melakukan uji ulang berdasarkan arsip packing, arsip *scan*. Setelah hasilnya keluar dari laboratorium akan disampaikan kembali oleh *Customer Service* kepada pelanggan.

Tujuan pembentukan divisi marketing pada aplikasi SIM-BCA yakni untuk mempercepat proses penanganan keluhan pelanggan. Oleh karena zaman dulu proses penanganan keluhan pelanggan cukup relatif lama karena harus mengirimkan dulu surat pengaduan keluhan.

Pihak-pihak yang berkepentingan dalam menerapkan teknologi informasi itu lebih berfungsi, jadi teknologi informasi itu untuk Manajer mutu laboratorium. Dengan aplikasi SIMBCA membantu pemantauan proses pengujian di laboratorium, membuat rekapan laporan hasil pengujian, penerbitan sertifikat benih unggul.

Sertifikat bibit unggul diintegrasikan dengan sertifikasi lapangan dan sertifikasi gudang. Tujuannya mengetahui masa penyimpanan terhadap masa edar, kondisi gudang terhadap kualitas benih. Manfaat adanya sistem ini manajer mutu benih mampu meng-*judge power planning*, artinya mampu memprediksikan stok benih untuk tahun depan. Untuk bisa memprediksi/merencanakan kebutuhan stok berdasarkan data dari tahun lalu dan tahun sekarang. Selain memprediksi stok benih, manajer mutu harus memperkirakan jumlah *seed analyst*/penguji laboratorium yang dibutuhkan.

Manajer mutu pun bisa memprediksikan terkait kondisi stok benih dengan keadaan Sarpras (sarana-prasarana). Bila kondisi Sarpras tidak memungkinkan untuk menyimpan stok karena *over capacity* bisa segera melakukan *problem solving* atau menemukan solusi secepatnya.

Fungsi teknologi informasi ini untuk koordinator laboratorium ialah untuk persiapan bahan dan stok media uji; *monitoring* pengujian; pembagian tugas kerja pengujian. Kepala Lab setiap pagi sudah mem-*briefing* dalam pembagian kartu uji kepada *seed analyst*, kemudian koordinator Lab atau kepala Lab juga melakukan otorisasi kartu uji. Diperlukan otorisasi koordinator Lab untuk mengecek data hasil uji.

Fungsi teknologi untuk *Seed analyst* bisa mengetahui waktu pengujian; dan meng-input hasil uji melalui web dan Android. Untuk *sampel taker* dengan adanya teknologi informasi ini bisa langsung dapat permohonan PCB dari pihak PLN. Dengan adanya nomor urut uji lab otomatis langsung dapat nomor uji lab.

Manfaat teknologi informasi untuk *seed receiver* yaitu dapat penomoran nomor pada kartu uji dan juga pada *barcode* di kantong sampelnya. Untuk *seed admin* membantu meng-input data mutu benih; *monitoring* PCB; *monitoring* kartu uji; pelaporan hasil kepada pelanggan/produsen benih.

Manfaat teknologi informasi pada divisi *plan* membantu saat permohonan sertifikasi gudang saat pascapanen atau saat pengemasan benih; menjadi informasi *stock* barang dan informasi mutu benih. Berdasarkan data di sistem, *divisi plan* bisa mengetahui stok benih yang ada di gudang tanpa harus datang langsung ke gudang.

Manfaat teknologi informasi untuk divisi produksi untuk permohonan sertifikasi secara *online*. Mulai pengajuan permohonan, input dokumen persyaratan, rencana pemantauan/pengambilan sampel ke lapangnya dan hasil uji mutu. Keputusan lulus sertifikasi dan sertifikat sertifikasi sudah otomatis masuk ke akun pemohon.

Setelah pemohon dinyatakan lulus sertifikasi maka akan diintegrasikan dengan *Divisi Finance* dan diarahkan melakukan pembayaran sertifikasi. Pembayaran biaya pemeriksaan lapangan dilakukan setelah lulus verifikasi berkas permohonan sertifikasi, sedangkan pembayaran biaya pengujian laboratorium dilakukan saat mengajukan permohonan pengambilan sampel.

Proses permohonan pengambilan contoh benih merupakan tahapan dan penting dalam satu rangkaian pemeriksaan mutu benih dari mulai mendapatkan sampel yang mewakili dari IoT benih sampai dengan pengiriman benih.



Gambar 48. Alur pengambilan benih

Langkah pertama pengecekan kesesuaian identitas dan status sertifikasi lapang; kedua, penginputan IoT untuk *print* permohonan PCB melalui SIM-BCA; ketiga, *print* permohonan PCB; keempat, proses PCB dengan berpedoman pada ketentuan standar fisik dan kadar air; kelima, penginputan pelaporan PCB; dan keenam, pembuatan kartu uji secara otomatis. Bagaimanapun akuratnya hasil pengujian di laboratorium itu hanyalah gambaran kualitas dari sampel yang dikerjakan oleh analis.

Pada proses penginputan data hasil pengujian kadar air, kemurnian, dan daya kecambah pada aplikasi SIM-BCA:



Gambar 49. *Input* hasil pengujian laboratorium

Pada proses peng-*input*-an data hasil uji ke SIM-BCA maka akan terintegrasi ke SIM-PADI, SIM-CORN, dan SIM-HORT.

Manfaat Penerapan Teknologi Informasi di Laboratorium PT BCA:

- Akses datanya cepat dan valid karena mengacu pada satu *database*, sebelum divalidasi data tersebut sudah diotomatisasi sehingga kecil terjadi kesalahan.
- Percepatan *input* data (mengurangi peran/beban kerja *seed admin*) bisa melakukan *input* data secara langsung di aplikasi.
- Mengurangi *motion* (tatap muka) antara petugas dengan pemohon.
- Mempermudah otorisasi penyedia secara dokumen, artinya penyelia bisa memantau data yang sudah di-*input* dengan kartu uji yang diterbitkan.

- Pusat data sebagai acuan penerbitan sertifikat benih unggul. Ini hal yang paling penting dalam pengajuan sertifikasi benih. Saat masih menerapkan sistem manual, si pemohon bisa menunggu seharian untuk menyinkronkan antara sertifikasi lapang, sertifikasi gudang, dan laporan PCB. Namun, sekarang lebih efisien setelah dinyatakan lulus sertifikasi bisa mengetahui masa edar benih tersebut.
- Percepatan penanganan atas keluhan pelanggan. Divisi marketing dengan cepat dan tanggap melayani keluhan pelanggan dan segera ditindaklanjuti.
- Dasar pengembangan SDM, dengan penerapan teknologi informasi kepala laboratorium bisa memantau kompetensi analis selama rentang waktu yang ditentukan dan mengetahui keunggulan dan kelemahan saat menganalisis. Oleh karena itu, dijadikan acuan untuk mengadakan pelatihan/*training* pegawai.
- *Database* pemantauan dan pengukuran pada ICO 2001-2015, ada klausul pemantauan dan pengukuran bisa efisien mengukur areal yang ditelusuri, areal yang gagal uji, dan lain-lain. Tidak perlu lagi menyinkronkan beberapa excel cukup tarik data langsung terlihat hasil kelulusan sertifikasinya.
- Data presensi kepegawaian. Bagi tim yang bekerja di lapangan, terutama bila meninjau area yang jauh dari fitur ini sangat bermanfaat karena dianggap presensi kerja. Tim tidak perlu datang ke kantor hanya untuk absen. HRD sudah bisa memantau kegiatan pegawai dari laporan yang di-*input* di aplikasi.

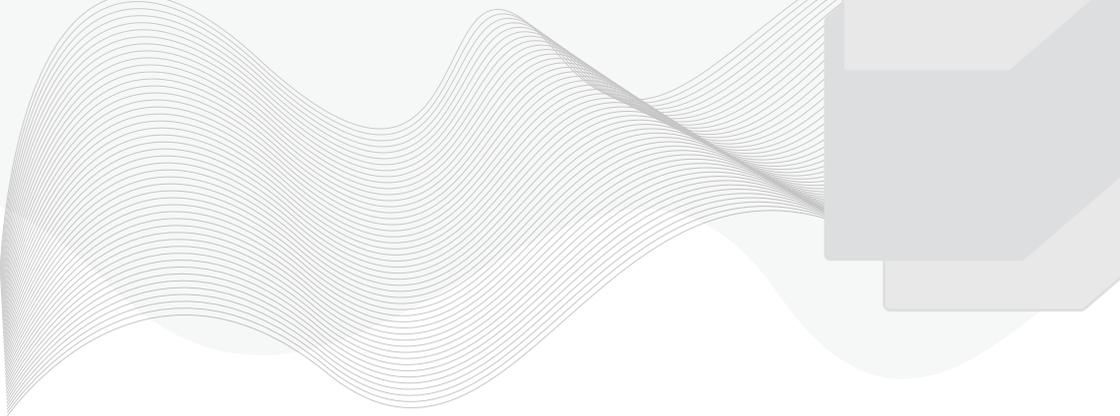
SIM-BCA memiliki banyak kelebihan dan keunggulan, tetapi dalam penerapannya di lapangan PT BCA menghadapi tantangan dan arah pengembangan Teknologi Informasi. Tantangan yang pertama adalah

paperless (mengurangi penggunaan kertas). Isu kerusakan hutan akibat produksi kertas yang berlebihan menjadi perhatian PT BCA, tetapi dalam kenyataannya dalam proses penerapan teknologi tetap harus menggunakan kertas. Penerapan teknologi harus disertai alat pendukung seperti *gadget*, tapi semua pemohon memiliki *gadget* yang mendukung sehingga penggunaan kertas masih dilakukan sampai sekarang.

Tantangan kedua adalah *Cloud storage*, *cloud storage* adalah media penyimpanan *file* berbasis *online/digital* yang mengandalkan akses internet untuk mengakses data. Oleh karena PT BCA terletak di kota kecil sehingga terjadi gangguan *server (down)*. Kemudian *e-Sign* atau tanda tangan elektronik ya karena selama ini pengguna sudah diberikan *username* dan *password*, tetapi tidak banyak yang memanfaatkannya. Oleh karena itu, tim IT akan mengembangkan tanda tangan elektronik untuk syarat pengajuan dokumen.

Saat ini tim IT sedang melakukan pengembangannya *secure* (keamanan) untuk melindungi data dari virus atau *hacker*. Terkait pemeliharaan *hardware*, *software*, dan jaringan selalu dilakukan secara berkala. Pada perangkat lunak PT BCA memilih aplikasi yang terlisensi untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Termasuk pemeliharaan jaringan internet dan kabel.

Tantangan pemutakhiran data secara kontinu, artinya bukan pemutakhiran *database* yang selama ini di-*input* oleh analis, tetapi pemutakhiran standar-standar dalam sertifikasi acuan/kebijakan yang dikeluarkan oleh Kepmenpan tanpa mengubah *database* sebelumnya.



BAB 3. **Pemanfaatan Teknologi dalam Pengamatan OPT**

Pemajaran Narasumber Webinar Penerapan Teknologi
Informasi pada Laboratorium Pengujian Mutu Benih
Episode 205

Teknologi digital pada sektor pertanian saat ini mulai berkembang pesat. Teknologi digital pertanian didefinisikan sebagai penerapan teknologi informasi dan komunikasi baik melalui gawai jaringan, jasa, maupun aplikasi. Tentu saja penggunaannya membantu para pelaku sektor pertanian dalam mengambil keputusan dan memanfaatkan sumber daya.

Dalam arti luas teknologi pertanian ini juga mencakup aspek budidaya sampai dengan pemasarannya. Salah satu faktor pembatas dalam budidaya tanaman adalah keberadaan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Sementara pengelolaan OPT yang tepat dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan.

Agroekosistem yang bersifat dinamis mengharuskan pelaku tani mengetahui perkembangan kondisi tanaman dan perkembangan OPT-nya. Secara kontinu, harus melaksanakan pengamatan rutin sebagai salah satu prinsip pengelolaan OPT. Perkembangan teknologi yang muncul saat ini merupakan inovasi-inovasi dalam pengamatan OPT, salah satunya yaitu penginderaan jauh atau *remote sensing*.

Si-PERDITAN: Sistem Informasi Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian

Muhammad Subchi - (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian –
Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian)

Sektor pertanian merupakan sektor yang paling berdampak akibat perubahan iklim, baik banjir atau kekeringan. Beberapa tahun terakhir terjadi perubahan musim, tentu saja perubahan musim mengganggu pola tanam dan berpengaruh terhadap produktivitas hasil pangan. Oleh karena itu, diperlukan upaya antisipasi, adaptasi, dan mitigasi oleh semua yang terkait.

Kementerian Pertanian melalui Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (Pusdatin) bekerja sama dengan BMKG, LAPAN, Kemen LHK, dan Kemen PUPR telah mengembangkan sebuah Sistem Informasi Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim Sektor Pertanian (Si-PERDITAN).

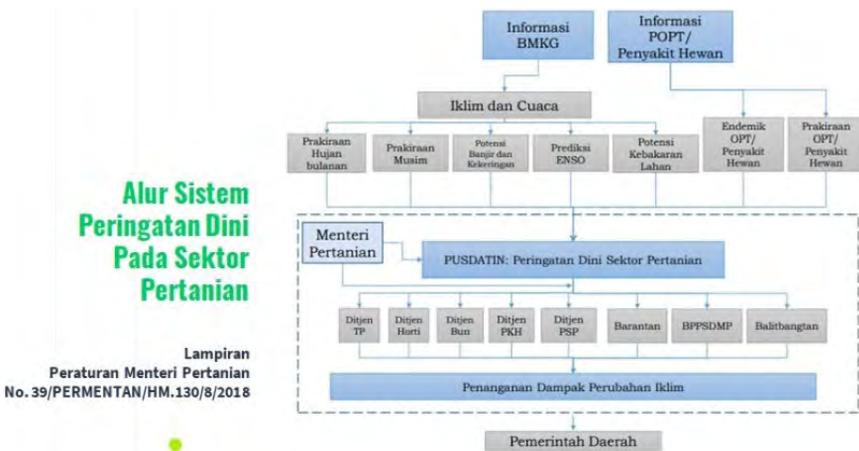
Si-PERDITAN yaitu sistem mengenai informasi peringatan dini dan penanganan dampak perubahan iklim pada sektor pertanian. Sesuai dengan UU RI No. 19 Tahun 2013 tentang perlindungan dan

pemberdayaan petani, dan turunannya Peraturan Menteri Pertanian No. 39 tahun 2018 tentang sistem peringatan dini dan penanganan dampak perubahan iklim pada sektor pertanian.

Pada undang-undang No. 19 tahun 2013 tepatnya pasal 34, 35, dan 36 menjelaskan pemerintah dan pemerintah desa sesuai dengan kewenangannya ini harus membangun sistem peringatan dini dan penanganan dampak perubahan iklim. Hal utama pada pasal 35 ialah ramalan serangan OPT dan upaya penanganannya terhadap hasil prakiraan iklim. Selain itu, pada pasal 36 mengenai sistem peringatan dini dan penanganannya diatur dalam Permentan.

Peraturan Permentan No. 39 Tahun 2018 pada pasal 7 menjelaskan informasi yang dimaksud ini ada: (1) prediksi ENSO; (2) prakiraan musim; (3) prakiraan hujan bulanan; (4) potensi banjir dan kekeringan; (5) potensi kebakaran lahan; (6) daerah rawan kebakaran lahan; (7) endemik OPT; (8) prakiraan serangan OPT dan (9) Peta penyakit hewan. Pada pasal 7 poin keempat, informasi ini dikelola oleh Pusdatin.

Berikut alur penerapan sistem peringatan dini pada sektor pertanian sesuai Peraturan Menteri Pertanian No. 39/PERMENTAN/HM.130/8/2018:



Gambar 50. Alur sistem peringatan dini pada sektor pertanian

Informasi dari BMKG fokus memantau iklim dan cuaca, meliputi: prakiraan hujan bulanan; prakiraan musim; potensi banjir dan kekeringan; prediksi ENSO (*El Nino Southern Oscillation*); dan potensi kebakaran lahan. Selanjutnya informasi POPT/ Penyakit hewan, meliputi: informasi daerah endemik OPT/ penyakit hewan; dan prakiraan OPT/ penyakit hewan.

Kementerian Pertanian menugaskan Pusdatin untuk menyiapkan “*Sistem Peringatan dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim Sektor Pertanian*”. Berdasarkan informasi dari Pusdatin akan disampaikan ke Kementerian Pertanian, kemudian akan disampaikan ke Direktorat TP, Direktorat Horti, Direktorat Bun, Direktorat PKH, Direktorat PSP, Barantan, BPPSDMP, dan Balitbangtan. Selanjut akan diturunkan kepada pemerintah daerah untuk segera dilakukan penanganan dampak perubahan iklim.

Aplikasi Si-PERDITAN singkatan dari Sistem informasi Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim pada sektor pertanian. Masyarakat atau pelaku tani bisa mengaksesnya pada laman

website sipetani.pertanian.go.id/siperditan. Aplikasi Si-PERDITAN menyediakan fitur-fitur mengenai: (1) Cuaca, tentang peta rerata curah hujan, suhu, arah, dan kecepatan angin; (2) Prediksi El Nino dan La Nina, tentang prediksi El Nino dan La Nina di wilayah Indonesia; (3) Prediksi iklim, tentang prakiraan curah hujan 6 (enam) hari ke depan dan bulanan; (4) Kebakaran, tentang informasi *hotspot* di wilayah Indonesia; (5) OPT dan hewan tentang informasi peta sebaran endemis OPT tanaman pangan, prakiraan OPT tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan penyakit hewan; (6) Peta Interaktif, tentang peta prakiraan curah hujan, sebaran OPT & penyakit hewan, peta layanan sawah, dan tinggi muka air waduk/bendungan; dan (7) Ruang untuk konsultasi, merupakan ruang konsultasi via *live chat* tentang sistem informasi Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim.

Berikut grafik kejadian EL Nino dan La Nina periode tahun 2015 sampai 2022 di wilayah Indonesia:



Gambar 51. Grafik El Nino dan La Nina di wilayah Indonesia

Gambar di atas adalah grafik prediksi El Nino dan La Nina di wilayah Indonesia yang dikutip dari NOAA. Aplikasi Si-PERDITAN otomatis memperbarui grafik setiap minggu. Nilai SST Anomali (°C) pada bulan

Januari 2015 sampai September 2021 merupakan data pengamatan di El Nino 3.4, sedangkan nilai SST Anomali (°C) pada bulan Januari 2021 sampai September 2022 merupakan hasil prediksi dari beberapa sumber di IRI (Rerata hasil dari model Dinamik dan Statistik).

Berdasarkan grafik di atas diprediksi sampai bulan Juni El Nino melemah dan masuk fase ke normal. Data kejadian ENSO (*El Nino-Southern Oscillation*) dan prediksinya selalu diperbaharui setiap bulan.

Informasi mengenai Prakiraan Musim diperbaharui dua kali pada musim hujan dan musim kemarau. Informasi ini diperoleh dari BMKG.



Gambar 52. Prakiraan musim

Pengembang aplikasi untuk informasi Prakiraan musim bisa diakses melalui *web map service*. Prakiraan musim ini informasi mengenai: (1) prakiraan datangnya musim hujan/kemarau; (2) puncak musim hujan/kemarau; dan (3) sifat musim hujan/kemarau. Informasi terbaru

harus selalu dipantau karena saat ini iklim sulit diprediksi bila hanya mengandalkan pola musim. Hal ini akibat efek rumah kaca, pemanasan global, dan kerusakan lapisan ozon.

Lapisan ozon (O_3) terletak di stratosfer dan berfungsi melindungi bumi dari radiasi ultraviolet B (UV-B) matahari. Jika ozon rusak maka bumi akan mudah terpapar radiasi sinar UV-B. Radiasi UV-B berbahaya karena dapat merusak susunan DNA manusia, bahkan dapat menyebabkan kanker kulit dan katarak mata. UV-B juga berbahaya bagi makhluk hidup karena berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem.

Efek rumah kaca (*Greenhouse effect*) adalah keadaan ketika panas matahari terperangkap di atmosfer (lapisan troposfer), hal ini menyebabkan permukaan bumi menjadi lebih hangat. Fenomena ini disebabkan oleh gas rumah kaca yang berlebihan. Gas rumah kaca adalah gas di atmosfer yang menyerap dan memantulkan radiasi matahari. Aktivitas manusia yang menghasilkan *chlorofluorocarbon* (CFC) berlebihan menyebabkan ozon rusak dan terjadi perubahan iklim.

Pemanasan global yang terjadi lapisan troposfer bumi menyebabkan kerusakan lapisan ozon makin parah. Hal ini dikarenakan semakin sedikit panas dilepaskan ke troposfer sehingga stratosfer menjadi lebih dingin. Semakin rendah suhu pada stratosfer maka semakin besar kerusakan pada lapisan ozon. Dampak lain yang ditimbulkan karena rusak ozon ialah perubahan pola cuaca karena di daerah dengan lintang bumi yang lebih tinggi. Informasi Prakiraan curah hujan diperoleh informasi dari BMKG.



Gambar 53. Informasi prakiraan hujan

Informasi prakiraan pada *web* BMKG hanya menampilkan prediksi hanya sampai tiga bulan ke depan, tetapi Pusdatin menampilkan informasi prakiraan hujan sampai enam bulan ke depan dengan izin dan pengawasan BMKG. Untuk keperluan pertanian informasi prakiraan hujan selalu diperbaharui setiap bulan berdasarkan informasi terbaru dari BMKG, tujuannya agar informasi lebih akurat dan menghindari kerugian akibat perubahan iklim yang terlambat diprediksi.

Curah hujan adalah satuan yang menggambarkan besarnya endapan dalam bentuk padat/cair hasil proses kondensasi uap air yang jatuh ke permukaan bumi. Informasi *monitoring* curah hujan yang diperoleh dari LAPAN.

Monitoring Curah Hujan



Gambar 54. *Monitoring* curah hujan

Informasi curah hujan dari LAPAN dan pemantauannya menggunakan satelit Himawari. Informasi yang dikeluarkan LAPAN bersifat *real time*, jadi bisa mengetahui informasi curah hujan sekitar 15 yang lalu. BMKG dan Pusdatin mendapatkan informasi curah hujan melalui *link* yang dikirim dari LAPAN. Selanjutnya BMKG mengolah data dan menentukan titik curah hujan yang tinggi serta menyebarkan informasi tersebut khususnya kepada pihak tani guna mencegah kerugian gagal panen.

BMKG menggunakan alat *rain gauge* tipe observatorium. Cara kerja *Rain Gauge* yaitu saat terjadi hujan, air hujan yang tercurah masuk dalam corong penakar. Air yang masuk dalam penakar dialirkan dan terkumpul di dalam tabung penampung. Pengamatan air hujan yang tertampung diukur dengan menggunakan gelas ukur selama beberapa jam. Apabila jumlah curah hujan yang tertampung jumlahnya melebihi kapasitas ukur gelas ukur maka pengukuran dilakukan beberapa kali hingga air hujan yang tertampung dapat terukur semua sampai benar-benar kering. Data pengamatan curah hujan tersebut kemudian dianalisis bersama dengan

data pengamatan di tempat lain untuk menghasilkan produk layanan informasi cuaca termasuk informasi klimatologi berupa informasi hujan terhadap sektor pertanian.



Gambar 55. Alat pengukur hujan penakar tipe OBS

Hotspot Daerah Rawan Kebakaran

Monitoring informasi *hotspot* atau daerah rawan kebakaran lahan, sumber informasi dari LAPAN *monitoring* menggunakan satelit.



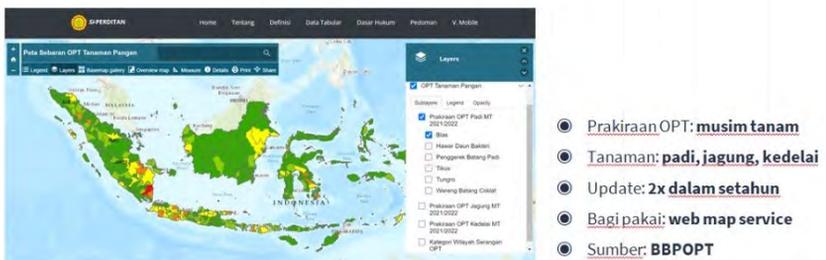
Gambar 56. *Monitoring* informasi *hotspot*

Pembaruan data rawan kebakaran/*hotspot* bersifat *real time* terakhir 24 jam terakhir. Tanda rawan kebakaran menggunakan tanda merah yang memiliki kemungkinan akurasi terjadi kebakaran, kemudian tanda kuning akurasi berpotensi terjadi kebakaran. BMKG dan Pusdatin mendapatkan informasi *hotspot* melalui *link* yang dikirim dari LAPAN.

Prakiraan OPT

Informasi Prakiraan OPT sumbernya dari BBPOPT, ini kita *update* dua kali dalam tahun.

Informasi Prakiraan OPT



Gambar 57. Informasi prakiraan OPT

Prakiraannya serangan OPT masih terbatas pada tanaman padi, jagung, dan kedelai. Perkiraan OPT diperbaharui dua kali dalam setahun, dan hanya ada *monitoring* pada satu musim tanam saja. Musim tanam umumnya dari bulan Oktober sampai bulan Maret. BBPOPT akan menyerahkan hasil Prakiraannya, kemudian Pusdatin akan mengolah data tersebut dalam bentuk peta sebaran pada *web map service*.

Informasi kategori wilayah serangan OPT, diperoleh dari Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan (Ditlin TP).

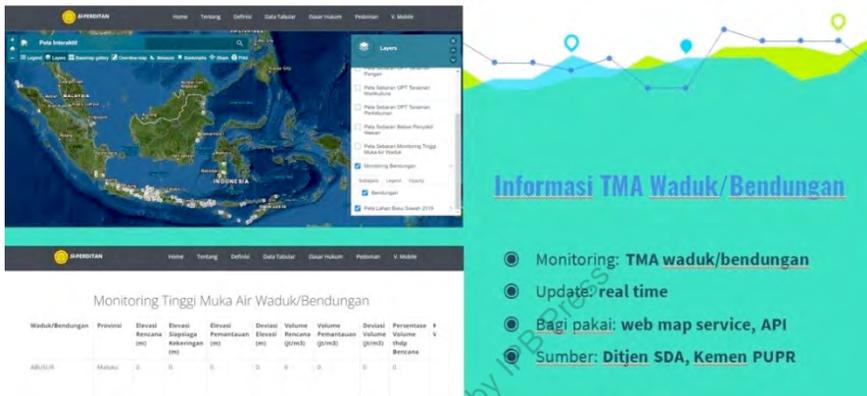


Gambar 58. Informasi kategori wilayah serangan OPT

Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman (BBOPT) wilayah kategori serangan untuk komoditas padi. Ini di-*update* dua kali untuk musim hujan dan musim kemarau. Setelah mendapatkan data dari Direktorat perlindungan pangan kami buat dalam bentuk *web map service*.

Tinggi Muka Air Waduk

Aplikasi Si-PERDIT dilengkapi fitur *monitoring* tinggi muka air waduk yang diperoleh dari Dirjen SDA dan Kemen PUPR.



Gambar 59. *Monitoring* tinggi muka air waduk/bendungan

Fitur yang terakhir ialah TMA waduk/bendungan. Fitur ini berisi informasi mengenai *monitoring* tinggi muka air waduk atau bendungan yang ada di Indonesia. Data ini diperoleh dari laporan pengelola bendungan/waduk, di bawah pengawasan Dirjen SDA, Kemen PUPR. Informasi diperoleh dalam bentuk *web map service* API dan informasi bersifat *update real time*. Fitur ini *me-monitoring* kurang lebih 205 waduk/bendungan di Indonesia.

Cara Mengoperasikan Aplikasi Si-Perditan

Cara mengoperasikan aplikasi SI-PERDITAN (Sistem Informasi Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim Sektor Pertanian) sebagai berikut:

1. Buka di *Web Browser* (Internet explorer, Mozilla Firefox, atau Google Chrome);
2. Masukkan alamat *website* <http://sipetani.pertanian.go.id/siperditan/> atau *website* versi android <http://sipetani.pertanian.go.id/siperditan/>;
3. Akan muncul tampilan seperti berikut:



Gambar 60. Si-PERDITAN

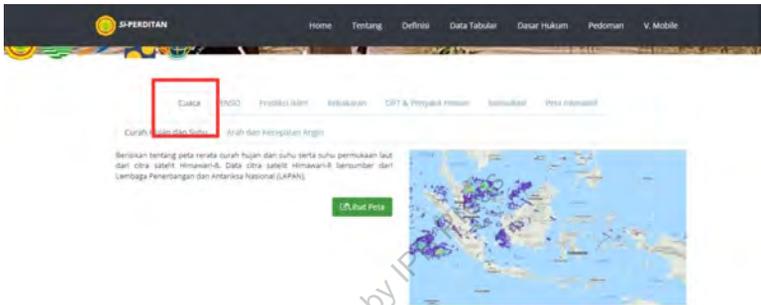
4. Pada tampilan beranda yang tampilannya dilingkari merah terdapat menu Home, Tentang, Definisi, Data Tabular, Dasar Hukum, dan Pedoman



Gambar 61. Tampilan beranda Si-PERDITAN

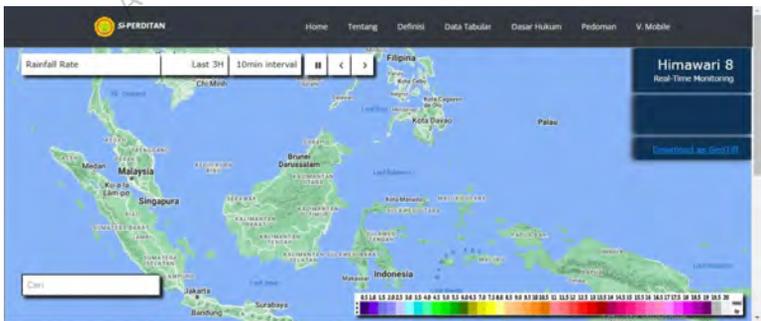
5. Pada halaman utama ditampilkan 7 (tujuh) menu yang terdiri atas:
 - a. Menu Cuaca, jika diklik akan muncul submenu curah hujan dan suhu, arah, serta kecepatan angin.

Klik submenu curah hujan dan suhu, akan muncul tampilan sebagai berikut:



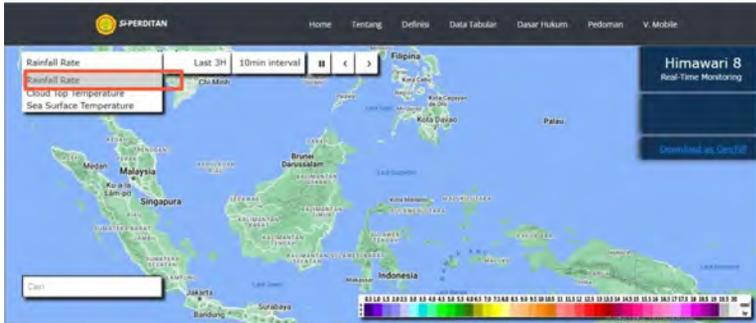
Gambar 62. Tampilan submenu curah hujan dan suhu Si-PERDITAN

Klik ikon *lihat peta* maka akan muncul tampilan peta rerata curah hujan sebagai berikut:



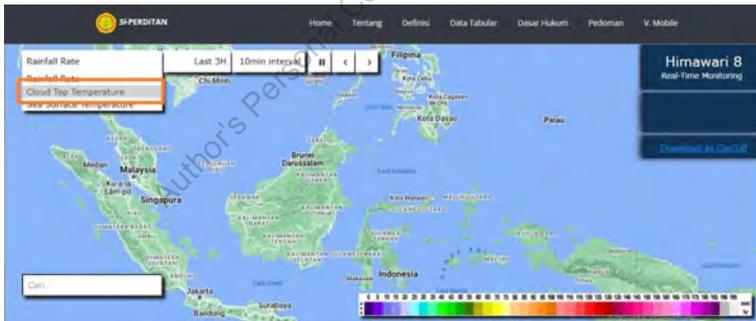
Gambar 63. Tampilan peta rerata curah hujan Si-PERDITAN

Klik yang dilingkari merah akan muncul menu *curah hujan dan suhu*, perhatikan gambar berikut:



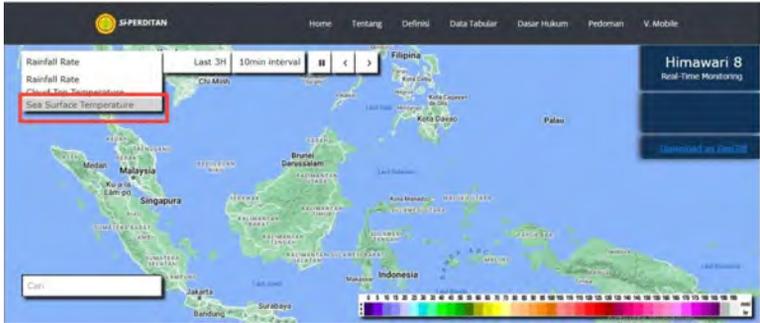
Gambar 64. Menu curah hujan dan suhu Si-PERDITAN

Klik yang dilingkari merah pilih “*Cloud Top Temperature*” akan muncul tampilan sebagai berikut:



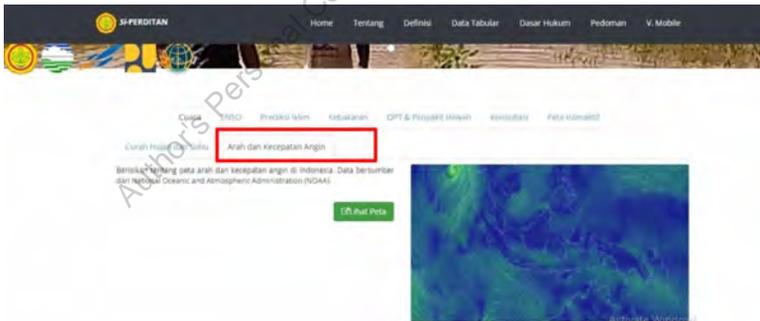
Gambar 65. Tampilan “*Cloud Top Temperature*” Si-PERDITAN

Klik yang dilingkari merah pilih “*Sea Surface Temperature*” akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 66. Tampilan “*Sea Surface Temperature*” Si-PERDITAN

Untuk mengetahui kecepatan angin maka klik submenu *arah dan Kecepatan Angin*, akan muncul tampilan sebagai berikut:



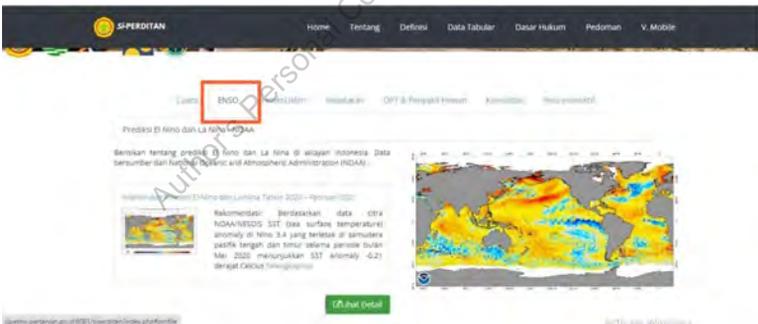
Gambar 67. Tampilan submenu “*arah dan kecepatan angin*” Si-PERDITAN

Berisikan tentang peta arah dan kecepatan angin di Indonesia.
Klik ikon *lihat peta* maka akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 68. Tampilan peta Si-PERDATIN

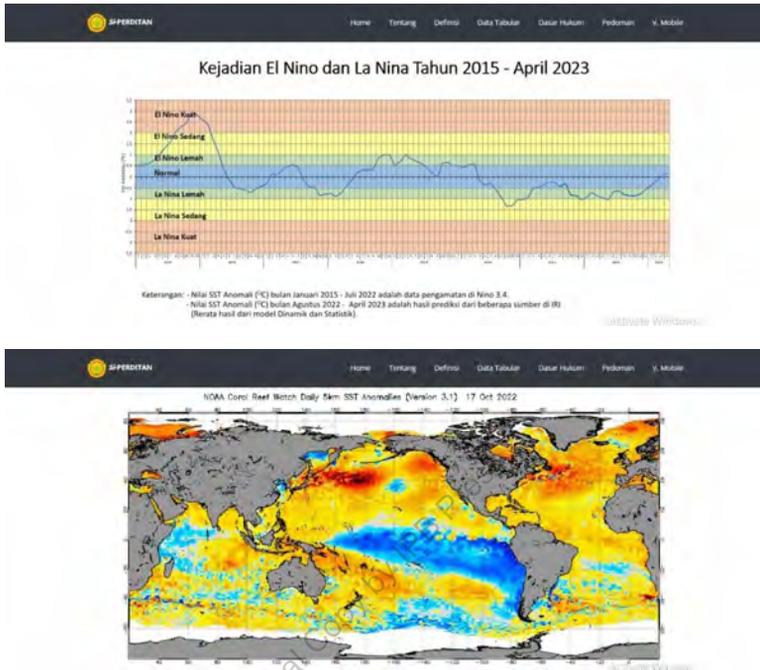
- b. Menu ENSO, jika diklik akan muncul submenu prediksi El Nino dan La Nina – NOAA



Gambar 69. Tampilan menu ENSO Si-PERDATIN

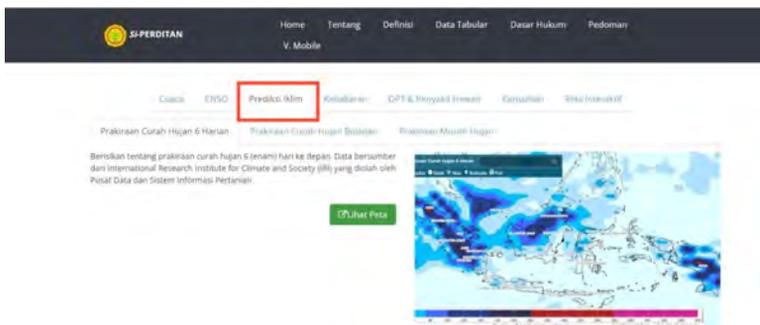
Submenu prediksi El Nino dan La Nina berisikan analisis dan prediksi El Nino dan La Nina Tahun 2021/2022 di wilayah Indonesia. Jika diklik ikon *lihat peta* maka akan muncul tampilan sebagai berikut:

BAB 3. Pemanfaatan Teknologi dalam Pengamatan OPT



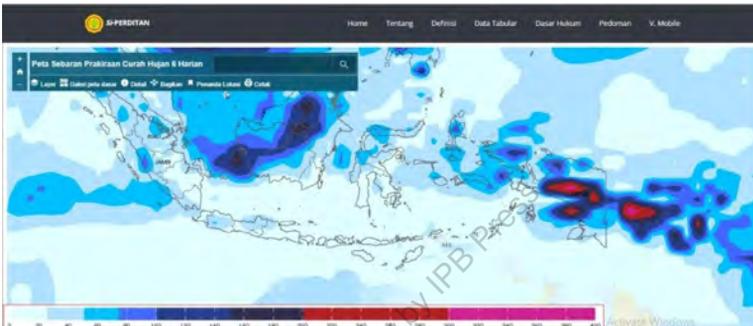
Gambar 70. Submenu prediksi EL Nino dan La Nina Si-PERDITAN

- c. Menu *Prediksi Iklim*, jika diklik akan muncul submenu prakiraan curah hujan 6 harian, prakiraan curah hujan bulanan dan prakiraan musim hujan.



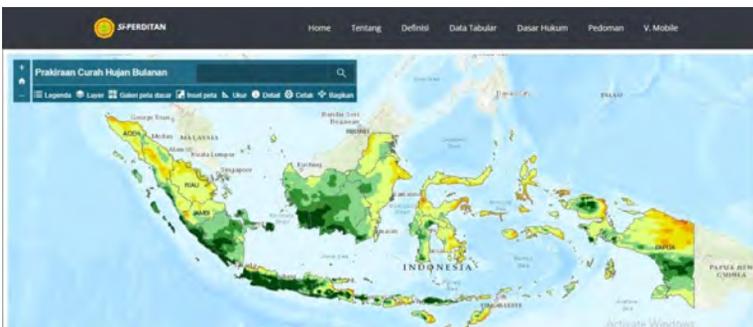
Gambar 71. Menu “Prediksi Iklim” Si-PERDITAN

Submenu prakiraan curah hujan 6 harian berisikan prakiraan curah hujan 6 (enam) hari ke depan. Data bersumber dari *International Research Institute for Climate and Society (IRI)* yang diolah oleh Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jika diklik ikon *Lihat Peta* akan muncul tampilan sebagai berikut:



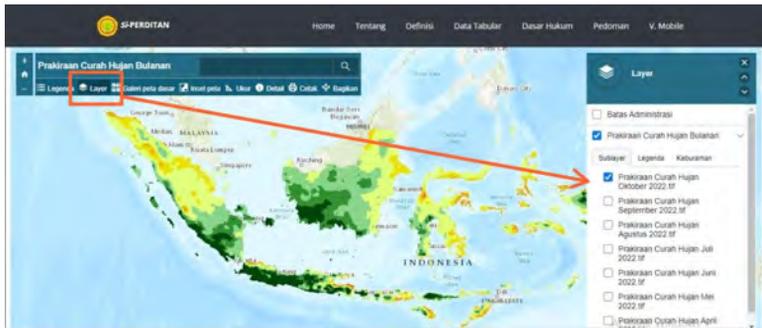
Gambar 72. Tampilan ikon “Lihat Peta” Si-PERDITAN

Submenu prakiraan curah hujan bulanan berisikan prakiraan curah hujan 3 (tiga) bulan ke depan dan analisis prediksi curah hujan tahun 2021/2022. Jika diklik ikon *Lihat Peta* akan muncul tampilan sebagai berikut:



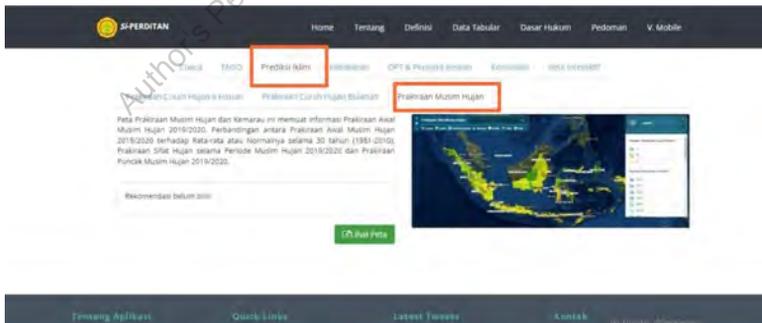
Gambar 73. Tampilan ikon “Lihat Peta” pada submenu perkiraan curah hujan bulanan Si-PERDITAN

Jika diklik menu *layer* pada peta akan muncul *sublayer* prakiraan curah hujan 3 bulan ke depan:



Gambar 74. Tampilan *sublayer* prakiraan curah hujan 3 bulan ke depan Si-PERDITAN

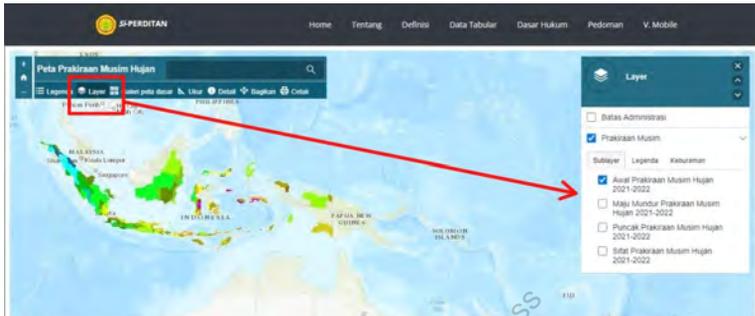
Untuk mengetahui prakiraan musim hujan maka klik submenu *Prediksi Iklim* dan *Prakiraan Musim Hujan*, akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 75. Tampilan submenu “Prediksi Iklim dan Prakiraan Musim Hujan” Si-PERDITAN

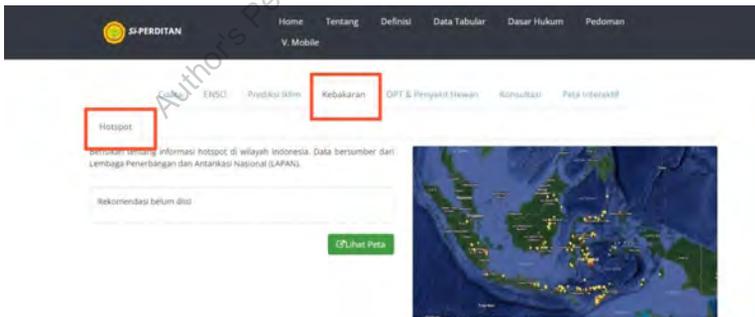
Peta Prakiraan Musim Hujan dan Kemarau ini memuat informasi Prakiraan Awal Musim Hujan 2021/2022, Perbandingan antara Prakiraan Awal Musim Hujan 2019/2020 terhadap Rata-rata atau Normalnya selama 30 tahun (1981-2010) Prakiraan Sisa Hujan selama Periode Musim Hujan 2019/2022 dan Prakiraan Puncak Musim Hujan 2019/2022.

atau Normalnya selama 30 tahun (1983–2013), Prakiraan Sifat Hujan selama Periode Musim Hujan 2021/2022 dan Prakiraan Puncak Musim Hujan 2021/2022.



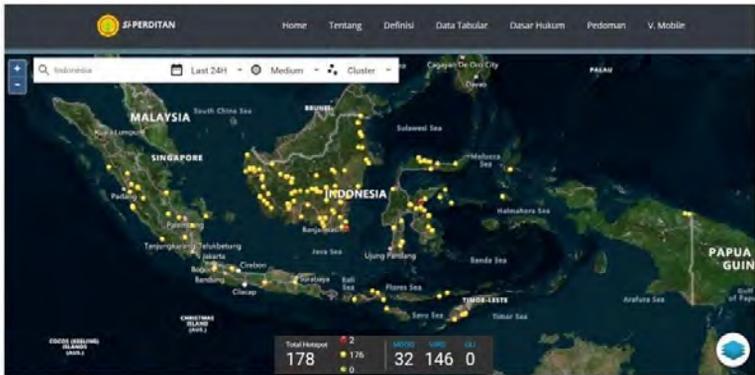
Gambar 76. Tampilan *layer* “Prakiraan Musim Hujan” Si-PERDITAN

Menu Kebakaran berisikan tentang informasi *hotspot* di wilayah Indonesia. Data bersumber dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).



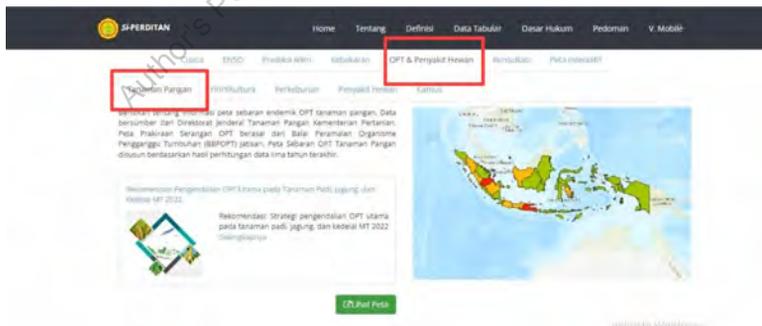
Gambar 77. Menu “Kebakaran” Si-PERDITAN

Klik ikon *Lihat Peta* akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 78. Tampilan ikon “Lihat Peta” pada menu “Kebakaran” Si-PERDITAN

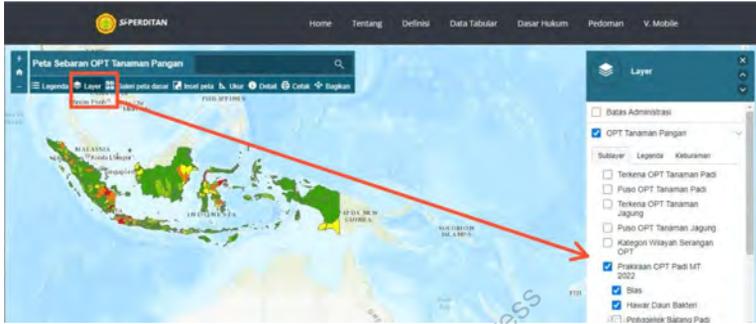
- d. Menu OPT & Penyakit Hewan, jika diklik akan muncul submenu tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, penyakit hewan, dan kamus.



Gambar 79. Menu OPT & penyakit hewan Si-PERDITAN

Submenu *Tanaman Pangan* Berisikan tentang informasi peta sebaran endemik OPT tanaman pangan. Data bersumber dari Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian. Peta Prakiraan Serangan OPT berasal dari Balai Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) Jatisari. Peta

Sebaran OPT Tanaman Pangan disusun berdasarkan hasil perhitungan data lima tahun terakhir. Bila klik ikon *layer* akan mengetahui jenis OTP yang menyerang di daerah pertanian.



Gambar 80. Tampilan ikon *layer* pada submenu “Tanaman Pangan” Si-PERDITAN

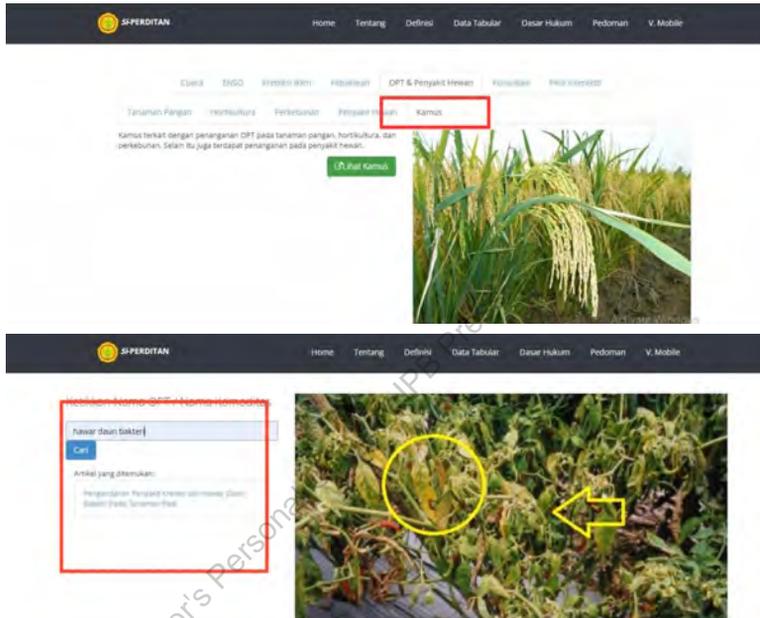
Submenu *hortikultura*, berisikan tentang informasi peta sebaran endemik OPT hortikultura. Data bersumber dari Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian. Peta Sebaran OPT Tanaman Hortikultura disusun berdasarkan hasil perhitungan data satu tahun terakhir.

Sub menu *Perkebunan*, berisikan tentang informasi peta sebaran endemik OPT perkebunan. Data bersumber dari Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. Peta Sebaran OPT Tanaman Perkebunan disusun berdasarkan hasil perhitungan data selama tiga tahun terakhir.

Submenu *Penyakit Hewan*, berisikan tentang informasi peta sebaran Penyakit Hewan. Data bersumber dari Direktorat Jenderal Peternakan & Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian. Peta Sebaran Bebas Penyakit Hewan didasarkan pada SK Menteri Pertanian.

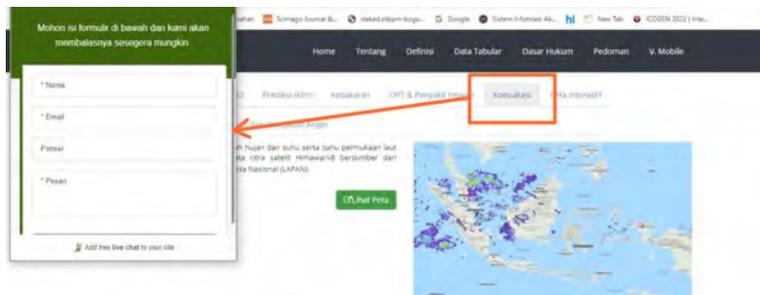
BAB 3. Pemanfaatan Teknologi dalam Pengamatan OPT

Submenu *Kamus*, fitur yang terkait dengan penanganan OPT pada tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Selain itu juga, terdapat penanganan pada penyakit hewan.



Gambar 81. Tampilan submenu “Kamus” Si-PERDITAN

- e. Menu Konsultasi, jika diklik akan muncul *windows* baru yang berisikan formulir konsultasi, isikan nama, alamat email, dan no HP kemudian klik “Mulai obrolan”.



Gambar 82. Menu konsultasi Si-PERDITAN

- f. Submenu *Peta Interaktif* berisikan tentang peta prakiraan curah hujan, sebaran OPT & penyakit hewan, peta lahan baku sawah, dan tinggi muka air waduk/bendungan di beberapa wilayah Indonesia. Peta Interaktif ini berguna dalam menyusun perencanaan dan rekomendasi dalam penanggulangan dampak perubahan iklim pada sektor pertanian. Data bersumber dari Kementerian Pertanian, Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional dan Direktorat Jenderal Sumberdaya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Diharapkan aplikasi Si-PERDITAN dijadikan bahan perencanaan pola tanam dan penentuan komoditas/varietas yang akan dibudidayakan, serta sebagai bahan antisipasi, adaptasi, dan mitigasi terhadap dampak perubahan iklim, penyusunan rekomendasi, dan penanganan dampak perubahan iklim pada sektor pertanian.

Pemanfaatan Penginderaan Jauh dalam OPT

Hartanto Sanjaya (Perekayasa Ahli Madya Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Wilayah Badan Riset dan Inovasi Nasional/BRIN)

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting di Indonesia sehingga tepat bila Indonesia disebut sebagai negara agraris. Pada tahun 2017 tercatat 26,68% pekerja di Indonesia bekerja di bidang pertanian (BPS 2018). Namun, nyatanya masih banyak permasalahan yang dihadapi oleh petani, mulai dari permasalahan bibit unggul, perubahan iklim, ketersediaan pupuk/pestisida, dan terutama mengenai serangan hama/gulma/OPT.

OPT merupakan organisme pengganggu tanaman pangan baik itu hama ataupun penyakit/bakteri. Serangan OPT menjadi masalah tersendiri bagi petani di lahan pertanian karena kehadirannya tidak dapat dihindari. Upaya yang dapat dilakukan dalam menghadapi masalah ini adalah melakukan upaya pengelolaan OPT mulai dari pratanam sampai panen. Hal ini menjadi masalah yang kompleks karena masih minimnya pengetahuan petani memanfaatkan teknologi.

Pengembangan teknologi tertuang dalam undang-undang Nomor 19 Tahun 2002. Inovasi adalah kegiatan penelitian, pengembangan, atau perekayasaan yang dilakukan dengan tujuan melakukan pengembangan penerapan praktis nilai dan konteks ilmu pengetahuan yang baru, atau cara baru untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah ada ke dalam produk atau proses produksinya. Sederhananya, inovasi sebuah produk yang sudah diteliti dan dikembangkan, lalu dipublikasikan ke masyarakat.

Inovasi teknologi di bidang pertanian terus berkembang salah satunya *remote sensing* atau penginderaan jarak jauh yaitu ilmu untuk mendapatkan informasi mengenai permukaan bumi seperti lahan dan air dari citra yang diperoleh dari jarak jauh.

Sejak tahun 2008 BRIN dan BBPOPT bekerja sama mengkaji dan mengembangkan penginderaan jauh (*remote sensing*). Dengan tujuan mendeteksi penyebaran OPT di wilayah Indonesia.

Citra satelit adalah gambaran permukaan bumi hasil perekaman satelit yang berada di luar angkasa berjarak ratusan kilometer dari paras bumi. Berdasarkan misinya satelit dibagi menjadi dua jenis yakni: (1) satelit observasi bumi atau disebut satelit sumber daya alam; dan (2) satelit cuaca/meteorologi.

Saat ini, sebanyak 906 satelit observasi bumi yang mengorbit di luar angkasa baik yang dioperasikan pihak perusahaan swasta maupun badan antariksa negara. Berdasarkan data dari *United Nations Office for Outer Space Affairs* per bulan April 2021 ada 7.389 satelit mengorbit di luar angkasa. Sementara menurut *Union of Concerned Scientists (UCS)* per bulan Desember 2020 ada satelit 6.542 satelit, tetapi hanya 50% saja yang masih aktif. Terjadinya selisih jumlah satelit di angkasa versi UNOOSA dengan UCS karena ada satelit yang diluncurkan dengan melaporkan kepada publik/badan-badan pencatat objek dan satelit yang tersembunyi/rahasia dengan tujuan memata-matai atau memiliki motif politis.

Satelit beragam jenisnya, dari sekian banyak satelit, satelit yang paling populer dan legendaris ialah *Landsat* milik Amerika Serikat. Satelit ini terus berevolusi mengembangkan sistem teknologinya mulai dari generasi pertama sampai sekarang sudah generasi 9.



Hasil Rendering Satelit Landsat 9

Gambar 83. Satelit Landsat 9

Landsat 9 diluncurkan dari Space Launch Complex-3E Vandenberg Space Force Base dengan kendaraan peluncuran Atlas V 401 pada 27 September 2021. Landsat dilengkapi dengan dimensi pixel 30 x 30 meter. Data *original* citra satelit Landsat terendah (level 1) dapat diperoleh secara gratis pada berbagai portal penyedia data, salah satunya *website EarthExplorer*.



Gambar 84. Hasil gambar satelit Landsat

Gambar di atas adalah rangkaian hasil gambar permukaan bumi yang diambil dari satelit Landsat, mulai Landsat 1 sampai landsat 8.

Satelit yang populer selanjutnya ialah satelit sentinel-2 dengan pixel 10 x 10. Sentinel-2 terdiri atas dua satelit konstelasi yaitu Sentinel-2A dan Sentinel-2B yang mengorbit kutub pada orbit *sun-synchronous* pada ketinggian 786 km. Dua satelit identik tersebut berjarak 180 derajat satu sama lain.



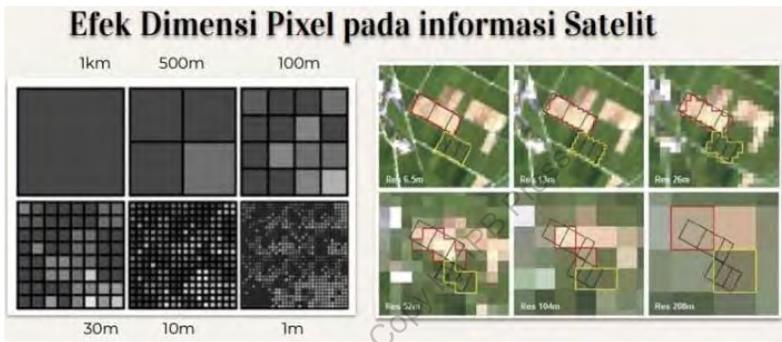
Gambar 85. Satelit Sentinel 2

Satelit Sentinel 2 merupakan satelit resolusi menengah dengan resolusi temporal 10 hari untuk satu satelit atau 5 hari dengan dua satelit. Satelit ini dapat digunakan pengamatan operasional, seperti peta tutupan lahan, peta deteksi perubahan lahan, dan variabel geofisika.

Data Sentinel-2 L1C terdiri atas 13 band spektral dengan rincian sebagai berikut: (1) Resolusi spasial 10 m sebanyak 4 band (B2, B3, B4, B8); (2) Resolusi spasial 20 m sebanyak 6 band (B5, B6, B7, B8A, B11, B12); dan (3) Resolusi spasial 60 m sebanyak 3 band (B1, B9, B10). Luas cakupan sebesar 290 km, dan data merupakan data Level-1C (Reflektan ToA). Satelit ini telah diproyeksikan ortho UTM/WGS84 dan menggunakan Model Elevasi Digital (DEM) yang diproyeksikan pada koordinat kartografi.

Satelit *Landsat* dan *Sentinel* adalah satelit paling populer karena pengguna bebas mendapatkan data tanpa memerlukan izin dari pihak manapun dan tidak berbayar/gratis. Petani bisa memanfaatkan satelit *free* untuk mencegah penyebaran OPT karena satelit memiliki resolusi dimensi dari *pixel-pixel* yang melihat dari jarak jauh.

Citra satelit terus berevolusi dengan berbagai variasi resolusi spasial, dan dikenal dengan istilah resolusi tinggi dan resolusi rendah. Pada resolusi tinggi *pixel*-nya relatif kecil sehingga dapat menggambarkan bagian permukaan bumi secara detail dan halus. Sementara resolusi rendah ukuran *pixel*-nya relatif besar sehingga hasil penggambarannya agak kasar atau tidak jelas.



Gambar 86. Efek dimensi *pixel* pada informasi satelit

Gambar di atas efek dimensi *pixel* pada informasi citra satelit. Gambar yang sebelah kiri, satu kotak besar mempunyai resolusi spasial 1 x 1 km maksudnya satu *pixel*/data/kotak dalam dalam gambar di atas dalam mewakili luasan 1 x 1 km permukaan bumi maka masuk ke kategori resolusi rendah. Resolusi spasial 500 m mewakili luasan 500 x 500 m permukaan bumi, begitu seterusnya sampai yang paling detail 1 meter mewakili 1 meter permukaan bumi dan masuk kategori resolusi tinggi.

Setiap *pixel* diwakili oleh luas persegi empat pada citra, ini tergantung pada kemampuan sensor untuk memisahkan (mendeteksi) objek yang berbeda ukurannya. Contohnya, sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) sensor medium resolusi spasial 15 m (49 kaki), 30 m (98 kaki), dan 100 m (328 kaki) tergantung pada spektral band dan kemampuan

untuk mendeteksi kisaran yang sama dalam intensitas seperti Landsat 8.

Resolusi spasial lebih tinggi (luas *pixel* lebih kecil) artinya bahwa sensor dapat melihat/mendeteksi objek yang lebih kecil dengan menjumlahkan seluruh *pixel* pada citra maka dapat dihitung luas liputan citra.

Pemanfaatan Citra Satelit dalam Pengendalian OPT

Satelit menangkap gambar dari pantulan cahaya/sinar objek yang ada di permukaan. Dalam hal ini objeknya adalah tanaman padi, jagung, atau kedelai.



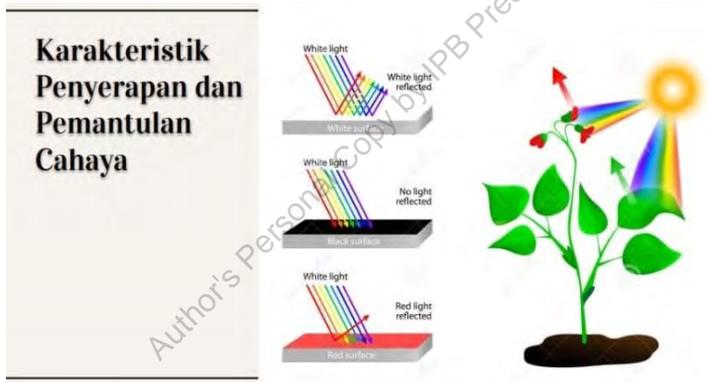
Gambar 87. Pantulan permukaan padi dari informasi citra satelit

Satelit hanya menjangkau pantulan sinar pada objek permukaan saja. Namun, untuk pandangan panjang gelombang tekanan dari *visible* ke *microwave* ini tekanan yang makin panjang gelombangnya maka makin bisa menjangkau permukaan tanah. Satelit bisa merekam beberapa objek yang ada, tetapi setiap satelit mempunyai karakteristik/

keunggulan/kemampuan masing-masing.

Objek di permukaan bumi (padi) memiliki penanda spektral dan panjang gelombang spektrum yang lebih lebar dari panjang gelombang sinar tampak yang dapat dilihat oleh mata manusia.

Data spektral yang direkam oleh spektrometer pencitraan memiliki manfaat untuk pendekatan kontekstual metode analisis citra. Hal ini memungkinkan untuk mendeteksi jauh lebih baik perubahan halus antara permukaan tanah berbagai komponen struktural dan vegetasi campuran kompleks dari permukaan bumi.



Gambar 88. Karakteristik pemantulan cahaya

Pada gambar di atas menjelaskan karakteristik pemantulan cahaya. Pemantulan cahaya menggunakan sensor indeks vegetasi adalah algoritma yang diterapkan pada citra satelit multisaluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi, menggunakan tiga saluran (hijau, merah, dan hitam). *White surface* yang dibentuk dari warna hijau akan memantulkan kembali warna yang sama. *Black surface* yang dibentuk oleh berbagai cahaya tidak akan memantulkan kembali cahaya, jadi warna yang

ditangkap oleh sensor itu merupakan warna yang sebenarnya, bukan hasil pemantulan cahaya. *Red surface* (permukaan merah) yang dibentuk oleh saluran inframerah maka menghasilkan sebaran cahaya merah yang lebih lebar.

Teknologi sistem sensor satelit dan algoritma pemrosesan sinyal digital memudahkan pengambilan informasi keadaan bumi secara lebih cepat, detail, dan akurat. Algoritma pemrosesan sinyal yang digunakan untuk mengamati keadaan vegetasi adalah algoritma NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Algoritma ini memanfaatkan fenomena fisik pantulan gelombang cahaya yang berasal dari dedaunan. Nilai kehijauan vegetasi suatu wilayah yang diamati berupa skala antara -1 (minimum) hingga 1 (maksimum) yang diperoleh dengan membandingkan reflektansi vegetasi yang diterima oleh sensor pada panjang gelombang merah (RED) dan inframerah dekat (NIR).

Peralatan yang diperlukan adalah sensor cahaya dengan kemampuan khusus pada umumnya alat yang digunakan dikenal dengan nama *spectrophotometer* (atau sering disebut sebagai spektrometer).



Gambar 89. Spektrometer

Spektrometer mempunyai kemampuan perekaman untuk panjang gelombang tertentu sesuai dengan tipe alat. Secara umum, yang dapat diukur oleh spektrometer adalah *intensity* (intensitas), *absorbance* (serapan), *transmission* (transmisi), *reflection* (pantulan), dan *relative irradiance*. Dalam prosesnya, terkait dengan perekaman spektral daun padi ini hanya digunakan kemampuan proses *reflection*.

Pada kegiatan ini perekaman nilai spektral dilakukan dengan menggunakan spektrometer OceanOptics tipe USB4000 FL yang dilengkapi dengan *light source* tipe PX-2. *Probe* digunakan dengan *fiber optic* sebagai penghubung antara spektrometer, *probe*, dan *light source*. Sesuai dengan tipe dari spektrometer, yaitu tipe *fluorescence* maka sensor yang digunakan ini mempunyai kemampuan rekam panjang gelombang dalam rentang efektif 200 sampai dengan 1100 nanometer. Oleh karena itu, dalam prosesnya penting diperhatikan mengenai target panjang gelombang terekam dan hal ini terkait pada objek terekam yang akan dianalisis selanjutnya. Perekaman spektral daun tanaman padi memerlukan sumber energi cahaya sebagai sumber dari gelombang yang akan dipantulkan oleh objek. Untuk itu maka *light source* digunakan sebagai sumber pencahayaannya.

Perekaman spektral dengan menggunakan sumber pencahayaan (*light source*) sendiri mempunyai konsekuensi tersedianya catu daya mandiri untuk peralatan tersebut. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan/ membawa catu daya *power bank* atau dengan memanfaatkan sumberdaya dari kendaraan yang dipergunakan survei pada kegiatan.

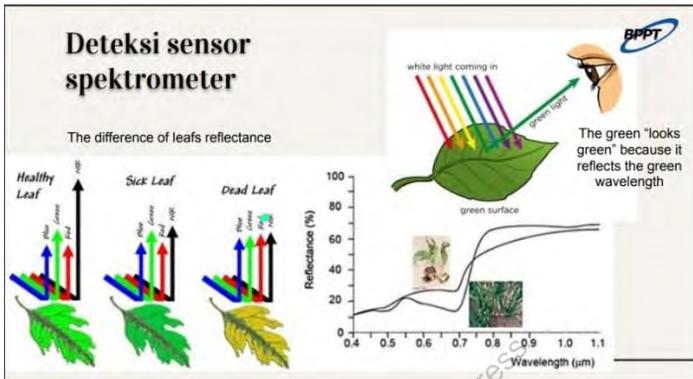


Gambar 90. Konfigurasi spektrometer

Langkah-langkah saat proses perekaman, harus didahului oleh penentuan referensi putih, yaitu untuk menentukan pantulan dengan nilai tertinggi yang dapat diterima sensor pada saat itu, dan referensi gelap atau nilai terendah yang dapat direkam sensor. Kedua nilai ini akan menjadi acuan nilai tertinggi dan terendah nilai pantulan oleh perangkat lunak pengendali sensor.

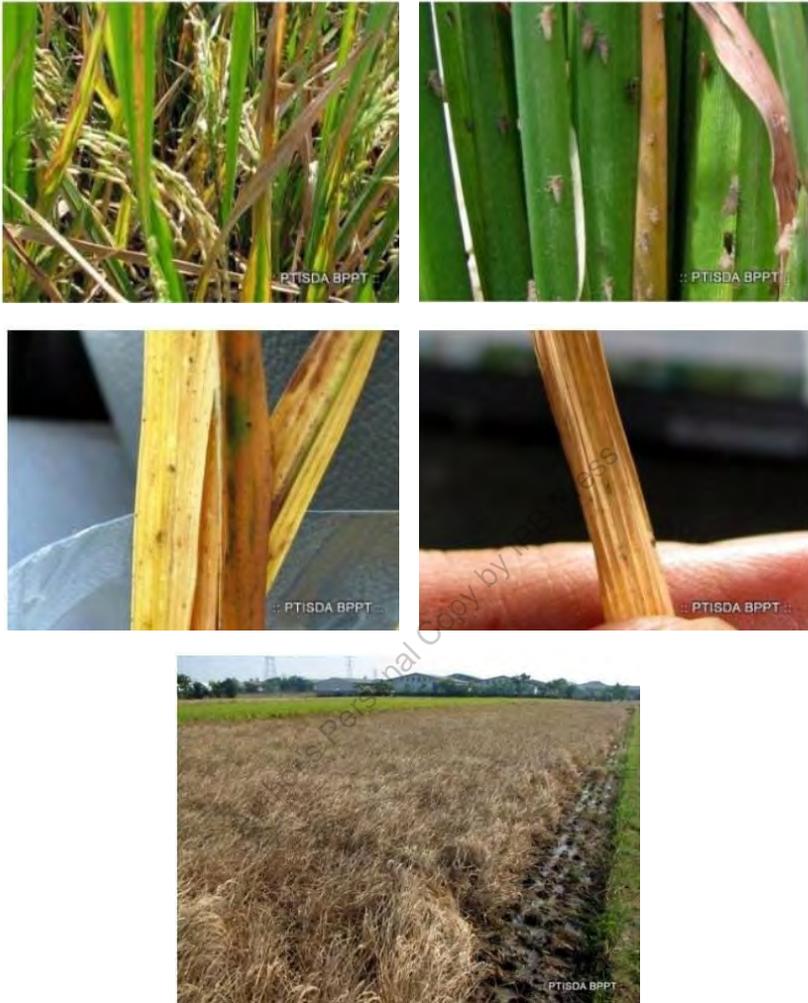
Potongan sampel daun diletakkan pada posisi yang telah ditentukan dengan tepat dan peletakan *probe* sesuai jarak yang telah dihitung. Ketepatan ini sangat berpengaruh pada grafik reflektansi yang tergambar secara langsung di komputer. Luasan permukaan yang terekam sesuai dengan perhitungan awal terkait sudut bukaan lensa *probe* dan jarak lensa *probe* ke permukaan daun.

Hasil rekaman disimpan dengan penamaan *file* dengan aturan tertentu agar memudahkan dalam pemilahan dan pengolahan hasil akhir.



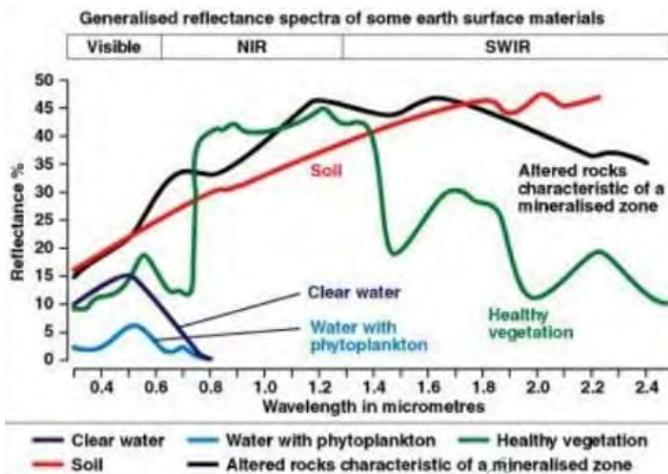
Gambar 91. Deteksi sensor spektrometer

Pada gambar di atas, untuk mengetahui serangan OPT pada tanaman maka tim melakukan pendekatan hukum fisika. Di sebelah kiri yakni daun yang sehat (*healthy leaf*) pantulan warna yang memantul ke daun berwarna hijau akan memantulkan/memancarkan hijau kembali. Pantulan cahaya pada jenis daun yang tidak sehat (*sick leaf*) pantulan dari *near infrared* pantulannya sedikit karena warna daun lebih gelap sehingga cahaya terserap. Begitupun dengan pantulan dari daun yang sudah mati (*dead leaf*) pantulan cahayanya terserap, jadi yang terdeteksi hanya warna gelap dan menarik kesimpulan bahwa tanaman tersebut sudah diserang OPT. Berikut gambar daun yang terserang OPT.



Gambar 92. Daun yang terserang OPT

Setelah pengolah data pengukuran hijau daun dijadikan grafik reflektan *spectral* untuk vegetasi tanaman dengan mencari perbedaan antara varietas yang sakit dan sehat. Grafik ini sebagai dasar dalam pembelajaran penginderaan jauh.

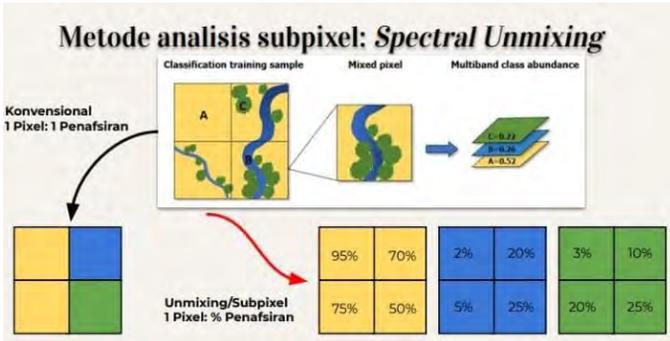


Gambar 93. Nilai reflektan spektral

Metode Analisis *Subpixel* (*Spectral Unmix*)

Metode *Spectral unmixing* citra satelit merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk mendapatkan informasi dari *pixel*-campuran (*mixed-pixel*). Analisis *spectral* campuran (*spectral mixture*) awalnya dikembangkan untuk menginterpretasi data hiperspektral *High Spectral Resolution Advanced Visible/Infrared Image Spectrometer* (HSR AVIRIS). Metode ini sukses digunakan untuk mengkaji luas hutan dan untuk mendeteksi perubahan tutupan/penggunaan lahan hutan

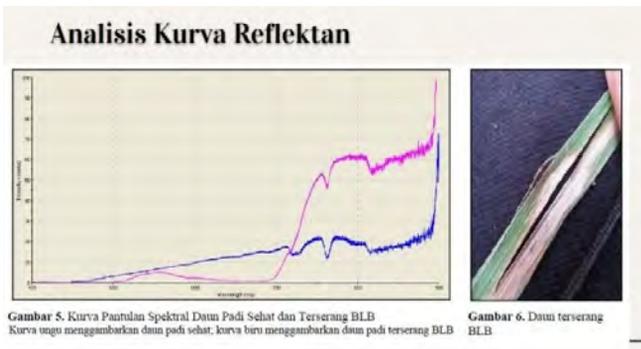
Gambar di bawah ini yang sebelah kanan atas *pixel* yang menggunakan resolusi rendah yang terlihat hanya 1 *pixel* atau satu penafsiran 30 m x 30 m sehingga nampak tumpukan *insoil*, *water*, serta vegetasi dan keakuratannya rendah.



Gambar 94. Metode analisis *subpixel: spectral unmixing*

Gambar sebelah kiri menggunakan perhitungan metode *spektral unmixing 1 pixel* diubah menjadi persentase, data spektral dibagi menjadi tiga bagian. Dalam kotak A (kuning/*insoil*) terdapat 95% *insoil*, ada 2% air, dan 3% vegetasi. Selanjutnya dalam kotak B (biru/*water*) tanahnya 70%, *water*-nya 20%, dan vegetasi 10%, dan kotak C (hijau/*vegetasi*) *insoil* 50%, *water* 25%, dan vegetasi 25%. Jadi, dalam 1 *pixel* bisa menganalisis unsurnya dan dipersentasekan.

Kurva reflektan atau nilai pantulan dari daun yang sehat (ungu) dan daun padi yang terserang BLB (biru) pada stadia generatif.



Gambar 95. Analisis kurva reflektan

Foto citra satelit dihasilkan dari pantulan cahaya objek di permukaan bumi. Jadi, bila pada gambar menunjukkan dominasi warna putih, itu artinya di permukaan bumi terdapat objek, sedangkan bila tampak gelap/hitam, artinya permukaan bumi kosong karena tidak terjadi pantulan cahaya. Pada gambar di bawah contoh pemetaan umur padi menggunakan metode spektral *unmixing* pada fase vegetatif (kiri) dengan generatif (kanan).

Pada gambar sebelah kiri didominasi warna putih yang menandakan bahwa objek (padi) masuk fase vegetatif 2. Pada gambar sebelah kanan didominasi warna putih bagian atas, artinya objek (padi) sudah masuk fase generatif.



Gambar 96. Pemetaan umur tanaman padi

Gambar di sebelah kiri (padi fase vegetatif) dan di sebelah kanan (fase padi generatif). Pada gambar fase vegetatif didominasi warna putih di bagian bawah, artinya menandakan objek (padi) masuk fase vegetatif 2, sedangkan bagian atas semakin hitam menandakan objeknya semakin sedikit. Begitupun sebaliknya pada gambar sebelah kanan, pada fase

generatif didominasi warna putih bagian atas yang menandakan bahwa objek (padi) sudah masuk fase generatif, sedangkan areal bagian bawah semakin hitam yang menunjukkan bahwa objek semakin sedikit.

Kualitas foto ini diperoleh dari citra satelit yang canggih yang tidak berbayar (gratis). Hasil foto citra satelit ini bisa diakses oleh publik tanpa harus meminta izin dari instansi mana pun.

Hasil foto citra satelit dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi serangan OPT pada tanaman padi.



Gambar 97. Pemetaan keberadaan OPT tanaman padi

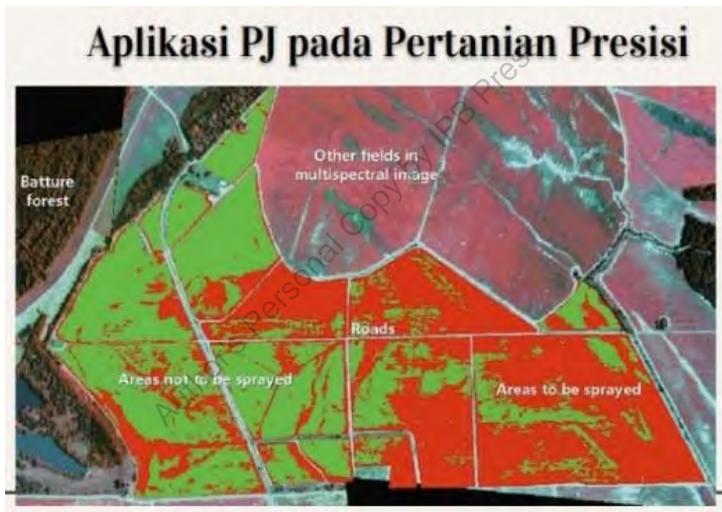
Gambar di atas pemetaan keberadaan OPT (serangan penyakit) tanaman padi. Cara mengetahui atau mendeteksi terjadinya serangan OPT berdasarkan perubahan warna daun. Tanda tanaman sehat ditinjau dari kehijauannya. Pada gambar A bagian atas vegetatif BLB dan gambar kanan generatif BLB.

Keuntungan penggunaan teknologi penginderaan jauh secara umum:

- (1) berbasis lokasi, artinya *pixel* menandakan lokasi yang diinginkan;
- (2) cakupannya luas dan kontinu, artinya video tidak terpotong-potong;
- (3) pengukurannya cepat; dan (4) luasan terdampak lebih terukur

berdasarkan regional, nasional, maupun internasional. Meskipun banyak memiliki keunggulan teknologi ini ada yang kekurangannya yaitu bila ada gangguan cuaca, misalkan saat satelit melintas untuk mengambil gambar dan terjadi ada awan tebal, hujan besar maka aktualisasinya atau ketepatan menurun.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk *precision farming* (pertanian presisi) sedang digalakkan oleh pemerintah untuk kemajuan sektor pertanian Indonesia.

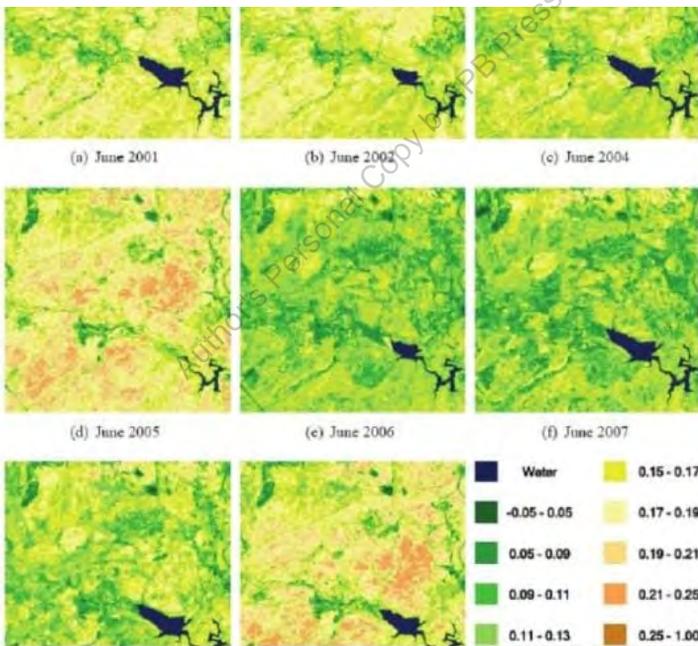


Gambar 98. Aplikasi PJ pada pertanian presisi

Dengan melakukan identifikasi areal pertanian misalnya area pesawahan dengan metode interpretasi manual ataupun klasifikasi penggunaan lahan secara otomatis dan semi otomatis menggunakan sebuah *software* seperti misalnya *software* ENVI, ArcGIS, dan lain-lain.

Setelah mengetahui sebuah areal pertanian di sebuah wilayah, juga dapat mengetahui luasan areal tersebut menggunakan *software* geospasial yang tersedia sekarang ini, seperti QGIS, ArcGIS, Global Mapper, ENVI, dan lain-lain sehingga dapat melakukan estimasi produksi hasil pertanian.

Salah satu keunggulan satelit observasi bumi saat ini yaitu kemampuan kembali ke sebuah area liputan dalam hitungan minggu, bahkan hari dengan cakupan area yang luas dalam satu kali perekaman, dapat memantau fase pertumbuhan suatu tanaman pada areal pertanian.



Gambar 99. Pengolahan citra satelit Landsat 7 ETM+ dengan metode *normalized difference drought index* (NDDI) untuk mendeteksi wilayah kekeringan

Citra satelit juga dapat memantau apakah di sebuah wilayah terjadi alih fungsi lahan pertanian menjadi non pertanian sehingga nantinya instansi-instansi terkait mempunyai data luasan areal pertanian yang telah beralih fungsi yang selanjutnya dapat dijadikan salah satu sumber data masukkan untuk melakukan berbagai kebijakan untuk menahan laju perubahan tersebut.

Dengan menggunakan algoritma pada data citra satelit menggunakan sebuah *software*, dapat diketahui tanaman yang sehat atau tidak pada sebuah lahan pertanian atau mengetahui lahan-lahan pertanian mana yang mengalami kekeringan sehingga nantinya petani serta pihak-pihak terkait dapat mengambil berbagai langkah untuk mengurangi atau mencegah banyaknya tanaman yang terkena penyakit serta lahan-lahan pertanian yang mengalami kekeringan, serta banyak hal lain yang dapat dilakukan.



Gambar 100. AI (*artificial of intelligence*) dan IoT (*internet of things*) pada pertanian presisi

Precision farming sudah mulai diterapkan di sebagian wilayah Indonesia terutama perkebunan skala besar dan para petani milenial. Penggunaan citra satelit untuk mendeteksi kandungan nitrogen dari tanaman perkebunan atau pertanian. *Drone* untuk mendeteksi objek yang ada di permukaan tanah yang dikendalikan oleh internet. Penggunaan peralatan traktor-traktor dipasang kecepatan internet dan monitor jadi pelaku tani bisa mengendalikan dari dalam rumah/ jarak jauh.

Pemanfaatan pengendalian jarak jauh dalam sektor pertanian dapat meningkat produktivitas tanaman pangan di Indonesia.

Pengembangan Metode Deteksi Kerusakan pada Tanaman Padi Menggunakan Teknologi Penginderaan Jarak Jauh Berbasis Spektral

Busyairi Latiful Ashar - (Peneliti Ahli Pertama dari Balai Besar Peramalan OPT)

Indonesia terletak di garis khatulistiwa memiliki sumber daya alam yang melimpah dan menjadi salah satu negara agraris terbesar di dunia. Bidang pertanian merupakan bidang yang memegang peranan penting dalam kehidupan sebuah Negara karena ketahanan pangan pada suatu negara sangat tergantung dengan kualitas dan kuantitas hasil pertaniannya.

Peningkatan produksi padi terus ditingkatkan untuk mengimbangi pertumbuhan penduduk Indonesia yang masih tinggi. Namun, program ini menghadapi kendala yang disebabkan oleh hama penyakit yang menyerang tanaman. Permasalahan ini semakin kompleks akibat perubahan iklim global. Selain itu, minimnya inovasi dan penggunaan teknologi terbaru di bidang pertanian serta regenerasi petani muda masih rendah.

Hama dan penyakit menjadi ancaman biotik yang berpotensi menyebabkan menurunnya hasil produksi padi. Populasi hama dan OPT penyebab penyakit padi sangat dinamis karena potensi genetik dan pengaruh lingkungan biotik dan abiotik. Hama bermigrasi dari lokasi lain ke lahan persawahan, hortikultura, maupun perkebunan. Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dibagi menjadi tiga yaitu hama, penyakit, dan gulma.

Hama menimbulkan gangguan tanaman secara fisik yang disebabkan oleh serangga, tungau, vertebrata, dan moluska. Sementara penyakit menimbulkan gangguan fisiologis pada tanaman disebabkan oleh cendawan, bakteri, fitoplasma, virus, viroid, nematode, dan tumbuhan tingkat tinggi.

BBPOPT bekerja sama dengan BRIN mencari solusi dengan mengembangkan alat pendeteksi OPT demi menekan serangan hama penyakit pada tanaman pangan di Indonesia.

Latar belakang pembuatan alat pendeteksi ini karena keterbatasan POPT dalam menjangkau wilayah pengamatan sehingga keterbatasan-keterbatasan ke objek dalam mencangkup wilayah pengamatannya; lalu kemunculan serangan OPT di luar area *sampling*/pengamatan POPT.

Jadi, untuk mengatasi permasalahan ini diperlukan metode deteksi kerusakan pada tanaman untuk area yang luas. Merujuk dari variabel tersebut tim melakukan *pustaka spectral*.

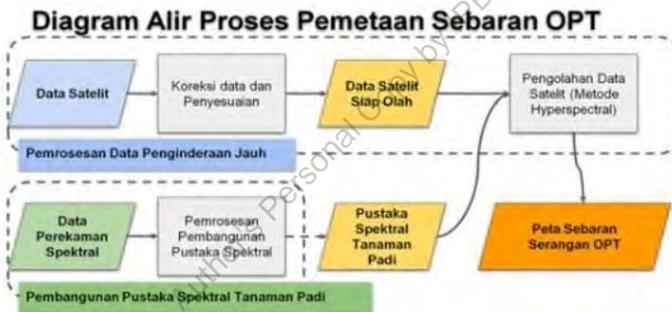
Alur Proses Pemetaan Sebaran OPT

Metode penghitungan luasan serangan OPT menggunakan konvensional (*eye estimate*) memiliki kelemahan karena terbatasnya SDM yang melakukan pengamatan apalagi bila luas areal pengamatannya

sangat luas. Oleh karena itu, sudah saatnya mengembangkan metode perhitungan yang lebih *scientific*, yakni dengan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) menggunakan satelit.

Citra satelit akan diolah menggunakan *pustaka spektral* sehingga menghasilkan data prakiraan serangan OPT. Data yang dihasilkan pun relatif lebih akurat, minim kesalahan, transparan, dan *fairness*.

Untuk menyajikan data serangan OPT berbasis citra satelit BRIN bekerja sama dengan Ditjen Perlindungan Tanaman Pangan mengembangkan teknologi agar bisa melihat tanaman pangan yang kecil di daratan. Berikut alur pemetaan sebaran OPT:



Gambar 101. Alur proses pemetaan sebaran OPT

Pada pemrosesan data penginderaan jauh langkah pertama ialah mengambil data dari satelit; kedua koreksi data dan penyesuaian; ketiga data satelit diolah dengan bantuan komputer dan spektrometer; pengolah data satelit menggunakan metode *Hyperspectral*; yang kemudian digrafikan dikembangkan menjadi peta sebaran OPT.

Pada proses pembangunan *pustaka spektral* tanaman padi, langkah pertama ialah data perekaman spektral yang sudah dikumpulkan akan diproses untuk pembangunan pustaka spektral; setelah pustaka

spektral tanaman pangan khususnya padi akan dikorelasikan dengan pengolahan data satelit yang diolah dengan metode *Hyperspectral* untuk dikembangkan menjadi peta sebaran OPT.

Tanaman padi merupakan sumber pangan utama masyarakat Indonesia menjadi objek penting untuk diamati. Pengamatan padi dari suatu ketinggian melalui teknologi citra satelit memerlukan referensi untuk mengkorelasikan suatu pemahaman digital. Referensi dalam pengolahan citra satelit berupa pantulan cahaya (*reflection*) dari suatu objek pengamatan.

Daun tanaman padi yang diserang hama merupakan objek pengamatan untuk mengetahui kondisi kesehatan tanaman tersebut. Daun adalah tempat proses *fotosintesis* untuk memproduksi klorofil. Kegagalan pendistribusian nutrisi dari akar menuju daun akan berpengaruh terhadap produksi dan kualitas tanaman tersebut.

Perubahan fisiologis pada daun padi, dari segi warna atau struktur daun dapat dideteksi dengan nilai pantulan cahaya pada permukaan daun. Nilai pantulan dari daun yang sudah terserang serangan penyakit dapat direkam menggunakan spektrometer.

Oleh karena itu, dalam pengukuran nilai pantul memerlukan kehati-hatian yang tinggi terkait kebenaran prosedur pengukuran yang berakibat pada konsistensi hasil pengukuran. Sebelum melakukan pengumpulan data spektral sebaiknya mengklasifikasi. Berikut klasifikasi data/*sample* menjadi empat bagian, antara lain:

S1 = stadia 1	Vegetatif	Anakan maksimum	30–40 hst
S2 = stadia 2	Primordia	Pengisian malai	40–60 hst
S3 = stadia 3	Masak susu	pemasakan	60–90 hst
S4 = stadia 4	Panen/menjelang panen	panen	90–120 hst

Berdasarkan hasil klasifikasi daun, berikut klasifikasi daun yang terserang WBC:

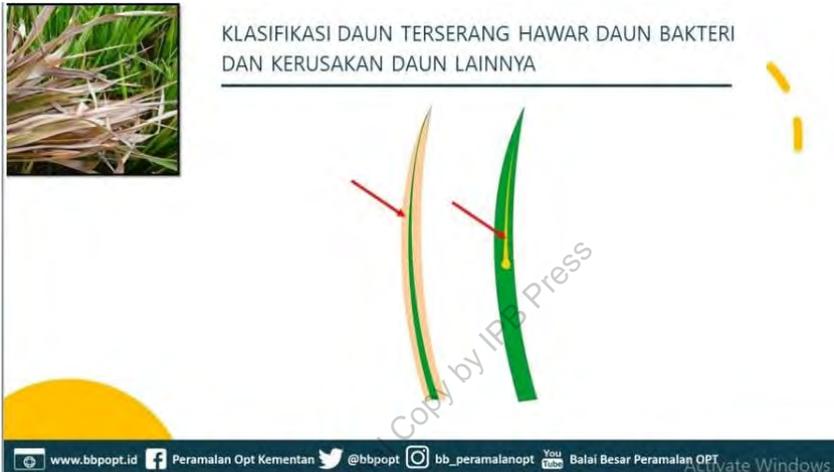


Gambar 102. Klasifikasi daun terserang WBC

Berikut ini ada empat kategori yang diklasifikasi berdasarkan pantulan cahaya:

- Kategori A, kurang lebih sepertiga daun mengering dan pengukuran dekat perbatasan antara daun yang sudah kering dengan daun yang masih hijau atau daun yang agak menguning.
- Kategori B, daun setengahnya mengering atau sekitar 50%, daun diukur di daerah dekat perbatasan antara yang mengering dengan yang masih hijau agak kekuningan.
- Kategori C, daun itu 100% mengering. Jadi, mengukurnya boleh bagian mana saja asal terbebas dari jelaga/kotoran (kering bersih).

- Kategori D, daun belum mengering hanya menguning saja serangannya bisa dihentikan sehingga tidak sampai *over bone*. Jadi, diukur di daerah perbatasan antara kuning dengan hijau. Berikut contoh daun padi yang terserang hawar daun:



Gambar 103. Klasifikasi daun terserang hawar daun bakteri dan kerusakan daun lainnya

Gambar di atas kerusakan yang disebabkan oleh hawar daun/WBC, bakteri HGB, atau BLB. Kondisi daun yang diukur lebarnya paling kecil satu, sudah mengering, menggulung, menghitam, dan lain-lain. Daun yang sebelah kanan terkena penyakit BRS maka diukur daerah yang mengalami kering tersebut (bagian tengah).

Berikut dokumentasi pengambilan sampel di beberapa kabupaten di Jawa Barat:



Gambar 104. Pengambilan sampel daun bergejala

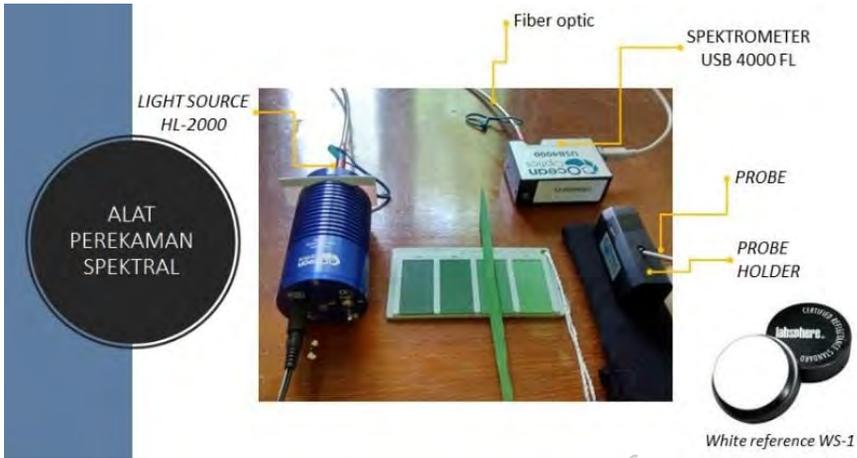
Gambar di atas saat pengambilan sampel daun bergejala ini di beberapa daerah di Jawa Barat akibat serangan hama WBC, HBD, dan Tungro dengan kerusakan sedang dan berat. Jumlah daun yang diukur 9 sampai 10 rumpun minimal 30 daun yang memiliki tren atau gejala yang sama atau mirip.

Proses Perekaman Spektral

Penginderaan jarak jauh bekerja berdasarkan gejala kerusakan tanaman dibedakan dalam penampakkannya dengan vegetasi di sekitarnya. Gambaran vegetasi ditangkap dengan sensor yang diperoleh citra satelit, lalu diproses dengan program komputer. Program dapat menghasilkan peta tipe vegetasi dan perhitungan persentase area yang terinfeksi OPT/tanaman invasif.

Pada proses perekaman pustaka spektral, pastikan alat dan komputer/laptop terkoneksi. Selanjutnya buka *spectra suite*, lakukan *setting integration time*, *scan to average*, dan *boxcar*. Sebelum dilakukan perekaman, lakukan referensi putih dan referensi gelap. Letakkan *probe* di atas sampel daun (posisi tulang daun di bawah) yang akan direkam. Jarak ideal dari *probe* ke media yang akan direkam yaitu 1–2 cm. Nyalakan *light source* dan tunggu sampai muncul grafik yang tepat, kemudian disimpan.

Lakukan prosedur yang sama sampai semua sampel sudah terekam reflektannya. Jumlah sampel yang direkam minimal 50 sampel. Jika jumlahnya lebih akan semakin baik. Jika dalam perekaman terjadi grafik yang berbeda, seperti lompatan grafik terlalu tinggi atau tidak teratur lakukan kembali referensi putih dan gelap. Berikut alat-alat untuk perekaman spektral:



Gambar 105. Alat perekaman spektral

Gambar di atas merupakan alat pengumpulan sampel spektral. Alat utama yang dibutuhkan adalah spektrometer. Spektrometer memiliki kemampuan perekaman untuk panjang gelombang tertentu sesuai dengan tipe alat.

Secara umum yang dapat diukur spektrometer adalah intensitas, serapan, transmisi, pantulan, dan *relative irradiance*. Untuk pengamatan daun padi cukup menggunakan kemampuan proses pantulan (*reflection*) saja.

Pada kegiatan perekaman nilai spektral menggunakan spektrometer *Ocean Optic* tipe USB 400FL yang dilengkapi *light source* HL 2000. *Probe* digunakan dengan *fiber optic* sebagai penghubung antara *spektrometer*, *probe*, dan *light source*. Selanjutnya sampel warna daun digunakan bila hasil spektral tidak konsisten akan dibandingkan dengan bagan warna daun. Sebelum perekaman harus menentukan referensi putih menggunakan *White Reference* WS-1 untuk menentukan pantulan dengan nilai tertinggi yang dapat diterima sensor.

Spektrometer di atas memiliki kemampuan rekam panjang gelombang 200 sampai 1100 nanometer. Selama proses perekaman harus diperhatikan mengenai target panjang gelombang. Perekaman spektral memerlukan *light source* sebagai sumber cahaya untuk menghasilkan gelombang yang akan dipantul oleh objek (daun).

Kemudian kegiatan rekaman spektral dianalisis di komputer atau laptop, kemudian dibuatkan pustaka spektral. Konversi data *spektrometer* (*tipe data procspec*) ke *Tab Delimited import* dari teks ke excel untuk memisahkan data spektral daun yang sehat dan sakit, kemudian setiap sample dirata-ratakan dan dibuat grafik yang disebut Kurva Spektral.



Gambar 106. Kegiatan perekaman spektral

Rekaman spektral yang didapatkan lalu dianalisis, kemudian dibuat pustaka spektral. Analisis data pustaka spektral konversi data spektrometer (*tipe data Procspec*) ke *Tab Delimited* (*text ASCII*). Impor dari *text* ke excel, pisahkan data spektral daun padi yang sehat, dan yang sakit atau masing-masing klasifikasi. Simpan per *end member*, kemudian lakukan seleksi sampel, grafik yang tidak sama dibuang, kemudian dari setiap sampel dirata-ratakan dan dibuat grafik.

Analisis pustaka spektral dikombinasikan dengan citra satelit menggunakan aplikasi ENVI. Mempersiapkan citra satelit sesuai dengan koordinat wilayah pengamatan. Kalibrasi citra satelit dengan *software* ENVI. *Cropping* Citra sesuai dengan peta *Shapefile* kabupaten. Mengolah Pustaka Spektral (*.txt) menjadi Pustaka Spektral ENVI (*.hdr). *Resampling* pustaka spektral menjadi *endmember resample*. Membaca *endmember resample* dengan metode *Linear Spectral Unmixing* (LSU). Berikut grafik hasil analisis data pustaka spektral:



Gambar 107. Contoh data hasil perekaman spektral

Gambar di atas contoh hasil perekaman spektral pada varietas mekongga stadia 3. Garis biru menandakan daun sehat itu dan garis *orange* menandakan daun terkena serangan WBC. Daun mengandung tiga pigmen, yakni klorofil, *carotenoid*, dan *anthocyanin*. Daun yang terserang WBC kandungan pigmen karotenoid lebih tinggi dari klorofil sehingga serapan cahaya masuk ke daun menjadi berkurang dan menghambat fotosintesis pada daun.

Soil Plant Analysis Development (SPAD)

Soil Plant Analysis Development (SPAD) adalah alat pendeteksi kandungan klorofil di lapangan. Penggunaan SPAD untuk mengukur kandungan klorofil dan menentukan kesehatan tanaman berdasarkan warna hijau daun. SPAD merupakan teknologi manual yang membutuhkan waktu lama dan kurang efektif jika digunakan dalam satu areal lahan yang luas. Meski begitu, SPAD sangat berfungsi untuk memverifikasi ulang kehijauan daun, bila hasil pemantauan citra satelit diprediksi kurang akurat. Cara kerjanya sangat sederhana, daun ditempelkan ke SPAD maka hasil klorofilnya akan langsung muncul di monitor.

CONTOH DATA HASIL PENGUKURAN KLOORIFIL DAUN MENGGUNAKAN SPAD



Gambar 108. SPAD

Gambar di atas merupakan mekanisme penggunaan SPAD, daun cukup ditempelkan di alat maka akan muncul angka atau ukuran klorofilnya (warna hijau daun).

Saat ini BBPOPT melakukan pengembangan dari kajian sebelumnya untuk menguji/memvalidasi kehijauan daun saat terjadi perhitungan spektral yang kurang valid.

BBPOPT sudah mengambil sampel si sembilan lokasi antara lain: Tasikmalaya, Sukoharjo, Subang, Sidoarjo, Purwakarta, Madiun, Indramayu, Cirebon, Ciamis, dan yang paling banyak pustaka spektralnya di RG (*Rest Garden*) di area Kantor BBPOPT yang merupakan kebun percobaan sekaligus laboratorium.

Berdasarkan pengamatan, tata kelola atau cara budidaya setiap daerah berbeda-beda. Hal itu menjadi salah satu faktor perbedaan pustaka spektral pada setiap daerah.



Gambar 109. Komposisi pustaka spektral OPT berdasarkan lokasi (9 lokasi)

Selanjutnya, komposisi pustaka spektra berdasarkan OPT dan daun sehat. Perhatikan grafik berikut:

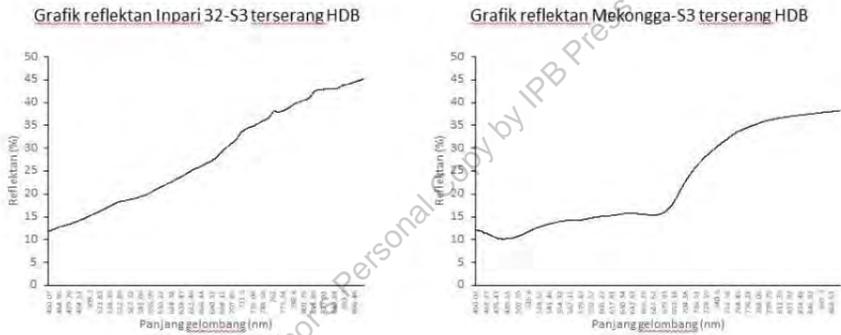


Gambar 110. Komposisi pustaka spektral padi berdasarkan OPT dan daun sehat

Pustaka spektra yang dimiliki BBPOPT sekitar 24 varietas padi, dan yang paling banyak varietas *Ciherang* karena dalam beberapa tahun terakhir merupakan Primadona petani, lalu saat ini petani mulai memilih varietas *Inpari 32*. Harapannya ke depan BBPOPT akan perbanyak pustaka spektral dari jenis yang lain.

Analisis Citra Satelit

Cara mengidentifikasi serangan OPT dengan memanfaatkan foto citra satelit. Langkah pertama siapkan dahulu pustaka spektranya;



Gambar 112. Grafik reflektan

Setelah mendapatkan pustaka spektralnya, lalu pilih citra satelit yang akan digunakan, bisa memakai aplikasi Google Earth Engine.

PEMANGGILAN DAN OLAH CITRA SATELIT LANDSAT 8



Gambar 113. Pemanggilan dan olah citra satelit Landsat 8

Aplikasi Google Earth Engine mendapatkan data dari citra satelit landsat 8 atau Sentinel 2. Kualitas gambar yang dihasilkan dari aplikasi ini relatif bagus karena menggunakan resolusi menengah. Selain aplikasi ini tidak berbayar/gratis, keunggulan lainnya adalah tidak perlu meminta izin atau verifikasi data sehingga dalam pengoperasiannya sangat aplikatif (mudah).

Setiap satelit mempunyai spesifikasi masing-masing. Satelit mengelilingi bumi untuk mengambil gambar permukaan bumi. Ketika melewati sebuah wilayah dan mengambil gambar pada permukaan bumi, satelit merekam dengan cara menembakkan cahaya menggunakan *Band*. *Band* merupakan pita cahaya atau saluran panjang gelombang direkam oleh satelit.

Satelit Landsat 8 tergolong citra satelit resolusi menengah memiliki 11 *band*, tetapi pada Google Earth Engine terbatas hanya 5 *band* karena reflektan/gelombang pantulan hanya efektif sampai 865 nanometer.

Panjang gelombang tiap band pada Landsat 8

Band Number	µm
1	0.433-0.453
2	0.450-0.515
3	0.525-0.600
4	0.630-0.680
5	0.845-0.885
6	1.550-1.660
7	2.100-2.300
8	0.500-0.680
9	1.360-1.390
10	10.6-11.2
11	11.5-12.5

Band	Nilai median panjang gelombang (nm)
B1	443,035
B2	482,155
B3	561,640
B4	654,560
B5	865,120

Gambar 114. Panjang gelombang tiap band pada landsat 8

Perhatikan gambar di atas. Pada band 1 panjang gelombangnya 0,433 sampai 0,453 nm maka nilai median (nilai tengah) panjang gelombangnya adalah 443,035 nm. Band 2 panjang gelombangnya 0,450–0,515 nm maka nilai median panjang gelombangnya adalah 482,155 nm, begitu seterusnya sampai band 5.

Berikut hasil reflektan pada varietas inpari 32 sehat stadia 3 (S3) pada band 1–5 Landsat 8:

Nilai reflektan Inpari 32 S3 sehat pada band 1-5 Landsat 8

Band	Nilai median panjang gelombang (nm)	Nilai reflektan (%)
B1	443,035	11,34788
B2	482,155	13,46913
B3	561,640	18,57255
B4	654,560	25,19373
B5	865,120	44,36225

Nilai reflektan Mekongga S3 sehat HDB pada band 1-5 Landsat 8

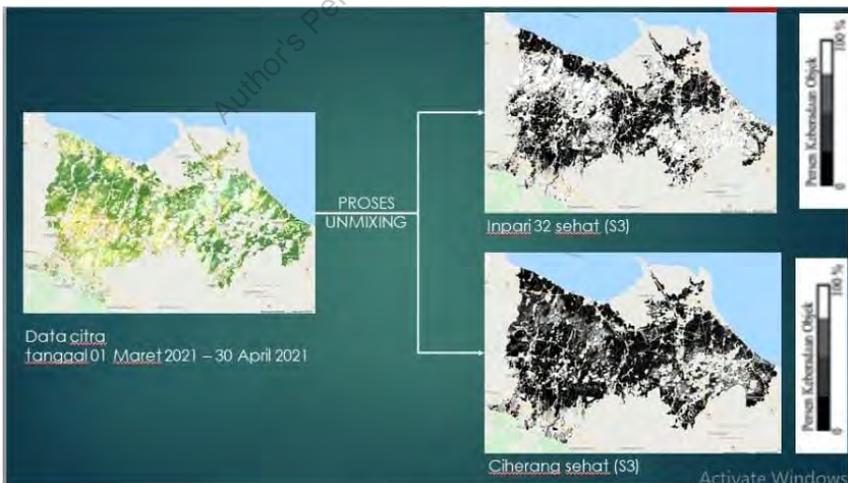
Band	Nilai median panjang gelombang (nm)	Nilai reflektan (%)
B1	443,035	12,55446
B2	482,155	10,18107
B3	561,640	14,14244
B4	654,560	15,60280
B5	865,120	37,93891

Gambar 115. Nilai reflektan pada varietas inpari 32 sehat stadia 3 (S3) pada band 1–5 Landsat 8

Pada *band* 1 nilai median panjang gelombangnya 443,035 maka nilai reflektannya 11,34788%, artinya ketika ditembak dengan panjang gelombang 443,035 itu nilai reflektannya 11,34788%. Selanjutnya pada *band* 5 nilai mediannya 865,120 maka gelombang yang dipantulkan sekitar 44,36225.

Nilai reflektan Mekongga Stadia 3 sehat HDB pada band 1–5 landsat 8. Band 1 nilai mediannya 443,035 dan nilai reflektannya 12,55446%. Band 5 nilai mediannya 865,120 maka nilai reflektannya 37,93891 %. Setelah dibandingkan antara Inpari 32 dengan Mekongga ternyata hasilnya sehat berdasarkan klorofil daunnya. Ternyata kehijauan daunnya bisa diukur oleh alat penginderaan jarak jauh.

Berikut data Citra satelit varietas Inpari 32 dan ciherang S3 di wilayah kabupaten Indramayu pada tanggal 1 Maret 2021 sampai 30 April 2021.



Gambar 116. Data citra satelit varietas Inpari 32 dan Ciherang S3 di wilayah Kabupaten Indramayu

Perhatikan gambar di atas, dari citra satelit dianalisis menggunakan metode *unmixing*. Hasilnya keadaan Inpari 32 sehat, hal ini berdasarkan peta pemetaan dominan warna putih varietas Inpari 32 jumlahnya banyak dan sehat. Sementara pada peta sebaran varietas Ciherang yang sehat jumlahnya sedikit. Hal ini dibuktikan warna putih pada peta sangat sedikit. Sekarang petani menjadi lebih banyak menanam padi inpari 32.

Untuk mengetahui kerusakan tanaman padi akibat OPT maka kumpulkan reflektan spektralnya. Nilai reflektan varietas Inpari 32 dan Mekongga S3 yang terserang HDB pada band 1–5 satelit Landsat 8. Perhatikan data berikut:

Nilai reflektan Inpari 32-S3 terserang HDB pada band 1-5 Landsat 8

Band	Nilai median	Nilai interpolasi
	panjang gelombang (nm)	reflektan (%)
B1	443,035	11,34788
B2	482,155	13,46913
B3	561,640	18,57255
B4	654,560	25,19373
B5	865,120	44,36225

Nilai reflektan Mekongga-S3 terserang HDB pada band 1-5 Landsat 8

Band	Nilai median	Nilai interpolasi
	panjang gelombang (nm)	reflektan (%)
B1	443,035	12,55446
B2	482,155	10,18107
B3	561,640	14,14244
B4	654,560	15,60280
B5	865,120	37,93891

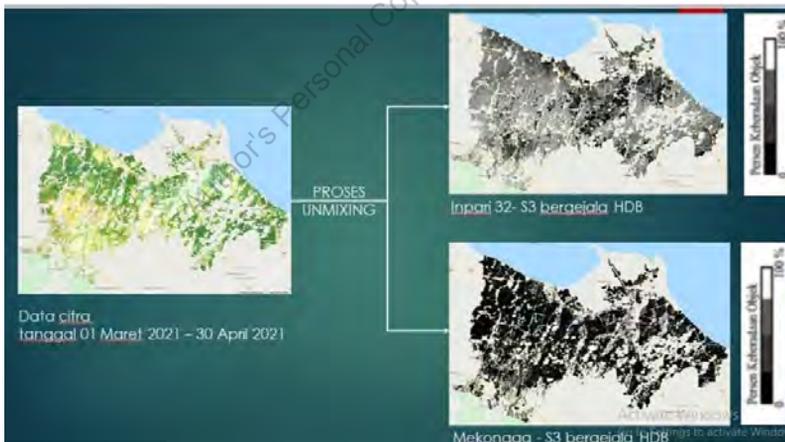
Gambar 117. Nilai reflektan varietas Inpari 32 dan Mekongga S3 yang terserang HDB pada *band* 1–5 satelit

Pada data di atas, nilai reflektan varietas Inpari 32 S3 yang terserang HDB pada *band* 1–5 satelit Landsat 8. Nilai mediannya 443,035 maka nilai reflektan/nilai interpolasi sekitar 11,34788%. Sementara nilai reflektan varietas mekongga stadia 3 yang serang (HDB). Pada nilai

mediannya 443,035 maka nilai interpolasinya 12,55446%. Jadi, ketika daun padi Mekongga ditembakkan gelombang panjang 443,035 maka gelombang yang dipantulkan sebesar 12,55446%.

Nilai reflektan merupakan bantuan untuk melihat pantulan-pantulan warna yang ditembakkan ke objek yang sebelumnya telah diberikan standar pemutih gaya. Komposisi warna pelangi yang dihasilkan dari pantulan tersebut diserap dan diukur menggunakan panjang gelombang nanometer. Pantulan cahaya yang dihasilkan sangat unik atau diibaratkan seperti sidik jari manusia.

Pada akhir musim hujan tahun 2021 bulan Maret ada serangan HDB yang cukup intensif di daerah Pantura, kemudian BBPOPT mengambil *sampling* sebagai berikut.



Gambar 118. Peta serangan HDB data citra satelit di wilayah Indramayu

Perhatikan gambar di atas, gambar peta serangan HDB data citra satelit di wilayah Indramayu pada tanggal 01 Maret 2021–30 April 2021. Dengan menggunakan metode *unmixing*, dapat disimpulkan serangan HDB pada varietas Inpari 32 lebih sedikit dibandingkan Mekongga. Hal ini dapat dilihat dari warna putih yang dihasil pada peta Inpari 32 lebih banyak dibandingkan pada peta Mekongga.

Kelebihannya penerapan metode nilai reflektan ini yakni dapat mendeteksi kerusakan tanaman pada wilayah yang luas serta dalam waktu yang relatif singkat. Bila sudah memiliki data spektral, dapat menganalisis kapan dan di mana pun dengan relatif singkat.

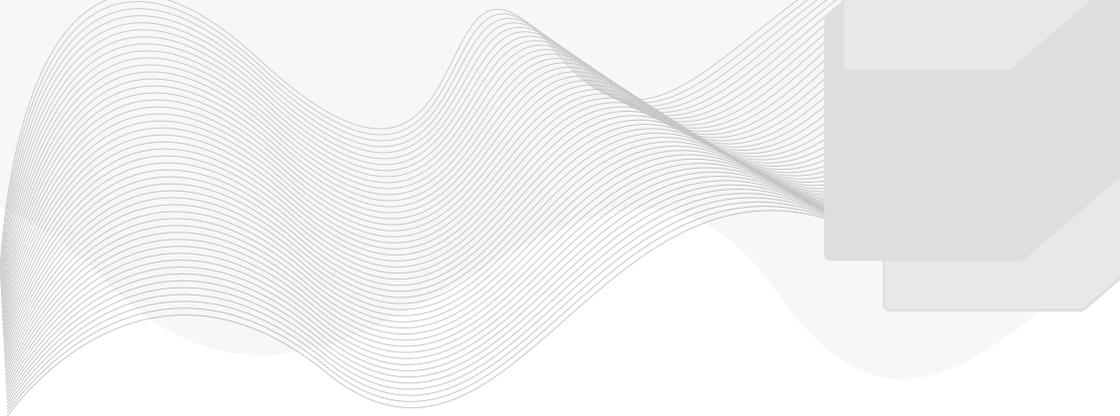
Kekurangannya metode nilai reflektan adalah:

- Pada beberapa kasus meskipun kondisi daun yang sama-sama hijau, tapi hasil pengukurannya tidak konsisten. Misalkan sama-sama coklat di ujung dengan tengah dengan coklat warna ini berbeda maka untuk mengatasinya menggunakan model *cache* atau polanya warna yang lebih dominan;
- Hasil interpretasi Citra ini berpotensi tercampur dengan berbagai objek di lapangan, mungkin di lapangan itu banyak dianggap banyak yang pernah yang serupa sehingga tadi kita lakukan metode *unmixing*;
- Belum bisa mendeteksi adanya serangan OPT dengan kategori ringan. Jadi, biasanya yang terdeteksi sudah kategori sedang atau sampai berat. Kemudian untuk objek-objek yang kecil misalkan untuk penyakit blas;

- Visibilitas terbatas akibat adanya awan,
- Metode ini masih terbatas tanaman padi;
- Belum bisa mengidentifikasi jenis OPT dari citra satelit sehingga POPT tetap harus melakukan peninjauan langsung ke lapangan;
- Penerapannya belum bisa dilakukan oleh masyarakat umum karena harus dilakukan pengujian di laboratorium dan memakai alat khusus.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jarak jauh untuk mitigasi penanggulangan OPT diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan dan adanya kerja sama antara semua pihak untuk menangani permasalahan OPT di Indonesia.

Author's Personal Copy by IAB Press



BAB 4. Pemanfaatan Teknologi *Internet of Things (IoT)* pada Peningkatan Mutu Benih Tanaman Pangan

Pentingnya Pengecekan Mutu Benih dengan Pemanfaatan Teknologi (IoT)

Warsito - (Kepala Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih
Tanaman Pangan dan Hortikultura)

Benih merupakan komoditas agribisnis sehingga harus berkualitas dan bersertifikat agar mampu bersaing memenuhi tuntutan pasar global yang semakin berkembang. Kontribusi benih varietas unggul bersertifikasi cukup signifikan dalam meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman. Selain itu, dapat meningkatkan mutu produk serta sarana dalam pengendalian OPT.

Benih-benih yang diproduksi harus diawasi sesuai prosedur yang berlaku serta direncanakan secara baik sesuai kebutuhan pasar/petani. Peran benih tidak bisa diganti dengan apapun, tidak seperti pupuk buatan/kimia yang bisa diganti dengan pupuk kompos/pupuk organik. Oleh karena itu, benih perlu ditangani dengan baik oleh semua pihak mulai

dari Kementerian Pertanian, instansi-instansi khusus perbenihan mulai dari Dinas Pertanian provinsi, kabupaten/kota dan tingkat kecamatan, peneliti dan mahasiswa, *stakeholder* (produsen benih BUMN/swasta).

Kebijakan Menteri Pertanian mendorong pengelolaan data-data pertanian agar berbasis Informasi Teknologi termasuk benih, pupuk, pestisida/OPT, dan lain-lain. Informasi Teknologi (IT) akan mempermudah arus pertukaran informasi dalam lingkup lokal maupun global, mempermudah masyarakat mengakses informasi yang diperlukan, mendorong kemajuan di berbagai bidang karena kemudahan informasi.

Internet of Things (IoT) adalah konsep atau program sebuah objek yang memiliki kemampuan transmisi atau mengirim data melalui jaringan tanpa menggunakan bantuan komputer dan manusia. Banyak teknologi yang telah menerapkan IoT terutama di bidang pertanian.

BBPPMB-TPH telah memiliki aplikasi untuk mempermudah dan mempercepat proses pengujian mutu benih yang diberi nama SIMPLE (Sistem Informasi Pelaksanaan Pengujian Laboratorium), diharapkan aplikasi ini dapat membantu proses sertifikasi benih mitra/produsen benih swasta dan BUMN mulai dari permohonan sampai mengeluarkan sertifikat.

Latar belakang pengembangan aplikasi SIMPLE karena adanya permasalahan selama proses pengawasan mutu benih tanaman pangan. Permasalahan tersebut muncul karena belum optimalnya kinerja pengawasan mutu benih khususnya dalam pengawasan peredaran benih. Informasi kegiatan perbenihan khususnya alokasi bantuan benih belum *update*. PBT semakin berkurang sementara formasi ada di Kabupaten/Kota dan tidak melaksanakan tupoksi pengawasan mutu benih.

Sebagian PBT belum dapat menjangkau seluruh wilayah kerja karena masih kurangnya jumlah PBT yang menjadi PPNS sementara peredaran benih yang diawasi jumlahnya cukup banyak. Penanganan kasus masih belum dilakukan secara maksimal oleh PBT/PPNS karena masih ada kekhawatiran dari PBT yang melapor.

BBPPMB-TPH adalah institusi yang mempunyai kewenangan/mempunyai tugas pokok melaksanakan pengembangan metode maupun inovasi serta memberikan bimbingan teknis untuk mempercepat pengujian mutu benih. Selain itu, membuat regulasi dan penerapan sistem manajemen mutu benih tanaman pangan dan hortikultura sesuai dengan Permentan No. 41 Tahun 2020, tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Besar POPT, Balai Besar PPMBTPH dan BPMPT

Implementasi Permentan NO 41 Tahun 2020 mengenai tugas BBPPMB-TPH, yakni mempunyai tugas untuk meningkatkan kompetensi petugas-petugas perbenihan terutama PBT dan petugas analis laboratorium.

Benih yang bermutu benih yang bersertifikat harus melalui sistem pengawalan/pengawasan yang ketat, mulai dari persiapan masa tanam, pengujian di laboratorium, sampai penerbitan sertifikat dan labelnya.

Teknis peredaran benih tanaman pangan berlandaskan pada kepmenpan: 992/HK.150/C/05/2018 pada tanggal 7 Mei 2018 tentang Petunjuk Teknis Peredaran Benih Tanaman Pangan. BBPPMB-TPH fokus dalam pengecekan benih bina. Benih bina adalah benih yang masih dalam bentuk biji dan sudah disertifikasi serta dilengkapi label ketelusuran.

Ada empat hal yang harus dipahami mengenai pengecekan mutu benih bina. Pertama, pemeriksaan kebenaran label, petani/pelaku tani ketika menerima bantuan benih pemerintah ataupun membeli benih di koperasi/toko harus memeriksa labelnya. Untuk mengetahui masa kedaluwarsa, bila telah melewati masa kedaluwarsa mohon segera menukarkannya.

Teliti sebelum membeli, istilah ini harus diterapkan oleh petani saat memilih benih bina, pemeriksaan kemasan sangat penting dilakukan. Memeriksa kondisi kemasan apakah masih utuh atau rusak karena pendistribusian dari produsen ke konsumen melalui perjalanan yang cukup panjang dan memungkinkan terjadinya kerusakan saat di perjalanan.



Gambar 119. Bantuan benih pemerintah

Setelah melakukan pemeriksaan sederhana, untuk memastikan kualitas benih unggul sebaiknya melakukan pengambilan sampel benih dengan berkoordinasi dengan UPT Pertanian setempat. BBPPMB-TPH secara kontinu melakukan Bimtek latihan ujian sertifikasi, salah satu peningkatan kompetensinya yakni cara pengambilan sampel benih dan pengujian laboratorium sesuai prosedur. Setelah sampel masuk ke laboratorium akan diuji daya berkecambah, kadar air, fisik, dan kemurnian varietasnya sesuai dengan standar.

Pelaksanaan Kegiatan Uji Petik Mutu Benih Beredar

Pelaksanaan kegiatan uji petik mutu benih yang sudah beredar yaitu untuk mengecek benih-benih yang sudah beredar atau yang sudah distribusikan ke daerah/ke kelompok tani. Benih-benih ini biasanya kemudian disimpan di gudang gudang, milik produsen benih milik kelompok tani yang ada di beberapa provinsi target.

Tim Balai Besar PPMBTPH didampingi oleh Pengawas Benih Tanaman setempat melakukan Uji Petik terhadap benih yang sudah beredar. Setiap tahun rutin melaksanakan kegiatan ini karena sangat penting sekali untuk melihat benih yang sudah beredar di petani masih sesuai standar atau tidak. Bila setelah dilakukan pengujian dan hasilnya tidak sesuai standar maka akan dilakukan penarikan benih demi menjaga produktivitas pangan di Indonesia.



Gambar 120. Pengecekan Mutu Benih

Gambar di atas saat pelaksanaan kaitannya dengan uji pengambilan sampel benih bantuan dari pemerintah pada tahun 2020.

Peranan BBPPMB-TPH dalam mendukung pengecekan mutu benih dari hasil pengembangan dan validasi metode uji sesuai dengan Kepmentan No 993/HK.150/C/05/2018.

Peranan Balai Besar PPMBTPH dalam Mendukung Pengecekan Mutu Benih dari Hasil Pengembangan dan Validasi metode

No.	Hasil Pengembangan Metode Uji Cepat	Bahan Kebijakan	Waktu Pengujian		Percepatan Waktu (%)
			Awal	Hasil Uji Cepat	
1	Metode uji penetapan kadar air pada benih kedelai	Kepmentan No 993/HK.150/C/05/2018 Petunjuk Teknis Pengambilan Contoh dan Pengujian Mutu Benih	17 Jam	1 Jam	94
2	Metode uji TZ pada benih kedelai sebagai metode uji daya berkecambah	Kepmentan No 993/HK.150/C/05/2018 Petunjuk Teknis Pengambilan Contoh dan Pengujian Mutu Benih	8 Hari	3 Hari	63
3	Metode uji penetapan kadar air pada benih sawi	Kepmentan No 300/kpsts/SR.130/12/2016 (Pedoman Uji Mutu Benih Hortikultura)	17 jam	1/2 Jam	97

Gambar 121. Peranan BBPPMB-TPH dalam mendukung pengecekan mutu benih

Hasil pengembangan metode uji cepat pada penetapan kadar air pada benih kedelai yang awalnya membutuhkan waktu pengujian sampai 17 jam kini menjadi satu dengan persentase percepatan mencapai 94%.

Penggunaan metode uji uji berkecambah pada benih kedelai, awalnya membutuhkan waktu 8 (delapan) hari setelah menggunakan metode uji TZ menjadi 3 hari dengan persentase percepatan waktu mencapai 63%.

Pengembangan metode uji penetapan kadar air pada benih sawi berdasarkan kebijakan Kepmentan No 300/KPSTS/SR.130/12/2016 mengenai Pedoman Uji Mutu Benih Hortikultura. Awalnya waktu pengujian benih sawi membutuhkan waktu 17 jam dengan hasil uji cepat hanya membutuhkan waktu 30 menit tingkat percepatan

waktu mencapai 97%. Pengembangan metode uji cepat masih tahap pengembangan dan semoga segera diaplikasikan di masing-masing laboratorium BPSB di Indonesia.

Pada tahun 2021 BBPPMB-TPH berhasil melakukan penelitian dan hasil pengembangan dan validasi mode 2021 akan dimasukkan dalam Kepmentan 992 yang akan datang. Hasil uji cepat viabilitas dengan menggunakan metode kemunculan radikula (*Radicula Emergence*) pada benih padi, jagung, dan kedelai dapat mempercepat waktu pengujian yang diharapkan oleh semua pihak.

Metode uji pemunculan radikula adalah mengukur panjang radikula pada tahap awal perkecambahan benih. Pengujian radikula menurut ISTA Rules pada benih jagung dilakukan dengan membuat 25 benih sebanyak 8 ulangan dengan suhu $20 + 1^{\circ}\text{C}$ atau $13 + 1^{\circ}\text{C}$ diukur setelah 144 jam + 1 jam (6 hari + 1 jam). Perhitungan waktu yang akurat pada suhu 20°C ketika pemunculan kecambah terjadi dengan cepat. Benih dapat dianggap memenuhi uji radikula bila telah muncul minimal 2 mm.

UJI CEPAT VIABILITAS BENIH PADI DENGAN MENGGUNAKAN METODE PEMUNCULAN RADIKULA (<i>RADICULA EMERGENCE</i>)				
No.	Komoditas	Waktu Pengujian (Hari)		Percepatan Waktu (%)
		Daya Berkecambah (DB)	Pemunculan Radikula (RE)	
1	Benih Padi	14	3	79
2	Benih Jagung	7	2	71
3	Benih Kedelai	8	2	75

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan
Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura

Gambar 122. Uji cepat viabilitas benih padi

Benih padi sebelum pemunculan radikula membutuhkan waktu daya berkecambah 14 hari tetapi setelah menggunakan pemunculan radikula menjadi 3 hari, percepatan waktu hingga 79%.

Benih jagung sebelum pemunculan radikula membutuhkan waktu daya berkecambah 7 jam, tetapi setelah menggunakan pemunculan radikula menjadi 2 hari, percepatan waktu hingga 71%. Pada benih kedelai sebelum pemunculan radikula membutuhkan waktu daya berkecambah sampai 8 hari, tetapi setelah menggunakan pemunculan radikula menjadi 2 hari, percepatan waktu hingga 75%.



Gambar 123. Uji validasi

Tujuan pemunculan radikula supaya benih-benih yang diuji tidak melebihi waktu yang ditetapkan dan ketika benih-benih mau ditanam oleh petani siap tanam.

Peningkatan mutu benih dengan memanfaatkan teknologi diharapkan dapat meningkatkan penggunaan benih bermutu dan bersertifikat di tingkat petani, hal ini diperlukan kerja sama yang berkesinambungan antara pemerintah dengan produsen benih agar dapat meningkatkan produksi produktivitas tanaman pangan dan meningkatkan kesejahteraan petani.

Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) di Sektor Pertanian

Bayu - (Mewakili Kepala Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian)

Pondasi dasar perekonomian suatu bangsa adalah kuatnya sektor pertanian. Stabilitas pertanian harus mendapatkan perhatian yang serius untuk menjaga ketahanan pangan. Indonesia memiliki potensi yang tinggi menjadi negara maju mengingat potensi sumber daya alam yang melimpah. Namun, kenyataannya sektor pertanian Indonesia tidak berkembang dengan signifikan karena petani masih menggunakan teknik konvensional.

Selama ini pemerintah melalui Kementerian Pertanian sudah memaksimalkan penerapan teknologi di sektor pertanian, tetapi masih terkendala pengetahuan petani dalam pengaplikasiannya. Fenomena *aging farming* atau penuaan petani didasari generasi muda tidak mau bekerja di sektor petani karena paradigma sektor pertanian kurang bergengsi dan kurang memberikan finansial yang memadai. Padahal bila regenerasi petani milenial dapat dilakukan maka pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) di sektor pertanian dapat berkembang pesat.

Setiap informasi publik harus diperoleh dengan cepat dan tepat waktu, biaya ringan, dan aplikatif. Hal ini sesuai dengan Undang-undang No. 14 Tahun 2008 tentang keterbukaan informasi publik atau disebut UU KIP. Berdasarkan peraturan tersebut, Kementan melaksanakan tugasnya dengan mengeluarkan kebijakan Permentan No. 32 tahun 2012 tentang Pengelolaan dan Pelayanan Informasi Publik di Lingkungan Kementerian Pertanian. Guna meningkatkan layanan yang prima untuk menjalankan tupoksinya. Kementan melalui Pusdatin (Pusat Data dan

Sistem Informasi Pertanian) diamanahi untuk memberikan informasi pertanian serta sebagai sumber informasi pertanian yang lengkap, cepat, akurat, serta terpercaya untuk mendukung pembangunan pertanian Indonesia.

Berpedoman pada panduan umum Tata Kelola TIK Nasional, rencana Induk TIK sebaiknya didukung dengan perencanaan atas komponen arsitektur informasi, aplikasi, infrastruktur teknologi, organisasi, dan manajemen. Berikut Arsitektur TIK di Kementerian Pertanian Republik Indonesia:



Gambar 124. Arsitektur TIK Kementan

Infrastruktur TIK

Pusdatin mengelola suprastruktur meliputi anggaran TIK, SDM TIK berbasis kompetensi dan dokumen TIK. Dalam penyediaan layanan infrastruktur TIK, Pusdatin telah mengelola *data center* dan infrastruktur *backbone* jaringan komputer yang melayani segala kebutuhan penyimpanan data/informasi pertanian dan akses internet di ruang lingkup Kementan.

Melalui Sub Bidang Sistem Jaringan Komputer yang berada di bawah koordinasi Bidang Pengembangan Sistem Informatika memiliki tugas utama untuk menyiapkan, merencanakan, serta melakukan pembinaan SDM yang terkait dengan pengelolaan sistem jaringan komputer. Artinya tim ini bertugas menyediakan dan mengelola sistem infrastruktur TIK yang meliputi layanan *data center*, layanan jaringan, layanan koneksi internet, layanan sistem komunikasi/kolaborasi, pedoman tata kelola TIK, dan pembinaan SDM melalui *workshop*. Seluruh kegiatan dilakukan selama 24 jam.

Layanan *data center* Kementan yang dikelola oleh Pusdatin melayani penyimpanan atau *hosting* seluruh aplikasi sistem informasi seluruh Eselon 1. Layanan ini sesuai dengan kebutuhan akses data dan informasi, koneksi internet yang stabil dan cepat serta dukungan sarana listrik yang beroperasi selama 24 jam.

Dengan kapasitas yang relatif tinggi maka perangkat jaringan, *server*, dan *storage* yang dimiliki harus sentiasa terjaga performanya. Oleh karena itu, perlu peningkatan kapasitas dan standar layanan yang baik untuk mengantisipasi permintaan layanan *hosting (collocation)* sistem informasi pertanian yang terus meningkat.

Pusdatin juga memberikan layanan koneksi jaringan di lingkungan Kementan, mulai dari kantor pusat pertanian di Ragunan hingga kantor pusat di Pasar Minggu. Layanan ini meliputi koneksi internet ke jasa ISP dengan *bandwidth* internasional serta nasional IX serta *backbone fiber optic* yang menghubungkan ke seluruh gedung dan area kantor pusat.

Seluruh layanan ini di-*monitoring* selama 24 jam selama 7 hari seminggu, tujuannya mengantisipasi agar layanan tersebut tetap stabil dan beroperasi dengan baik. Fasilitas tambahan lainnya yaitu berupa dukungan UPS, genset, dan AC presisi untuk jaminan ketersediaan listrik serta suhu operasional yang terjaga. Untuk lebih jelasnya perhatikan spesifikasi infrastruktur jaringan internet di Kementan:

Tabel 2. Spesifikasi infrastruktur jaringan internet di lingkungan Kementan

No	Infrastruktur Kementan	Keterangan
1	Internet	<i>Bandwidth</i> 80 MBps IX, 400 Mbps IIX
2	Subdomain	236 subdomain
3	<i>Storage</i>	70TB
4	<i>Email dan Milist</i>	3081 <i>account email</i> dan 10 <i>distribution list</i>
5	<i>User Kementan</i>	351 <i>user (access point dan LAN)</i>
6	Komputer Lab	15 unit <i>core i3</i> (2013), 5 unit <i>core i5</i> (2013), dan 20 unit <i>core 3duo</i>
7	<i>Server</i>	99 <i>server logic</i> dan 34 server fisik yang terdiri atas 21 server milik Pusdatin, 13 milik Eselon 1, dan lainnya lingkup Kementan
8	Perangkat pendukung	UTM, <i>Cache Engine</i> . dan <i>Anti Spam email</i> (2013 Peningkatan Kapasitas DC)
9	DRC	Internet: <i>Bandwidth</i> 5 MBps <i>Server</i> : 2 unit <i>Store</i> : 3 TB (yang sudah digunakan sekitar 45%) Perangkat pendukung: <i>Switch, SAN Switch, Router, UPS, Firewall</i> (2013, ex DC)

Berdasarkan arsitektur TIK Kementerian Pertanian Sistem Pelayanan Administrasi dikelompokkan menjadi dua bagian, yakni:

1. Aplikasi administrasi dan Manajemen, yakni aplikasi bisnis proses internal ini dikelola oleh Sekjen Pertanian, meliputi aplikasi kepegawaian, aplikasi keuangan, aplikasi perlengkapan, dan aplikasi *monitoring*;

2. Aplikasi layanan spesifik yakni aplikasi bisnis proses eksternal yang dikelola oleh masing-masing Eselon 1 dan 2, meliputi: *e-form* tanaman pangan dan hortikultura, *e-proposal*, basis data statistik pertanian, dan aplikasi perizinan pertanian.

Seiring berjalannya perkembangan teknologi kini Pusdatin memanfaatkan IoT untuk mengintegrasikan sistem pengolahan data yang disebut *Big Data*. *Big data* adalah kumpulan *database* dari sumber yang terpisah agar mudah dalam memonitor, mempelajari, mengolah, menganalisis, dan menyimpan data baik internal maupun internal. Dengan tujuan dapat menghemat waktu, tenaga, dan biaya serta segera menetapkan keputusan yang tepat.

Big data yang muncul pada era 4.0 karena terotomatisasinya data dari berbagai sumber melalui internet. Karakter utama dari *Big Data* menurut Marr (2015) *Volume*, dengan meningkatnya data yang tersedia; *Velocity*, artinya *Big Data* berkenaan dengan frekuensi berisi pembuatan atau pengiriman data; *Variety*, *Big Data* berisi data terstruktur, semi terstruktur, dan tidak terstruktur. *Variety* menjadi elemen yang penting karena dihasilkan dari banyak jenis sumber maupun format meliputi *teks*, *web*, *tweet*, suara, video, *click-stream*, *file log*, dan lain-lain. Oleh karena banyak jenis ini maka dibutuhkan model analisis dan prediksi yang berbeda yang membuat informasi tersebut dapat digunakan; *Veracity*, menghasilkan otentifikasi dan data yang relevan untuk dapat menyaring data yang tidak baik; dan *Value* mengacu pada kemampuan mengubah data menjadi nilai.

Sumber data terbagi menjadi dua jenis yakni: (1) Basis data terstruktur yang pemerolehan datanya dari satelit, hasil survei dan IoT; (2) Basis data tak terstruktur pemerolehan datanya dari facebook, twitter, instagram, dan youtube. Pusdatin mengelola portal terintegrasi, *Dashboard AWR (Agricultural War Room)*, DSS, dan *Spasial Mobile*. Salah satu aplikasi yang populer dan terbaru yakni AWR singkatan dari *Agriculture War Room* yang diluncurkan pada tahun 2020.

Agriculture War Room (AWR) merupakan ruangan berisi sejumlah alat pemantau yang berfungsi memperbarui data pertanian di Indonesia secara berkala. Data yang dihasilkan oleh sistem di ruangan ini meliputi luas lahan aku sawah, pasokan pupuk, hingga hasil/luas panen. AWR dilengkapi citra satelit yang dapat merekam berbagai objek, seperti luas lahan. Berikut gambar *Interactive Display Analysis Room* dalam ruangan AWR:



Gambar 125. *Interactive Display Analysis Room* dalam ruangan

Gambar di bawah ini merupakan penampakan *Dashboard ATW* meliputi kostratani, pemetaan lahan, grafik pembangunan pertanian, *monitoring* lahan pertanian, *video conference*, dan media sosial.



Gambar 126. Agricultural War Room

Menteri Pertanian Syahrul Yasin Limpo (SYL) selalu menggabungkan jargonnya “pertanian modern”. Pertanian modern ini harus didukung oleh teknologi-teknologi modern, selama ini pemerintah sudah mendorong untuk petani-petani muda untuk masuk ke dunia pertanian. Oleh karena itu, sekarang Dinas Pertanian banyak melakukan pembinaan kepada petani milenial.

Petani milenial itu petani-petani yang generasi kelahiran antara tahun 1980–2000, artinya mereka tumbuh dan berkembang di era teknologi informasi dengan pemanfaatan *gadget*. Oleh karena itu, diharapkan petani milenial itu bukan bagi petani yang menggunakan caping/bawa cangkul, tetapi petani yang memang sudah memanfaatkan mekanisasi pertanian yang berbasis digital.

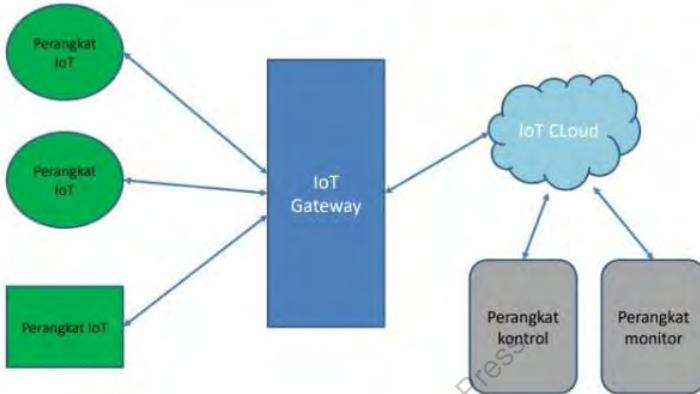
Kementerian Pertanian membangun pertanian dengan memberikan dukungan teknologi digital, misalnya dengan pembangunan *Greenhouse*, memberikan layanan/bantuan peralatan pertanian modern (*drone* dengan sensor, robot pertanian).

Faktor pendukung dalam pembangunan pertanian di era sekarang ini, kita tidak bisa lagi membangun hanya melihat dari satu aspek, tetapi kita harus melihat dari secara utuh dari berbagai hal antara lain komoditi; mekanisasi/mesin; benih unggul/bersertifikasi; asuransi yang terkait dengan usulan perbankan; transportasi; prakiraan cuaca; *crop care* (pupuk/pestisida); penyimpanan/*storage*; *crop scouting*; *analysis tools* (alat untuk pengujian/menganalisis); dan *field history*.

Pembangunan pertanian secara terintegrasi, semua pihak dari hulu sampai ke hilir mampu memanfaatkan pemanfaatan teknologi AI (*artificial Intelligence*) yang didukung dengan teknologi berbasis IoT atau *Internet of Things*. IoT (*internet of thing*) adalah suatu gagasan, suatu objek suatu benda suatu barang atau hewan atau manusia yang dilengkapi dengan suatu perangkat yang mampu untuk mentransmisikan data dan berkomunikasi satu sama lain dalam satu kesatuan yang terpadu melalui jaringan internet sebagai penghubung (*internetworking*) tentunya sebagai jaringan internet tanpa memerlukan interaksi atau intervensi dari manusia atau komputer (*independent system*).

Jaringan dari objek atau benda yang dipasang sensor, perangkat lunak, teknologi lain yang untuk menghubungkan dan saling bertukar data antar perangkat sistem melalui internet.

Arsitektur Internet of Things (IoT)



Gambar 127. Arsitektur *Internet of Things* (IoT)

Sistem kerja IoT, satu perangkat yang sudah ditempel dengan sensor/ IoT kemudian perangkat tersebut akan mengirimkan sinyal dan direspon IoT *gateway*, kemudian disimpan di IoT *cloud* bisa mengoperasikan/ mengendalikan perangkat IoT menggunakan perangkat kontrol dan perangkat monitor. Saat ini sudah banyak dimanfaatkan pada semua lini misalnya bidang industri, kesehatan, manajemen transpor, pertanian, *home living*, *smart education system*, olahraga, dan lain-lain.

Secara umum, ada dua pendekatan untuk IoT: (1) memanfaatkan transmisi data langsung ke internet sehingga data terkirim langsung ke internet sehingga bisa dikirimkan ke perangkat kontrol atau perangkat monitor. Jadi, sensor yang dipasang pada perangkat/hewan/benda akan mengirimkan data secara periodik; (2) data tidak langsung dikirimkan, tetapi dikumpulkan di *Gateway air*, kemudian periode tertentu data baru dikirimkan untuk dibaca di perangkat monitor atau perangkat kontrol.

Jenis-jenis Sensor IoT

Perangkat yang dipasangkan sensor IoT (*Tagging things*) yakni benda yang bisa dikaitkan, ini bisa ditempelkan di dalam bentuk *chip*. RFID (*Radio Frequency Identification*) bekerja dengan bantuan teknologi tanpa kabel. Bahkan sistem kerjanya, seperti bluetooth, *wireless*, NFC, RFID, *radio protocols*, dan WiFi-Direct.

RFID menggunakan medan elektromagnetik sehingga dapat mengidentifikasi objek. Jarak jangkauan RFID jarak pendek adalah sekitar 10 cm, sedangkan jarak jauh bisa mencapai 200 m. Keunggulan dari konektivitas IoT RFID tidak memerlukan daya/baterai.



RFID- Radio Frequency Identification

- Widely used in Transport and Logistics
- Easy to deploy: RFID tags and RFID readers



Sumber: The Internet of Things in Agriculture,
Dishant James, PhD Scholar, Dept. Agri. Extension

Gambar 128. *Tagging Things* dan RFID

Dalam sektor peternakan, yaitu pemasangan irtek untuk mengidentifikasi sapi, kemudian data-data sapi secara periodik data dikirimkan ke perangkat kontrol (RFID) sehingga peneliti bisa memonitor suhu/kondisi kesehatan sapi. Sementara bidang

perdagangan, banyak *department store*/toko yang menggunakan “*sensor tag*” pada baju atau label barang. Jadi, saat melewati alat pendeteksi sensor/saat pembayaran maka perangkat pembaca akan mengirimkan data ke perangkat kontrol. Tujuannya mempermudah pembukuan dan mencegah pencurian.

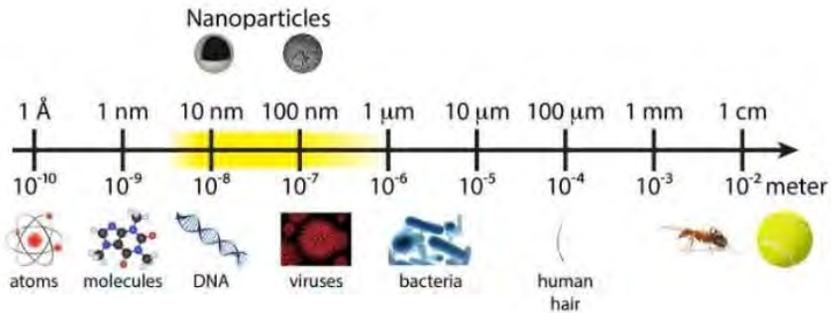
Dalam sektor pertanian penggunaan *drone* menggunakan sensor.



Gambar 129. *Feeling Things*, *Shrinking Things*, dan *Thinking Things*

Feeling Things ada sensor bau untuk penciuman untuk mengetahui kandungan unsur tertentu. Umumnya mendeteksi bahan kimia digunakan di laboratorium.

Shrinking Things, sensor yang menggunakan nanoteknologi. Teknologi dalam skala nano (ukuran berkisar sepermiliar meter) sehingga memungkinkan manusia menyusun atom demi atom untuk membentuk suatu material. Kisaran ukuran material dalam skala nano yakni 1–100 nm. Berikut perbandingan ukuran material nano dengan berbagai objek:



Gambar 130. Material nano

Di Indonesia mulai dikembangkan teknologi nano pada bidang pertanian mulai dari produk pupuk, pestisida, dan sensor nano. Sensor nano sebagai salah satu teknologi nano yang berperan penting untuk mendeteksi dan memantau pertumbuhan tanaman, penyakit, toksisitas, kualitas tanah, serta mengontrol keseluruhan aspek keamanan tanaman pangan.

Sensor nano dibagi menjadi 2 yakni *elektrikal-sensor nano* dan *bio-sensor nano*. Salah satu model sensor nano yang dimanfaatkan dalam pertanian yaitu *sensor nano elektroda emas* yang dimodifikasi dengan partikel nano tembaga. Sensor nano ini dapat mendeteksi serangan jamur patogen dengan menghitung total asam salisilat yang dihasilkan pada tanaman. Asam salisilat merupakan salah satu senyawa yang dijadikan indikator dalam mengukur tingkat stress pada tanaman. Beberapa partikel nano yang telah diaplikasikan sebagai sensor nano dalam pertanian:

NPs	Size (nm)	Sensor type	Target	Detection limit
Gold (Au)	N.A.	Biosensor	Neurotoxic organophorous pesticide in environment	Not available
Liposome (enzyme)	300	Biosensor	Organophorous pesticide	10^{-6} mole
Calcium carbonate-chitosan (CaCO ₃ -chi)	N.A.	Biosensor	Methyl parathion pesticide	1 ng mL ⁻¹
Cu and Au	<100	Electrochemical	Fungal pathogen <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> oilseed rape	0.1 μ M
Au	4–7	Biosensor	Organophorous pesticide and immobilization of protein in food	0.8 pg/mL
Au coated Carbon-nanotube (CNT)	30–60	Electrochemical biosensor	Triazophos in vegetables and food sample	9.3×10^{-8} M
Iron oxide (Fe ₃ O ₄) coated CNT	N.A.	Biosensor	Organochlorine and organophosphate insecticide in food and environment	0.1 nmol L ⁻¹
Silver (Ag)	<50	Raman detector	Monolayer film to detect pesticide	10^{-7} M
Cu	N.A.	Biosensor	Propineb fungicide detection in river and sea water	1 μ M
Ag	~16	Electrochemical	Organophorous pesticide, and dipirex fungicide	0.18 ng mL ⁻¹

Gambar 131. Partikel nano yang telah diaplikasikan sebagai sensor nano dalam pertanian

Thinking things perangkat yang sangat intelijen (*Embedded intelligence*) sehingga mampu berkomunikasi satu sama lain dengan bantuan internet. *Embedded Intelligence* (EI) sebagai integrasi intelijen menjadi produk, proses, dan layanan sehingga bekerja lebih baik dan dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan konektivitas. EI merupakan multidisiplin antara alam dan berbagai bidang keahlian (listrik, elektronik, mekanik dan rekayasa sistem, bahan, desain, manajemen informasi, dan ilmu komputer) untuk memudahkan berkomunikasi atau berbagi informasi.

Pengembangan serta pemanfaatan AL dan IoT di sektor pertanian bisa menggunakan sensor pada citra satelit untuk mengukur kelembapan, cahaya, polusi udara, dan cuaca (angin, hujan).

Pemanfaatan *drone* untuk *Smart Irrigation Sistem* untuk melihat tinggi muka air kemudian data dikirim kemudian dengan aplikasi untuk membuka/menutup pintu air; dan pemanfaatan autonomous traktor, ini juga salah satu yang cukup baik dan canggih dan ini juga merupakan salah satu produk yang sudah dihasilkan di AL pertanian melalui Badan

Litbang sehingga traktor itu bisa bekerja berjalan sendiri tanpa harus ada yang mengendarainya, ini sama seperti mobil-mobil otonom yang sekarang sudah banyak digunakan di negara-negara maju.

Pemanfaatan TIK (*Smart Agriculture*)

Usman Kansong

(Direktur Jenderal Informasi dan Komunikasi Publik – Dirjen IKP)

Jumlah penduduk yang semakin bertambah menyebabkan kebutuhan pangan meningkat dengan signifikan. Pertanian merupakan sumber utama dalam pemenuhan pangan. Penggunaan teknologi pada sektor pertanian belum berjalan secara optimal, dikarenakan faktor masih rendahnya pengetahuan petani mengoperasikannya. Salah satu teknologi yang membantu dalam sektor pertanian ialah teknologi berbasis IoT.

Internet of Things (IoT) adalah benda dan gawai yang tersambung dengan internet. *Internet of Thing* (IoT) adalah sebuah konsep suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

Perkembangan IoT dapat dilihat mulai dari tingkat konvergensi teknologi nirkabel, *microelectromechanical* (MEMS), internet, dan QR (*Quick Responses*) Code. IoT juga sering diidentifikasi dengan RFID (*Radio Frequency Identification*) sebagai metode komunikasi.

Cara kerja *Internet of Things* (IoT) adalah memanfaatkan sebuah argumentasi dari algoritma bahasa pemrograman yang telah tersusun. Setiap argumen yang terbentuk akan menghasilkan sebuah interaksi yang akan membantu perangkat keras atau mesin dalam melakukan fungsi atau kerja.

Unsur Pembentuk *Internet of Things* (IoT)

Unsur pembentuk *Internet of Things* (IoT) yang pertama ialah *Sensor* atau *Device*. Solusi IoT memiliki berbagai bentuk. Terkadang sebuah *device* memiliki lebih dari 1 sensor. Contohnya, solusi manajemen aset likuid, INTANK, memiliki sensor temperatur dan sensor pengukur level likuid. Solusi *monitoring* aset, seperti APM memiliki 2 *device* bersensor yang diletakan di aset dan di ruangan atau alat transportasi aset.

Sesuai dengan kegunaan masing-masing, sensor-sensor ini bertugas mengumpulkan data setiap saat, sesuai interval waktu yang ditentukan. Oleh karena sensor mengumpulkan data berukuran kecil, baterai pada *device* bisa lebih tahan lama, seperti sensor NB-IoT bisa bertahan selama 10 tahun tanpa ganti baterai.

Pembentuk IoT yang kedua ialah *konektivitas*, tanpa konektivitas internet maka data pada *device* tidak akan sampai ke sistem. Sarana komunikasi *device* dengan sistem IoT bisa beragam. Koneksi selular, satelit, WiFi, bluetooth, *low power wide area network* (LPWAN), dan lainnya.

Pemilihan konektivitas disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Untuk industri yang menggunakan banyak *device* kecil di area yang luas, seperti pada pertanian dan penyaluran listrik, LPWAN adalah jenis konektivitas tepat. Sementara untuk industri finansial yang memerlukan keamanan tinggi, SD-WAN, dan *Managed Service Connectivity*.

Pembentuk IoT yang ketiga ialah *Data processing*, saat data dari sensor masuk ke *cloud*, *processing* pun dimulai. Oleh karena data selalu datang dan selalu diperbaharui, *software* bisa melihat perkembangan aset secara *real-time* dan memastikan aktivitas aset sesuai *rule*/parameter yang telah ditentukan. Prosesnya bisa sederhana seperti memastikan jadwal

maintenance sebuah aplikasi. Bahkan bisa juga hal yang lebih kompleks, seperti mengidentifikasi serangan OPT di lahan pertanian melalui kamera citra satelit.

Pembentuk IoT yang keempat ialah *User Interface*. *User Interface* adalah tempat data ditampilkan agar *user* dapat mengamati aktivitas *real-time* yang terjadi pada seluruh *device* dalam perusahaan. *User* juga dapat mengubah pengaturan, *rules*, dan *action* yang dilakukan oleh sistem IoT.

User Interface umumnya ditampilkan di sebuah *device*, seperti *smartphone*, *android*, tablet, PC, dan lain-lain. Selain digunakan untuk menampilkan informasi yang diperlukan, *user interface* juga berfungsi untuk berinteraksi atau mengendalikan *device* IoT yang terhubung ke objek.

Pemanfaatan IoT dalam Pertanian Pintar (*Smart Agriculture*)

Penggunaan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam pertanian menjadi salah satu alternatif terbaik yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan. Sebagian wilayah di Indonesia memiliki problematika yang kompleks mulai dari kualitas tanah kurang subur, perubahan cuaca ekstrem, dan serangan hama/OPT yang membuat petani menanggung kerugian.

Dengan perkembangan alat-alat teknologi berbasis IoT dalam sektor pertanian akan menciptakan keuntungan di masa depan. Dalam sektor pertanian IoT memerlukan perangkat pintar, sensor, dan aplikasi untuk mengelola kegiatan pertanian. Prosesnya meliputi penanaman, pemanenan, dan penjualan hasil panen.



Gambar 132. Alat teknologi berbasis IoT dalam sektor pertanian

Manfaat IoT dalam sektor pertanian memiliki potensi yang besar untuk mengubah sistem pertanian konvensional menjadi pertanian modern. Sebagian besar petani menanam tanaman di lahan yang kurang subur, lahan yang berkurang akibat alih fungsi lahan, dan kondisi cuaca yang sulit diprediksi. Oleh karena itu, dengan teknologi IoT petani dapat mempelajari pola cuaca. Caranya secara kontinu memantau *website* peringatan cuaca pada laman BMKG dan aplikasi Si-PERDITAN.

Pada aplikasi tersebut banyak informasi curah hujan, peringatan dini potensi kekeringan, *hotspot* (rawan kebakaran lahan), kecepatan angin El-Nino dan La Nina, dan sebaran serangan OPT. Informasi tersebut adalah hasil pengamatan citra satelit yang dikoneksikan oleh beberapa aplikasi salah satunya aplikasi android *Google Earth* yang bisa diakses secara gratis. Dengan demikian, dapat membantu petani dalam mengambil keputusan yang bijak.

Perangkat IoT yang dapat membantu pada fase penanaman yaitu *drone*. Pemanfaatan *drone* dapat membantu untuk penyebaran benih, pemeriksaan areal sertifikasi benih, dan penyebaran pupuk atau pestisida. *Drone* dapat menjadi solusi yang aman, cepat, hemat, dan cermat.

Selanjutnya, teknologi IoT yang dapat mengendalikan peralatan/perangkat dari jarak jauh, misalnya pada sistem *green house*. *Green house* adalah bangunan yang dirancang secara khusus untuk melindungi tanaman lunak (*sprout*) maupun tanaman yang tidak tahan terhadap cuaca dingin atau panas yang ekstrem.

Bentuk *green house* umumnya memiliki atap miring dengan bahan film plastik, seperti polietilen, polivinil, atau *fiberglass*. Struktur bingkai biasanya terbuat dari aluminium, baja galvanis, atau kayu. Untuk menjaga suhu di dalam *green house* maka didesain beberapa jenis sistem ventilasi yang terdiri atas bukaan atap yang dapat dioperasikan baik secara mekanis maupun otomatis, dan bukaan dinding ujung dengan adanya kipas listrik yang berfungsi untuk menarik udara dan mengedarkannya ke seluruh interior.

Saat ini bukaan *green house* sudah dioperasikan secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi berbasis IoT. Alat-alat yang diperlukan ialah arduino, sensor, dan aktuator. Modul ESP8266 yang dapat mengontrol dan memantau kondisi *green house* secara *online* dan *realtime*. Koneksi internet sangat dibutuhkan untuk mengirim data ke *server*, sedangkan untuk pengontrol tidak memerlukan koneksi internet karena pengontrol sudah berjalan secara otomatis berdasarkan program yang sudah dibuat.

Smart Irrigation System adalah proses sistematis yang berjangka panjang untuk mengontrol penggunaan air secara efektif. Perkembangan sistem ini mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 23 tahun 1998 tentang irigasi, bahwa irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian dan perkebunan.

Perkembangan teknologi di bidang terus berkembang untuk menyelesaikan permasalahan irigasi, salah satunya *monitoring* dan mengontrol sistem irigasi berbasis IoT menggunakan Banana Pi. Banana Pi adalah alat untuk *monitoring* dan kontrol pada sistem irigasi berbasis IoT. Konsep IoT diterapkan pada *Single Board Computer Banana Pi M3*, basis data *Firebase*, dan aplikasi android. Pembacaan nilai sensor dan kontrol katup elektronik sangat bergantung pada koneksi internet.

Prakondisi Sebelum menggunakan Teknologi Berbasis IoT

Prakondisi persiapan menggunakan *Internet of Things* yang pertama adalah mempersiapkan *hardware* meliputi peralatan dan mesin pertanian yang dilengkapi sensor. Sensor merupakan instrumen yang berfungsi mengambil data yang diperlukan dari suatu objek. Data ini bisa berupa informasi sederhana, seperti temperatur udara hingga yang kompleks seperti tayangan video/foto dari citra satelit.

Sebuah perangkat IoT bisa mempunyai beberapa sensor untuk mendapatkan berbagai data agar bisa memberikan informasi yang lengkap pada penggunaannya, misalnya GPS Tracker, yang mempunyai sensor GPS, temperatur, sensor tanah, sensor irigasi, dan lain-lain.

Big data merupakan kumpulan data yang memiliki ukuran yang besar. Hasil analisis data masif dan algoritma dapat dimanfaatkan untuk memprediksi cuaca, tren penyakit tanaman, dan pembenihan. Dalam prosesnya, data yang sudah diperoleh oleh sensor dikirimkan ke *cloud infrastructure*, semua akan diproses oleh sebuah *software*. Proses pengolahan data juga bisa sesederhana membaca membaca suhu udara di area tertentu hingga proses yang rumit, seperti mengenali objek di

video melalui visi komputer. Dalam pemrosesan data bisa saja diperlukan interaksi dengan manusia, bahkan sepenuhnya otomatis menggunakan teknologi *artificial intelligence* (AI).

Pengiriman data ke *cloud* memerlukan suatu penghubung atau koneksi. Ada banyak pilihan koneksi yang bisa digunakan dalam IoT, seperti jaringan seluler, satelit, Wi-Fi, *wide area network* (WAN), *low power wide area network*, dan lain-lain.

Setiap pilihan koneksi mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing yang memengaruhi jarak, konsumsi daya, *bandwidth*, dan lain-lain. Oleh karena itu, pilihan konektivitas pada sebuah perangkat IoT harus dipertimbangkan dengan baik. Namun, permasalahan Infrastruktur telekomunikasi dalam ketersediaan internet di Indonesia masih dalam tahap pengembangan. Hingga saat ini masih ada wilayah yang belum terkoneksi internet khususnya wilayah 3T (Terluar, Terdepan, Tertinggal).

Prakondisi yang harus disiapkan ialah *Literasi digital*. *Literasi digital* adalah kemampuan individu dalam mengetahui, memahami, dan menggunakan teknologi, serta sistem operasi digital dalam kehidupan sehari. Dahulu memiliki kemampuan membaca dan menulis sudah cukup, tetapi di era digital seperti saat ini setiap individu dituntut untuk memiliki kecakapan digital.

Teknologi berfungsi sebagai *enabler*/alat dalam membantu tugas manusia, bila *user*/penggunanya tidak cakap mengoperasikannya maka teknologi secanggih apapun tidak memberikan manfaat. Literasi para penggunanya harus ditingkatkan agar cakap menggunakan teknologi digital yakni petani, supplier pertanian, ASN pendukung pertanian menjadi kunci kesuksesan pada *smart farming*.

Ekosistem pertanian yang mendukung penggunaan (IoT). Artinya antara pemerintah, *stakeholder*, dan pelaku tani terjalin hubungan yang berkesinambungan. Misalnya pada saat proses pengajuan sertifikasi benih, saat proses pengambilan data, pengawasan benih, uji benih, pelabelan, sampai izin edar dilakukan sesuai dengan prosedur. Begitupun sebaliknya pihak berwenang melakukan tupoksinya agar proses yang diajukan oleh pemohon segera selesai. Semua pihak harus menciptakan ekosistem yang bersifat mandatory (kewajiban) agar data yang dihasilkan masif dan akurat hasil analisisnya.

Perkembangan teknologi IoT begitu pesat, begitupun dengan ancamannya yang luar biasa berbahaya jika tidak bisa dikendalikan/dicegah. Oleh karena itu, *Keamanan Data* dalam penggunaan teknologi IoT adalah hal yang sangat penting. Langkah pertama gunakan layanan *cloud server* (pusat data) yang terpercaya dan terlindungi serta yang berlisensi. Sebaiknya menggunakan koneksi terenkripsi setiap mengakses jaringan, misalnya layanan VPN (*Virtual Private Network*) untuk terhubung ke internet sehingga dapat melakukan pertukaran data secara rahasia dan membuka situs dengan aman.

Sebelum menggunakan perangkat, gantilah kata sandi *default* secara kontinu. Buatlah kata sandi yang tidak mudah ditebak, hindari memakai kata sandi berdasarkan tanggal lahir dan sebaiknya kata sandi berbeda untuk setiap perangkat. Kata sandi tersebut harus memiliki panjang minimal 8 karakter dengan kombinasi huruf besar, huruf kecil, angka, dan simbol.

Peranan Kemkominfo dalam Mendukung IoT untuk Pertanian

Kontribusi Kementerian Komunikasi dan Informasi dalam mendukung *Internet of Thing* untuk pertanian ialah pembentukan literasi digital masyarakat. Pemerintah memiliki harapan tahun 2024 seluruh wilayah Indonesia dapat mengakses internet. Melalui program literasi digital diharapkan mampu mengakselerasi transformasi digital di Indonesia.

Langkah untuk melaksanakan program tersebut, Kominfo untuk mempercepat penyediaan infrastruktur digital di seluruh Indonesia secara bertahap, terutama di daerah 3T. Oleh karena di daerah 3T belum terjangkau oleh operator telekomunikasi swasta dengan alasan daerah yang sulit diakses dan jumlah penggunanya relatif sedikit.

Pembangunan infrastruktur TIK dengan penggelaran jaringan *fiber optic* sepanjang 459.00 kilometer di darat dan di laut. Termasuk pengembangan yang dilakukan oleh BAKTI (Badan Aksesibilitas Telekomunikasi dan Informasi) melalui jaringan *fiber optic Palapa Ring* sepanjang 12.300 kilometer dan penggelaran 12.100 kilometer fiber *optic* Palapa Ring dapat terintegrasi untuk meningkatkan resiliensi dan konektivitas titik-titik yang belum terhubung.

Pemerintah juga memperkuat konektivitas di lapisan *middle-mile* melalui jaringan *fiber-link*, *microwave link*, dan satelit. Satelit HTS SATRIA-1 yang menggunakan skema pembayaran KPBU (Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha) ditargetkan beroperasi pada kuartal 4 tahun 2023 dengan kapasitas 230 GBPS layanan internet akan digunakan untuk pemenuhan kebutuhan akses bagi 150 ribu titik layanan publik di Indonesia. Terdiri atas 93.900 sekolah, 47.900 kantor Pemerintah Daerah,

3.900 fasilitas keamanan, 3.700 fasilitas pelayanan kesehatan, dan 600 titik fasilitas lainnya. Layanan-layanan ini dibiayai oleh Negara dan digunakan langsung secara gratis oleh setiap titik layanan yang dilayani.

Pemerintah juga melibatkan sektor swasta melalui pemberian *landing rights* atau hak labuh kepada *Low Earth Orbit Satellite* sebagai *backhaul* untuk menunjang infrastruktur telekomunikasi dan digital nasional. Sementara pembangunan *Base Transceiver Station* (BTS) 4G oleh Kominfo di sekitar 9.113 titik lokasi wilayah terluar, terdepan, dan tertinggal. Penyediaan akses internet di lapisan *last-mile* hingga saat ini sudah membangun sebanyak 4.161 BTS yang sudah *on air*, dan sisanya sedang terus dikerjakan agar dapat diselesaikan pada tahun 2024.

Kemkominfo tak hanya menyiapkan infrastrukturnya, tetapi juga menyiapkan sumber daya manusia hanya melalui program literasi digital. Kemkominfo menyediakan program pelatihan tanpa berbayar, yaitu *Digital talent scholarship* bisa di akses di alamat di sini: *digital talent scholarship* (<http://digitalent.kominfo.go.id/>) dan berbagai pelatihan literasi digital.

Kementerian Pertanian dan komunitas dapat mengajukan program *The Digital talent scholarship* untuk menerapkan teknologi IoT di sektor pertanian. Kemkominfo hanya sebatas memfasilitasi kegiatan, tetapi narasumber/pelatih atau *trainer*-nya akan diseleksi sesuai dengan keahliannya di bidang pertanian.

Kementerian kominfo melalui Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika memfasilitasi para petani untuk *go online*. Salah satunya melalui program pertanian presisi 4.0 berbasis *Internet of Things* bekerja sama dengan perusahaan rintisan PT Mitra Sejahtera Membangun Bangsa (MSMB).



Sekretaris Gapoktan Bibirintik, Yayuk (paling kiri) ikut mendampingi kegiatan Monitoring Evaluasi Pertanian 4.0 di Kabupaten Sukabumi, menggunakan aplikasi RiTx Bertani, Jumat (25/11/2021).

Gambar 133. Kegiatan *monitoring* pertanian 4.0 di Kabupaten Sukabumi

Program ini sudah diterapkan di Desa Selaawi Kabupaten Sukabumi Jawa Barat, melalui pemasangan perangkat sensor tanah dan cuaca, petani bisa mendapatkan komposisi pupuk, waktu tanam, waktu panen, dan prediksi hama secara lebih presisi. Perangkat sensor dipantau melalui aplikasi *RiTx Bertani*, untuk dilaporkan saat pertemuan Gapoktan dan petugas PPL. Penggunaan perangkat dan aplikasi untuk *monitoring* pertanian berhasil menaikkan Gabah Kering Panen (GKP) dari 6,5 ton hingga 9 ton per hektar.

Jadi, peranan teknologi IoT dalam sektor pertanian memungkinkan para pelaku tani mempersiapkan segala sesuatunya untuk menghadapi berbagai situasi pada waktu dan lingkungan yang tidak terduga di bidang pertanian. Petani harus adaptasi dengan teknologi IoT untuk meningkatkan produktivitas pertanian dengan dukungan pemerintah.

Smart IoT untuk Peningkatan Mutu Benih Tanaman Pangan

Sri Wahjuni - (Dosen Departemen Ilmu Komputer FMIPA-ITB)

Visi dari lembaga pangan dan pertanian dunia, Food and Agriculture Organization (FAO), adalah “dunia yang bebas dari kelaparan dan malnutrisi, di mana makanan dan pertanian berkontribusi meningkatkan standar hidup semua orang, terutama yang termiskin secara ekonomi, sosial, dan lingkungan”. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut setiap negara harus memperkuat sistem kekuatan pangannya termasuk Indonesia.

Sektor pertanian tidak mungkin mencukupi kebutuhan penduduk yang terus meningkat tanpa peranan teknologi. Kementerian Pertanian Indonesia mengharapkan proses usaha tani di Indonesia menjadi semakin efisien sehingga terjadi peningkatan produktivitas, dan daya saing global melalui implementasi industri 4.0 di sektor pertanian.

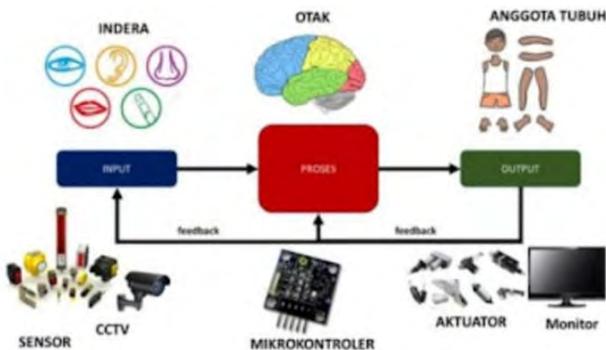
Bila menelusuri sejarah industri 1.0 sampai 4.0 ternyata prosesnya sangat panjang, dimulai dari penemuan mesin uap itu yaitu revolusi industri yang pertama atau mekanisasi. Selanjutnya ditemukannya energi listrik yang memicu adanya revolusi industri kedua dengan adanya tenaga listrik. Selanjutnya revolusi industri ketiga itu dengan adanya elektronika, mulai ditemukannya komputer digital. Hingga revolusi industri keempat yang itu dicirikan dengan adanya IoT, kemudian AI (*Artificial Intelligence*) dan *big data*. 3 Hal tersebut merupakan tiga pilar yang membentuk revolusi industri keempat di bidang pertanian.

Pada *agroculture* 1.0, pertanian zaman dahulu manusia hanya mengambil makanan dari alam, kemudian menggunakan tenaga ternak hewan untuk proses pertanian. Revolusi yang kedua itu mulai muncul adanya mekanisasi pertanian, yakni penggunaan pupuk dan pestisida kimia untuk meningkatkan produksi, tetapi hasilnya lama-kelamaan menimbulkan masalah. Oleh karena itu, di revolusi pertanian yang ketiga problem itu coba untuk ditangani dengan adanya *precision Agriculture* dengan pemberian pupuk dan pestisida dengan lebih presisi dan tepat.

Pada era *agroculture* yang keempat dengan adanya mulai menerapkan kecerdasan yang dikenal dengan *Smart farming*. Konsep ini muncul pada penerapan TIK pada bidang pertanian untuk mengoptimalisasi peningkatan hasil pangan baik kualitas dan kuantitas dan efisiensi penggunaan sumber daya yang tersedia.

Pemanfaatan IoT di bidang agrikultur atau *smart agroculture* secara global baru mencapai 6%. Sementara di Asia Pasifik hanya 17%, hal ini tentu tidak berbanding dengan tingkat pertumbuhan IoT di bidang *connected building*.

Bila diilustrasikan secara sederhana, sistem kerja IoT dengan analogi tubuh manusia, gambarannya seperti berikut:



Gambar 134. Sistem kerja IoT dengan analogi tubuh manusia

Analogi IoT dengan anatomi tubuh manusia ada dua *layer* yakni *layer* refleks dan *layer* kognitif/*layer smart*. Suatu kecerdasan memerlukan media *input* atau masukan. Panca indra pada tubuh manusia, seperti mata, telinga, hidung, lidah, dan kulit merupakan media yang bisa menjadi inputan bagi kecerdasan yang dimiliki oleh manusia. Sementara itu dalam konsep IoT media input bisa dilakukan dengan menggunakan CCTV atau sensor yang dipasang di berbagai komponen, seperti CCTV lalu lintas, analisis objek, sensor polusi udara dan air, sensor ketinggian air sungai, sensor kecepatan angin, dan lain-lain.

Untuk manusia analogi otak untuk memproses dan menyimpan data-data inputan dari panca indra, sedangkan bagi IoT pemrosesan dan penyimpanan bisa dilakukan oleh *Big Data*, Cloud IoT, prosesor, mikrokontroler, dan Raspberry PI (*data logger/recorder*). Respon yang diberikan berdasarkan hasil pemrosesan data inputan dalam analogi tubuh manusia dapat berupa ucapan maupun gerakan tubuh, sedangkan dalam konsep IoT dapat berupa tampilan informasi dari layar LCD, grafik, atau sistem notifikasi dari aktuator seperti AWR (*agriculture war room*) yang dimiliki oleh Kementan.

Kaitannya antara *Smart IoT*, *Big Data*, dan AI di revolusi industri 4.0. *Big Data* dan IoT sama-sama menyimpan data, tetapi keduanya berbeda. *Big Data* merupakan kumpulan data kompleks yang sangat besar sehingga sulit dianalisis dan diproses dengan sistem manajemen data biasa. Sementara IoT adalah teknologi yang berkembang untuk menghubungkan *smart device* ke internet, untuk bisa mentransmisikan dan mengirim data demi membuat keputusan. *Big Data* lebih berfokus pada data itu sendiri, sedangkan IoT berfokus pada banyak hal, seperti data, perangkat, dan konektivitas. Namun, keduanya juga saling

berkaitan. Implementasi data IoT yang semakin masif menyumbang terbentuknya *big data*, terutama di luar negeri itu untuk keperluan-keperluan *smart city*.

Hubungan *Artificial Intelligence* (AI) ditambahkan ke dalam *Internet of Things* (IoT), dapat diartikan bahwa berbagai perangkat yang terhubung dengan internet dapat menganalisis data dan membuat keputusan-keputusan, serta bertindak berdasarkan data, tanpa ada campur tangan manusia. Dengan demikian, terbentuklah suatu perangkat yang cerdas yang dapat bekerja secara efektif dan efisien. Kecerdasan dari AIoT memungkinkan analisis data yang dapat mengoptimalkan suatu sistem, menghasilkan kinerja yang lebih unggul, memperluas wawasan bisnis, dan membuat data yang dapat membantu pengambilan keputusan dari sistem yang telah dipelajari oleh perangkat tersebut. Sederhananya kumpulan dikoneksikan oleh IoT ke AI sehingga membuat AI bisa bekerja dengan lebih bagus dengan menghasilkan *output* yang lebih valid.

Penerapan IoT di bidang pertanian dapat untuk pengelolaan irigasi dengan *smart irrigation system*. Selanjutnya *drone* untuk *monitoring* lahan, *monitoring* kondisi tanah, dan serangan hama. Saat ini Litbang pertanian telah mengembangkan *smart traktor*, traktor dapat berjalan tanpa kemudi (swakendali) sesuai rute pemetaan areanya (*map planning*) sudah diprogram menggunakan aplikasi.

Saat ini teknologi 5G bertahap diluncurkan di beberapa wilayah di Indonesia. Diprediksi akan menjadi salah satu teknologi yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi sistem yang sifatnya *real-time*.

Untuk membangun *Smart farming* harus dibuat sebuah sistem yang lengkap dengan menerapkan IoT untuk menghasilkan kecerdasan mandiri/*Artificial Intelligence*. Perangkat utama untuk memasukkan data yaitu sensor yang dipasang pada *drone* atau citra satelit yang selanjutnya akan pengiriman/pengumpulan data ke *server* yang kemudian disimpan di *Big Data* dan diolah untuk menghasilkan keputusan sesuai program yang sebelumnya sudah ditentukan.

Pemerintah bersinergi dengan perusahaan swasta/BUMN dan perguruan tinggi untuk mengembangkan teknologi di sektor pertanian. Salah satunya pengembangan hasil karya mahasiswa UGM robot yang diberi nama ARBAIN (*A Robot of Corn Farming*) yang diprogram untuk membantu petani dalam melakukan pembenihan, pemanenan/pemetikan buah, atau untuk melakukan *grading*/klasifikasi hasil panen jagung.



Gambar 135. Robot ARBAIN karya mahasiswa UGM

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) sejak tahun 2018 telah memulai riset dan perekayasaan terkait teknologi alat dan mesin pertanian yang berbasis IoT (*internet of thing*), *Cyber-physical System*, dan *Management Information System*. Salah satu karya

Balitbangtan untuk membangun Pertanian 4.0 adalah inovasi Robot Tanam Padi yang saat ini bisa menjadi solusi petani Indonesia dalam melakukan pertanaman padi.



Gambar 136. Inovasi robot tanam padi

Robot Tanam Padi dikembangkan Balitbangtan melalui Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBP Mektan) telah melakukan modifikasi pada mesin transplanter *riding* dengan menambah otomasi berbasis GPS sehingga bisa digunakan di lapang secara otomatis dengan pola tanam yang terprogram. Mesin tanam robotik ini dibuat dalam dua jenis roda, yaitu roda karet untuk lahan kering dan roda besi untuk lahan sawah.

IPB telah mengembangkan *multifunction* robot pemetik melon kolaborasi antara Fakultas Teknologi Pertanian dengan Fakultas MIPA yang bekerja sama dengan PT XL Axiata dan Universitas Dian Nuswantoro (Udinus).



Gambar 137. Robot pemetik melon karya mahasiswa IPB

Komponen robot meliputi badan robot, lengan robot, dan mengembangkan teknik *image processing* untuk mengenali kematangan buah melon berdasarkan citra buah melon. Sementara itu, PT XL Axiata menyediakan infrastruktur 5G agar robot dapat berkomunikasi dengan server secara *real-time*. Sementara Udinus mengembangkan kendali robotnya.

IPB University juga menyediakan *greenhouse* yang berlokasi di *Agribusiness and Technology Park* yang menjadi etalase inovasi IPB University. Hal ini juga bisa menjadi kegiatan promosi kepada para tamu IPB University terhadap inovasi teknologi robotika yang dihasilkan, menyediakan biaya operasional penanaman melon mulai dari penyediaan media tanam, peralatan irigasi, hingga fertigasi.

Jenis melon yang dapat dipanen menggunakan *melon-harvesting robot* adalah melon *golden Alisha F1*. Melon ini telah ditanam dan dibudidayakan dalam *smart greenhouse* melon. Melon *golden Alisha F1* merupakan salah satu melon yang memiliki sifat tahan terhadap penyakit virus. Melon ini memiliki warna kulit kuning cerah dan sangat

cocok ditanam di dalam *greenhouse*. Ciri-ciri kematangannya yakni rasa daging buahnya sangat manis dan teksturnya *crunchy*/krispi tidak lembek, seperti buah melon yang umum dijual di pasaran. Permintaan pasar terhadap melon ini sangat tinggi dan harganya cukup tinggi dan stabil.

Precision Farming

Precision agriculture atau *precision farming* intinya ialah menggunakan input pertanian yang tepat dengan teknik, jumlah, tempat, dan waktu yang tepat untuk menghasilkan produksi panen secara maksimal. Input pertanian yang dimaksud ialah seperti pupuk, herbisida, insektisida, benih, dan lain-lain. Meskipun untuk melakukan pertanian secara akurat ini membutuhkan banyak informasi, dan cenderung rumit untuk petani, dan membutuhkan kerja sama dari berbagai multidisiplin ilmu, tetapi sistem pertanian presisi mampu meningkatkan laba, mengurangi limbah, mengurangi biaya produksi, dan menjaga kualitas lingkungan.

Penerapan teknologi fertigasi dalam pertanian presisi harus didukung oleh metode rekomendasi pemupukan yang spesifik lokasi. *Decision Support System* dapat digunakan untuk memudahkan petani dalam penetapan rekomendasi pemupukan secara presisi berdasarkan analisis tanah, penggunaan sensor untuk irigasi, dan pemanfaatan energi alternatif juga diperlukan agar teknologi ini dapat menjangkau seluruh areal pertanian di Indonesia. Contohnya program FERADS diaktualisasi dengan program NUTRIGADS. NUTRIGADS adalah mesin yang dapat menerjemahkan hasil rekomendasi pemupukan yang dihasilkan aplikasi pupuk secara presisi yang dapat dikontrol secara *remote*.



Gambar 138. Penerapan teknologi ferigasi dalam pertanian presisi

Diseminasi secara luas integrasi program FERADS dan mesin aplikasi NUTRIGADS pada pertanian presisi untuk produksi tanaman pangan di Indonesia harus diawali oleh beberapa kegiatan validasi dan aktuasi serta penyempurnaan di lahan produksi tingkat petani untuk menyongsong era pertanian 4.0.

Dalam *smart farming* pentingnya melakukan identifikasi awal masalah atau penyakit pada tanaman dengan memanfaatkan *smartphone* berbasis android atau semacamnya. Sistem pakar merupakan kecerdasan buatan yang dapat mengadopsi pengetahuan pakar ke dalam komputer sehingga komputer dapat menyelesaikan masalah seperti layaknya seorang pakar/ahli. Adanya sistem ini dapat membantu para petani dalam melakukan diagnosis awal dan dapat memberikan penanggulangan sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada tanaman pangan.

Pada sistem pakar terdapat dua metode yang bisa digunakan yaitu metode *forward chaining* dan *backward chaining*. Metode *forward chaining* ialah metode yang penelusuran dimulai dari pengambilan fakta-fakta/data-data untuk dapat menarik suatu kesimpulan, sedangkan metode *backward chaining* ialah kebalikannya, metode ini dimulai dari sebuah hipotesis dan meminta untuk meyakinkan atau mengabaikan.

Prediksi Cuaca untuk Mewujudkan *Smart Farming*

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat rentan terhadap perubahan iklim. Namun perlu diingat, pertanian merupakan salah satu sektor pembangkit ekonomi sekaligus pilar penyangga ketahanan pangan dan ketahanan sosial politik dan keamanan nasional. Oleh karena itu, sektor pertanian harus mengutamakan upaya adaptasi agar lebih tangguh menghadapi perubahan iklim sehingga produksi pertanian dan ketahanan pangan tidak terganggu, tetapi tidak mengabaikan upaya mitigasi.

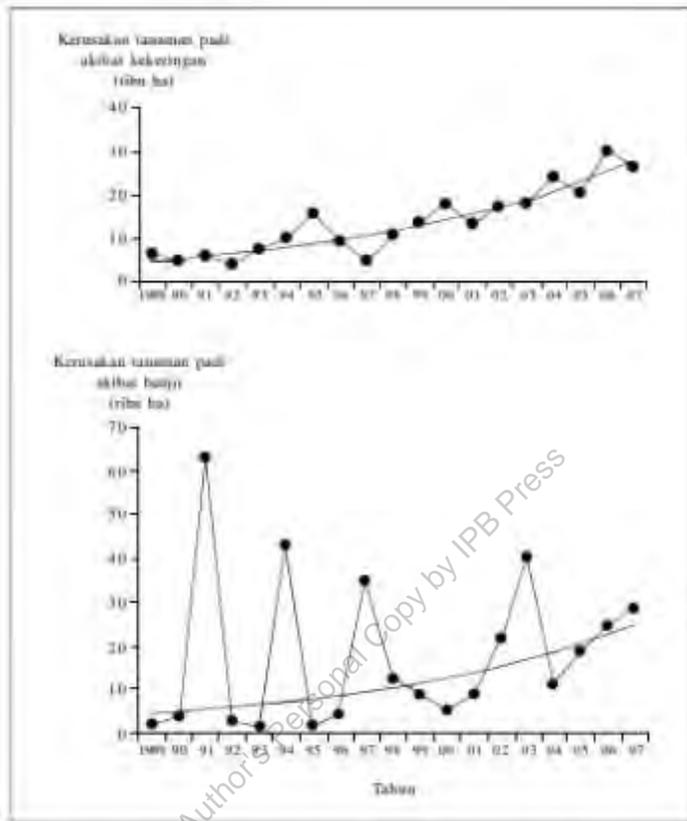
Tiga faktor utama yang terkait dengan perubahan iklim global yang berdampak terhadap sektor pertanian adalah: 1) perubahan pola hujan; 2) meningkatnya kejadian iklim ekstrem (banjir dan kekeringan); dan 3) peningkatan suhu udara dan permukaan air laut. Tanaman pangan paling rentan terhadap perubahan iklim karena umumnya merupakan tanaman semusim yang sensitif terhadap cekaman (kelebihan/kekurangan air).

Perubahan pola hujan telah terjadi di beberapa wilayah di Indonesia sejak beberapa dekade terakhir, seperti awal musim hujan yang mundur pada beberapa lokasi, dan maju di lokasi lain. Perubahan pola curah

hujan juga menurunkan ketersediaan air pada waduk, terutama di Jawa. Sebagai contoh, selama 10 tahun rata-rata volume aliran air dari DAS Citarum yang masuk ke waduk menurun dari 5,70 miliar m³/tahun menjadi 4,90 miliar m³/tahun (PJT 2 2009).

Dengan kondisi perubahan curah hujan tersebut, jika petani tetap menerapkan pola tanam seperti kondisi normal maka kegagalan panen akan semakin sering terjadi. Dengan penurunan curah hujan dan ketersediaan air waduk, petani juga perlu mengubah pola tanam padi-padi menjadi padi-nonpadi, atau mengambil keputusan-keputusan yang lebih bijak.

Hasil analisis global terhadap indeks perubahan iklim, yaitu suatu indeks yang mengukur penyimpangan iklim di masa datang dibandingkan yang terjadi saat ini:



Gambar 4. Luas kerusakan tanaman padi akibat banjir dan kekeringan (data diolah dari Ditlin Tanaman Pangan).

Gambar 139. Grafik kerusakan tanaman pangan di Indonesia akibat banjir dan kekeringan

Nilai penyimpangan iklim di Indonesia akan meningkat pada masa mendatang sebesar 7 dan 8. Nilai tersebut menunjukkan bahwa Indonesia akan mengalami peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrem, seperti banjir dan kekeringan pada masa datang. Dampak kejadian banjir dan kekeringan terhadap kerusakan tanaman padi sawah pada periode tahun 1989–2007 menunjukkan tren peningkatan yang cukup signifikan.

Kenaikan permukaan air laut juga berdampak serius pada sektor pertanian. Dampak paling nyata adalah penciptaan lahan pertanian di pesisir pantai (Jawa, Bali, Sumatera Utara, Lampung, Nusa Tenggara Barat, dan Kalimantan), kerusakan infrastruktur pertanian, dan peningkatan salinitas yang merusak tanaman pangan.

Dalam menyikapi perubahan iklim, Kementerian Pertanian telah menyusun suatu strategi yang meliputi tiga aspek, yaitu antisipasi, mitigasi, dan adaptasi. Strategi antisipasi dilakukan dengan melakukan pengkajian terhadap perubahan iklim untuk meminimalkan dampak negatifnya terhadap sektor pertanian. Adaptasi merupakan tindakan penyesuaian sistem alam dan sosial untuk menghadapi dampak negatif perubahan iklim dan upaya mitigasi, yaitu mengurangi sumber maupun peningkatan rosot (penyerap) gas rumah kaca.

Smart Framing menuju *Digital framing*

Selama proses pertanian, mulai pengontrolan sampai proses analisis data dilakukan dengan berbagai alat baik *hardware* maupun *software* khusus itulah yang disebut *Digital Framing*. Contoh alat-alat yang digunakan antara lain *Global Positioning System (GPS)*, *Grid soil sampling and variable-rate fertilizer (VRT)*, *Geographic information system (GIS)*, dan lain-lain. Penggunaan alat-alat tersebut akan membantu para petani untuk melakukan pengelolaan lahan pertaniannya secara spesifik sesuai dengan informasi yang didapatkan. *Digital farming* akan mampu mengoptimalkan produksi, kualitas, meminimalkan risiko, dan dampak terhadap lingkungan.

Optimalisasi Komputer pada Sektor Pertanian

Bioinformatika untuk pemuliaan tanaman dalam penentuan varietas atau benih unggul saat ini terus dikembangkan oleh peneliti. Bioinformatika memanfaatkan multidisipliner ilmu biologi dengan ilmu komputer dengan bantuan komputasi algoritma-algoritma dapat mengidentifikasi keunggulan dalam sebuah varietas.

Bioinformatika merupakan ilmu berbasis multidisipliner yang menggabungkan pendekatan biologi molekuler dan teknik informatika, dapat digunakan dalam manajemen informasi tersebut. Dalam bidang pertanian, aplikasi BLAST2GO sangat umum digunakan dalam anotasi sekuen genomik dan proteomik dalam jumlah besar. Metode anotasi menggunakan aplikasi tersebut sering disebut sebagai anotasi otomatis. Secara umum, analisis tersebut kemudian dilanjutkan dengan anotasi manual menggunakan aplikasi *Geneious*[®] sebagai piranti lunak *front end*.

Penelitian terkait *sekuensing genom* tanaman telah dilakukan pada padi dan jagung sejak 19 tahun yang lalu. Beberapa contoh lain genom lengkap dari spesies tanaman yang sudah disekuens dalam kurun waktu 10 tahun terakhir adalah tanaman kentang, tomat, kacang kedelai, kelapa sawit, karet, kopi, dan tebu.

Pada proses penyilangan atas beberapa varietas, sebaiknya sebelum melakukan penyilangan secara fisik, dapat melakukan uji coba dengan cara komputasi kombinasi-kombinasi sehingga didapatkan prediksi benih yang diharapkan atau kandidat-kandidat benih unggul (sekuen DNA). Dari hasil prediksi ini yang kemudian benar-benar dilakukan pengembangan pembenihan secara fisik di laboratorium.

Saat ini Fakultas Ilmu Komputer IPB sedang meneliti dan mengembangkan model untuk memilih dan mengidentifikasi fitur-fitur. Pengujian benih kedelai menerapkan tes trazolium (TZ) menjadi alternatif yang menjanjikan untuk penentuan kualitas serta uji viabilitas dan vigor benih. Pengontrolan menggunakan sensor kelembapan ruangan CHT 11, lalu diprogram menggunakan *Fuzzy Inference Logic Model of the System* adalah proses merumuskan pemetaan dari *input* yang diberikan ke *output* dengan menggunakan logika fuzzy. Uji TZ dapat dengan cepat memperkirakan kelangsungan hidup benih berdasarkan perubahan warna jaringan di dalam larutan garam tetrazolium. Melakukan pengontrolan terhadap kelembapannya dengan sensor kelembapan, kemudian dengan bantuan lampu aktuatornya berbasis AI bisa lebih terkontrol yang sehingga proses daya kecambahnya lebih cepat.

Proses produksi benih (pemiakan benih), yakni dengan penyiapan lahan yang selain di berbasis pada peta data tanah dan melakukan identifikasi kondisi lahan menggunakan sensor tanah. Umumnya menggunakan *Soil moisture sensor FC-28* adalah sensor kelembapan yang dapat mendeteksi kelembapan dalam tanah.

Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembapan pada tanaman atau memantau kelembapan tanah.

Penerapan AI pada Irigasi

Dalam bidang pertanian di Indonesia, masih banyak petani menggunakan alat yang konvensional dalam proses mengolahnya, khususnya sistem pengairan yang ada di sawah. Sesuai dengan perkembangan teknologi semakin maju serta peranan pemerintah untuk menyukseskan pertanian modern maka sistem pengolahan perairan di sawah dapat memanfaatkan teknologi berbasis IoT dan AI dengan dibuatnya sistem cerdas pengairan atau disebut dengan *Smart Irrigation System*.

Smart Irrigation System merupakan sistem cerdas untuk pengairan yang dapat diterapkan di daerah-daerah atau tempat-tempat yang memiliki sistem irigasi yang kurang optimal dengan menggunakan alat pengairan yang canggih.

Smart Irrigation System ini dapat diterapkan dengan menggunakan konsep *Internet of Things* (IoT) yaitu alat pengairan yang dikontrol dengan menggunakan tablet, bahkan *smartphone* yang terhubung dengan sensor dan terintegrasi oleh internet sebagai otomatisasi sistemnya. Alat ini dapat terhubung dengan web agar akses pengaturan dan pemantauan terhadap irigasinya lebih mudah lagi.



Gambar 140. *Smart irrigation system*

Smart irrigation system memiliki keunggulan yaitu dapat mati secara otomatis apabila cuaca sedang turun hujan (*adaptif system*) karena air bisa didapatkan dari air hujan tanpa harus menggunakan alat pengairan irigasi tersebut dan tidak lagi terjadinya pemborosan air.

Sistem ini dapat diperbarui dengan menambahkan fitur pengaturan yang otomatis, terhadap jumlah debit air yang diperlukan oleh tanah. Fitur tersebut dapat diketahui dari sensor-sensor suhu dan kelembapan tanah yang memungkinkan melakukan pengiriman status kondisi tanah ke web dan secara otomatis alat pengairan bekerja dengan mengeluarkan jumlah debit sesuai dengan kondisi dari tanah

Saat ini IPB melakukan penelitian untuk menggabungkan data cuaca dengan data sensor berasal dari tanah, kemudian data kondisi tanaman yang ditangkap dari kamera citra satelit yang kemudian data itu akan diolah dengan algoritma cerdas yang dikembangkan sehingga akan mengaktifkan *actuator* itu dengan lebih presisi lagi.

Keuntungan menerapkan IoT pada sektor pertanian selain untuk melakukan otomatisasi, tetapi bertujuan membentuk *digital farming* di Indonesia. Artinya data-data yang sudah dikumpulkan pada *big data/server* bisa dipelajari untuk dievaluasi kekurangan dan kelebihan sistem pada setiap musim tanam berikutnya saat ini kondisi cuaca sulit diprediksi.

Berdasarkan hasil penelitian di Fakultas Pertanian IPB biaya citra yang dihasil *drone* lebih murah rata-rata 61,16% jika pesanan citra menggunakan luasan minimum pemesanan 100 km², kecuali pada citra Pleiades relatif lebih murah sekitar 42,89%.



Gambar 141. *Drone* pertanian

Drone DJI Phantom 4 menggunakan aplikasi android *DroneDeploy* dimanfaatkan untuk menyemprotkan pestisida dan pemupukan. Selain itu, dapat membantu pengawas benih mengambil data dan mengidentifikasi varietas padi pada proses pengajuan sertifikasi benih.

Pemanfaatan *drone* akibat keterbatasan pengawas benih lapangan. Akuisisi data citra digital *drone* identifikasinya menggunakan metode agronomi melakukan identifikasi varietas meliputi 8 MST (warna daun, kehalusan daun, jumlah anakan) dan 12 MST (bentuk malai, bentuk gabah, warna gabah, tinggi tanaman).

Penerapan AI pada *monitor* OPT pada fase tanam (generatif) perlu dilakukan pengontrolan untuk menghindari organisme pengganggu tanaman (OPT). Ada beberapa penelitian terkait dengan pendeteksian hama wereng menggunakan citra *drone* dengan mendeteksi warna daun yang sudah terserang dan memprediksi arah penyebaran hama dari arah angin.

UGM telah mengembangkan teknologi *drone bioakustic* untuk mengendalikan hama pada tanaman padi. Salah satu hama padi yang merugikan adalah serangan hama burung, terutama jenis burung Pipit/Bondol jawa (*Lonchura leucogastroides*), Peking (*Lonchura punctulata*), dan Bondol hitam (*Lonchura ferruginosa*).

Beberapa metode konvensional di antaranya metode jaring, menembak, dan taktik memasang manusia sawah terbukti kurang efektif. Salah satu metode yang efektif adalah solusi jangka panjang menggunakan pemangsa alami, tetapi metode ini tidak ekonomis. Cara lain yaitu menggabungkan beberapa elemen biomimetik. Elemen-elemen biomimetik ini di antaranya menggunakan sistem audio sederhana untuk menyiarkan teriakan burung predator sehingga menggabungkan antara penampilan, pergerakan, dan perilaku burung predator pada platform *drone* tunggal.



Gambar 142. Elemen biomimetik pada *drone* pertanian

Metode ini mampu mengurangi kehadiran burung-burung di area persawahan, terutama pada saat padi berumur 70 sampai 90 hari sehingga dapat mengurangi kehilangan bulir padi yang diakibatkan hama burung dikenal dengan istilah pengusir burung.

Penerapan AI dalam Ketelurusan Benih

Salah satu faktor penting yang menentukan tingkat hasil tanaman adalah benih. Benih memiliki peranan penting seperti pupuk, air, cahaya, dan iklim untuk menentukan tingkat hasil tanaman. Meskipun tersedia sarana produksi lain yang cukup, tetapi bila digunakan benih berkualitas rendah maka hasilnya tidak akan maksimal.

Kementerian Pertanian terus membangun terobosan inovasi pelayanan publik secara prima menuju pertanian modern berbasis manajemen teknologi informasi melalui penggunaan aplikasi sistem informasi perbenihan berbasis *online* yaitu penggunaan *QR-Code/Barcode* pada kemasan/label benih tanaman pangan yang bersertifikat. Dengan penggunaan *QR-Code/Barcode*, para petani dan petugas pertanian di lapangan dapat langsung memperoleh informasi mengenai

identitas benih karena data-data perbenihan sudah diinput secara *online* oleh BPSB, maupun produsen benih yang mendapat sertifikat Sistem Manajemen Mutu (*SSM*).

Pengoperasian aplikasi ini relatif mudah, pengguna dapat meng-*install* aplikasi *QR (Quick Response) Code Scanner* pada *Play Store android* dan *App Store* untuk *IOS*. Kemudian *scanning barcode* pada kemasan benih yang akan dicek maka akan muncul informasi identitas dan masa kedaluwarsa benih. Inovasi ini dikembangkan mengingat banyaknya benih palsu atau benih yang tidak bersertifikat terutama benih-benih yang dijual bebas di *e-commerce* berpotensi benih yang tidak bersertifikat. Oleh karena itu, diperlukan kerja sama dari semua pihak untuk mengatasi masalah ini terutama Kemkominfo bertugas mengawasi perdagangan berbasis digital.

Penyimpanan Benih Berbasis AI

Benih rentan mengalami kerusakan seiring berjalannya waktu penyimpanan di gudang yang diakibatkan oleh serangan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Penyimpanan benih harus dilakukan untuk mempertahankan kualitas benih yang telah dipanen sebelum didistribusikan ke tempat lain. Penggudangan benih yang dilakukan secara terstruktur akan memberikan perlindungan benih yang baik. penyimpanan benih yang baik bisa mengadopsi sistem *smart building*. Gudang yang digunakan untuk menyimpan benih harus memiliki fasilitas yang ekonomis dan juga layak untuk kebutuhan spesifik perlindungan benih (kelembapan dan temperatur). Lebih jauh lagi, gudang benih harus dapat melindungi benih dari air, serangga, pengerat, fungi, dan api.

Akhir-akhir ini cuaca sulit diprediksi yang menyebabkan gagal panen khususnya tanaman pangan yang rentan dengan perubahan iklim. Untuk mengatasi permasalahan ini, Kementerian Pertanian mengembangkan budidaya tanaman pangan menggunakan rumah kaca (*Green House*).

Sistem pertanian rumah kaca mempunyai beberapa keuntungan salah satu di antaranya mudah dalam mengendalikan hama dan penyakit serta mudah dalam mengontrol temperatur dan kelembapannya. Oleh karena itu, dibuat suatu desain atap *green house* yang mampu membuka dan menutup secara otomatis pada temperatur tertentu.

Dalam perencanaan alat ini akan dihitung dimensi dari mekanisme gerak atap dan berapa tenaga yang dibutuhkan untuk membuka dan menutup atap *green house* tersebut. Rumah kaca ini menggunakan poros berulir dan reduksi roda gigi lurus sebagai elemen pentransmisi gerak atapnya, energi gerak dihasilkan dari motor DC 12 V. Dari poros berulir gerak diteruskan oleh batang pengayun dan diteruskan lagi oleh batang pendek yang sekaligus sebagai penghubung antara lengan pengayun dan tuas atap.

Saat ini IPB mencoba mengembangkan sistem otomatis peringatan/notifikasi jika pintu atau atap *green house* belum ditutup. Di *green house* terdapat dua layar pintu, pintu tersebut tidak boleh terbuka dua-duanya untuk mencegah masuknya hama dan perubahan temperatur. Sistem ini dapat diterapkan ke gudang benih.

IPB sebagai perguruan tinggi yang mengabdikan untuk pembangun pertanian Indonesia berusaha mengembangkan teknologi untuk kesejahteraan Petani Indonesia. Begitu banyak manfaat teknologi dalam sektor pertanian maka petani milenial cukup memanfaatkan gawai/

gadget-nya bisa mengelola lahan yang lebih luas dengan hasil yang diharapkan lebih efektif, efisien dari segi waktu dan biaya sehingga dapat meningkatkan hasil produksi pangan.

Pemanfaatan Teknologi Internet Mendukung Proses Sertifikasi dan Pengawasan Peredaran Benih Tanaman Pangan

Amirudin Pohan - (Direktorat Tanaman Pangan-Direktur Perbenihan)

Benih merupakan salah satu komoditas agribisnis sehingga perlu terjamin mutunya, unggul, dan mampu bersaing memenuhi tuntutan pasar yang semakin berkembang. Kontribusi varietas unggul bersertifikat juga cukup signifikan dalam peningkatan produksi dan produktivitas tanaman pangan agar benih-benih yang diproduksi tersedia cukup maka perlu proses produksinya harus betul-betul diawasi sesuai prosedur atau ketentuan yang berlaku serta direncanakan secara baik dan disesuaikan dengan kebutuhan petani.

Benih unggul bersertifikat dalam peredarannya di lapangan harus diawasi menjamin benihnya sehingga petani tidak dirugikan dalam kegiatan budidaya. Direktorat Perbenihan berinisiasi untuk memanfaatkan teknologi internet kegiatan sertifikasi dan pengawasan peredaran benih.

Regulasi Perbenihan telah diatur dalam Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan. Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan bertujuan meningkatkan dan memperluas penganekaragaman hasil pertanian, untuk memenuhi kebutuhan pangan, sandang, papan, kesehatan, industri dalam negeri,

dan memperbesar ekspor, meningkatkan pendapatan dan taraf hidup petani, serta mendorong perluasan dan pemerataan kesempatan berusaha dan kesempatan kerja.

Penjelasan Atas Undang-undang No. 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan mengatakan bahwa Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan sebagai bagian dari pertanian pada hakikatnya adalah pengelolaan sumber daya alam hayati dalam memproduksi komoditas pertanian guna memenuhi kebutuhan manusia secara lebih baik dan berkesinambungan dengan menjaga kelestarian lingkungan hidup.

Paradigma baru yang diusung Undang-undang No. 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan adalah Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan pada prinsipnya merupakan paradigma pengelolaan Pertanian yang mengintegrasikan empat elemen, yaitu aspek lingkungan, sosial, budaya, dan ekonomi sehingga manfaat Pertanian dapat dinikmati dalam waktu yang lama.

Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan dilakukan dengan memerhatikan daya dukung ekosistem, mitigasi, dan adaptasi perubahan iklim, serta kelestarian lingkungan guna mewujudkan sistem Pertanian yang maju, efisien, tangguh, dan berkelanjutan.

Pasal 29 ayat 1 dan 4 menerangkan bahwa varietas unggul, galur, dan introduksi harus dilepas sebelum diedarkan. Pada pasal 30 ayat 2 menerangkan bahwa benih yang diedarkan harus memenuhi standar mutu disertifikasi dan diberi label. Sementara pasal 30 ayat 4 bahwa setiap orang dilarang mengedarkan benih yang tidak sesuai dengan standar mutu dan tidak bersertifikat/tidak berlabel.

Secara umum, materi muatan dalam Undang-undang ini meliputi perencanaan budi daya Pertanian, tata ruang dan tata guna Lahan budi daya Pertanian, penggunaan Lahan, perbenihan dan perbibitan, penanaman, pengeluaran dan pemasukan Tanaman, benih, bibit, dan hewan, pemanfaatan air, perlindungan dan pemeliharaan Pertanian, panen dan pascapanen, Sarana Budi Daya Pertanian dan Prasarana Budi Daya Pertanian, Usaha Budi Daya Pertanian, pembinaan dan pengawasan, penelitian dan pengembangan, pengembangan sumber daya manusia, sistem informasi, dan peran serta masyarakat, serta sanksi.

Seiring berkembangnya teknologi, terjadi budaya baru dalam bertransaksi jual beli barang secara *online* dan dikenal dengan istilah belanja *online*. Terutama saat pandemi Covid-19, pemerintah mengeluarkan kebijakan pembatasan skala besar sehingga kegiatan belanja *online* meningkat pesat.

Di satu sisi model transaksi ini memberikan keuntungan konsumen karena konsumen tidak perlu mengunjungi toko/pasar sehingga menghemat waktu, tenaga, dan efisien. Fenomena ini juga terjadi pada usaha perbenihan, banyak benih yang dijual di *e-commerce* resmi, bahkan di grup jual beli *online*. Sementara konsumen tidak tahu legalitas dari benih tersebut.

Transformasi dari transaksi konvensional menjadi transaksi *online* tidak dapat dielakan lagi, mengingat begitu pesatnya *communication building* di era 4.0. Tidak ada yang salah dengan sistemnya, tetapi sebaiknya pihak *e-commerce* melakukan verifikasi dan validasi benih yang diperjualbelikan harus memiliki legalitas dengan ditunjukkan surat bukti yang resmi. Misalnya sertifikat produsen/pengedar benih dan

label benih yang dikeluarkan oleh institusi perbenihan yang ditunjuk secara resmi oleh pemerintah untuk mengeluarkan surat legalitas berupa label benih, seperti BPSB dan produsen benih yang sudah LSSM.

Dengan semakin maraknya peredaran benih secara *online* ini mestinya menjadi perhatian bagi kita semua terlebih pemerintah untuk dapat mengatur mekanisme dan regulasi yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam pelaksanaan jual beli benih secara *online* ini.

Oleh karena itu, memudahkan dalam pengawasannya karena yang paling krusial dari sistem jual beli *online* ini ialah mekanisme pengawasan terhadap benih yang diperjual belikan tersebut, terlebih jika transaksi itu terjadi antara penjual dan pembeli secara langsung melalui media HP karena ini akan sangat sulit dilacak keberadaan dari si penjual benih tersebut.

Undang-undang 22 Tahun 2019 pasal 30 ayat 4 bahwa setiap orang dilarang mengedarkan benih yang tidak sesuai dengan standar mutu dan tidak bersertifikat/tidak berlabel. Melarang keras mengenai peredaran benih yang belum bersertifikat, bahkan pernah ditemukan penjualan benih yang masih galur (biji benih yang diproses secara konvensional). Ada pengecualian untuk pelaku tani skala kecil boleh menjual-beli benih galur, tetapi bersifat lokal atau tidak keluar kabupaten.

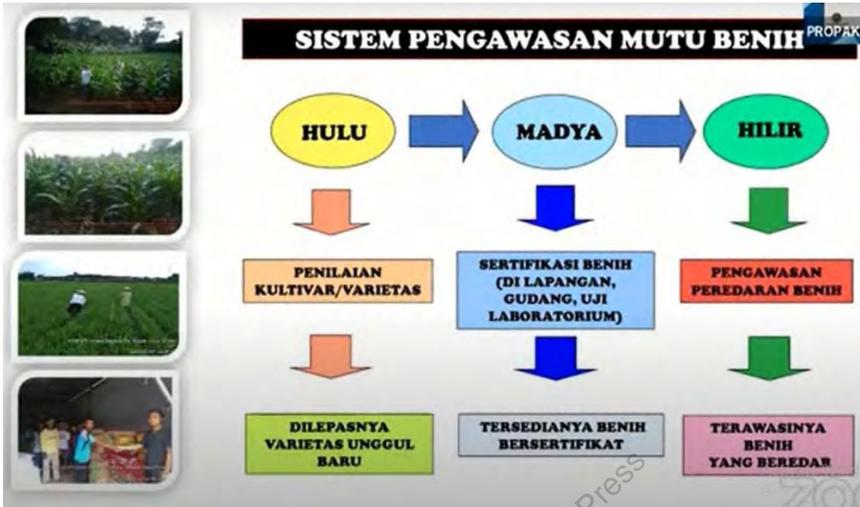
Peran pemerintah sangat penting memberikan solusi dengan membawa regulasi yang mengatur proses transaksi *online* tersebut menjadi sebuah transaksi yang legal tanpa harus merugikan pihak manapun karena transaksi *online* ini adalah sebuah pilihan bagi konsumen dalam upaya mendapatkan barang yang konsumen inginkan dengan cara yang mudah dan praktis.

Oleh karena itu, regulasi yang dibuat oleh pemerintah harus mengandung unsur keberpihakan kepada masyarakat pelaku transaksi *online* tanpa harus mengabaikan ketentuan hukum yang berlaku dan hak-hak konsumen sehingga usaha jual beli secara *online* ini menjadi kegiatan yang legal, tetapi proses pengawasan peredaran benihnya tetap dapat dilakukan dengan mudah.

Sementara fungsi dari regulasi untuk penjual melalui *e-commerce* atau mandiri antara lain mengatur bagaimana transaksi *online* itu dilakukan; menunjuk lembaga pemerintah untuk menjadi perantara antara penjual dan pembeli benih *online* secara gratis; mengatur persyaratan teknis atas barang yang akan diperjualbelikan khususnya benih; mengatur sanksi bagi pelanggar peredaran benih secara *online*; mewajibkan bagi penyedia benih untuk melaporkan transaksi peredaran benihnya setiap bulan; melarang peredaran benih *online* yang dilakukan secara langsung antara pembeli dengan penjual.

Masyarakat pun harus diberikan edukasi bahwa setiap benih yang diedarkan tersebut harus memiliki legalitas dari institusi resmi yang ditunjuk oleh pemerintah yang dibuktikan dengan label atau sertifikat benih. Memang semua itu butuh waktu, tetapi dengan adanya regulasi tersebut diharapkan pengawasan peredaran benih di pasar *online* dapat dilaksanakan oleh PBT di seluruh wilayah Indonesia.

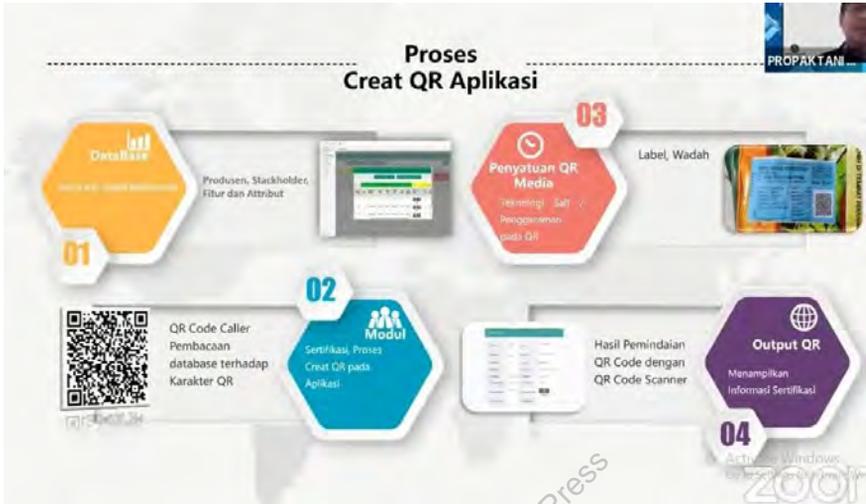
Dirjen Perbenihan fokus mengembangkan sistem informasi perbenihan sesuai arahan Kementerian Pertanian adalah digitalisasi data-data pertanian dengan memanfaatkan *Internet of Things*. Sistem pengawasan mutu benih dari hulu sampai hilir:



Gambar 143. Sistem pengawasan mutu benih

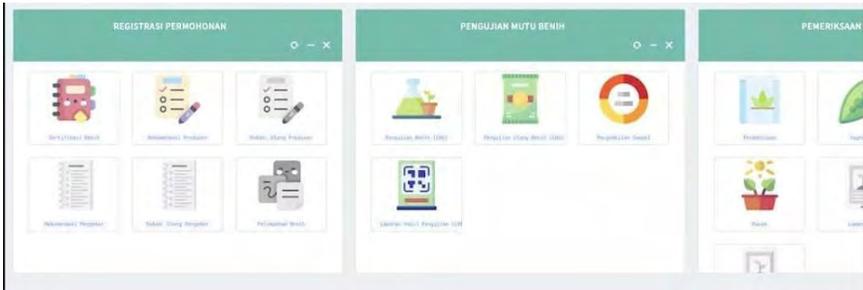
Sistem pengawasan di hulu adanya pelepasan varietas, penilaian kultivar atau varietas *output*-nya adalah varietas baru. Di madya adalah pelaksanaan sertifikasi benih mulai dari permohonan sampai uji lab *output*-nya adalah benih bersertifikat; dan di hilir adalah pengawasan peredaran benih.

Aplikasi sistem informasi perbenihan berbasis *online* ialah SIMPERBENIHAN dengan penggunaan *QR-Code/Barcode*, para petani dan petugas pertanian di lapangan dapat langsung memperoleh informasi mengenai identitas benih karena data-data perbenihan sudah diinput secara *online* oleh BPSB maupun produsen benih yang mendapat sertifikat Sistem Manajemen Mutu (SSM).



Gambar 144. Proses *creat* QR aplikasi

Pada aplikasi yang sudah dibangun *database* hasil uji lab benih; kemudian SIMPERBENIHAN ini yang sudah berisi data-data ke parameter benih yang sudah lulus uji kadar air, daya tumbuh, vigor, yang kemurnian varietas. Selanjutnya label akan ditempel di kemasan sehingga petani yang mendapat bantuan benih pemerintah di seluruh Indonesia, sudah bisa mengakses aplikasi SIMPEMBENIHAN melalui QR-Code/*barcode* untuk melacak /ketelusuran asal usul benih, tanggal kedaluwarsa benih, informasi produksi, jaminan label mutu benih bersertifikat yang sesuai standar, dan jumlah stok yang beredar. Berikut fitur yang terdapat dalam aplikasi SIMPEMBENIHAN:



Gambar 145. *Fitur* dalam aplikasi SIMPERBENIHAN

Seluruh produsen/pengedar benih yang sudah sertifikasi mandiri/ belum harus mengakses seluruh produksi benih dan stok benih melalui aplikasi SIMPEMBENIHAN agar seluruh produksi dan stok yang beredar dapat tercatat dan terpantau di masyarakat, dan ketika benih disalurkan, stok akan berkurang secara otomatis.

Bagi produsen/pengedar benih perusahaan melalui aplikasi SIMPEMBENIHAN, sangat mempermudah bagi produsen dalam mengontrol peredaran benih, utamanya dalam mengetahui benih yang akan kedaluwarsa dan jumlah stok benih yang beredar.

Aplikasi SIMPEMBENIHAN banyak memberikan manfaat, karena saat masih menggunakan sistem manual banyak terjadi masalah antara lain: label mudah dipalsukan karena tidak masuk sistem; waktu pengerjaan lama bergantung pada petugasnya, misalnya ketika pengawas lapangan sakit tentunya tidak bisa mengerjakan tugasnya; *human error*; alat cetak rusak; nomor seri tidak terbaca; dan sulit terlacak atau tidak *traceable*.

Tentunya dengan penggunaan *QR-Code* secara *online* ini: bisa mengurangi pemalsuan label; efisiensi waktu dalam pengawasan *monitoring* karena proses pengajuan bisa dilacak di aplikasi; menghindari kesalahan teknis pada sistem manual; kecepatan dalam mengambil keputusan; dan *data base* terintegrasi dan dapat diakses kapan dan di mana saja.

Diharapkan aplikasi SIMPEMBENIHAN dapat terus berkembang dan dapat bekerja sama dengan instansi terkait, akademisi, *stakeholder* untuk mengembangkan, memantau penyebaran benih unggul di Indonesia.

Author's Personal Copy by IPB Press

DAFTAR PUSTAKA

- [BKP] Pedoman Surveilensi Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) atau OPT Karantina (OPTK). 2007. Departemen Pertanian Badan Karantina Pertanian.
- [BPTP Jambi] Litbang Pertanian Prov Jambi. Rangkuti MS. Sertifikasi Benih.
- Cahyani, Eka D, Rahmadani D, O LT, Yunus M. 2021. Pengembangan sistem informasi manajemen pertanian menggunakan *framework codeigniter* untuk kelompok tani Desa Bendosewu Blitar. *Jurnal Karinov*. 4(3).
- Damanhuri, Asyim M, Erdiansyah I, Khoir I. 2016. Aplikasi *detaselling* untuk meningkatkan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L). *Jurnal Agritrop*. 14(2).
- [DPKP DIY] Wahuaryana E. 2021. Kemandirian Benih adalah Keniscayaan. 11 Februari 2021.
- Falah, Husni. 2018. Analisis kesesuaian lahan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk lokasi penggemukan sapi di Kecamatan Ciracap, Kabupaten Sukabumi sebagai upaya swasembada daging sapi. *Jurnal Risenologi*. 3(1): 18–26. doi: <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2018.31.35>.
- Gunawan, Rahmad, Bagariang W. 2013. Inventarisasi Pustaka Spektal pada OPT Utama Padi.

Panikkai, Sumarni, Hidayat W, Bahtiar. 2019. Perencanaan spasial dan strategi peningkatan hasil produksi benih jagung hibrida di Kabupaten Bone. *Jurnal Manajemen Agribisnis*. 7(2).

[Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian. 2019. Pedoman Pemanfaatan Sistem Informasi Peringatan Dini dan Penanganan Dampak Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian (Si-PERDITAN).

Simatupang, Welman J, Rohmawan E, Junior Z. 2021. Pentingnya *drone sprayer* di sektor pertanian khususnya bagi petani Indonesia. Prosiding Semnas Teknik Elektro Uin Sunan Gunung Djati Bandung.

[SI-KKOP] SI-KKOP Husein Sastranegara. Mengenal Sekiloh Mengenai KKOP. [diakses pada: <http://dishub.jabarprov.go.id/kkop/pengertian.php>].

TATA KELOLA MEKANISASI PERTANIAN: UPJA, Brigade, Taksi Alsintan



Author's Personal Copy
IPB Press



PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251-8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id



Penerbit IPB Press



[ipbpress.official](https://www.ipbpress.official)



[ipbpress.com](https://www.ipbpress.com)

Pertanian

ISBN : 978-623-467-501-6



9 786234 675016 >