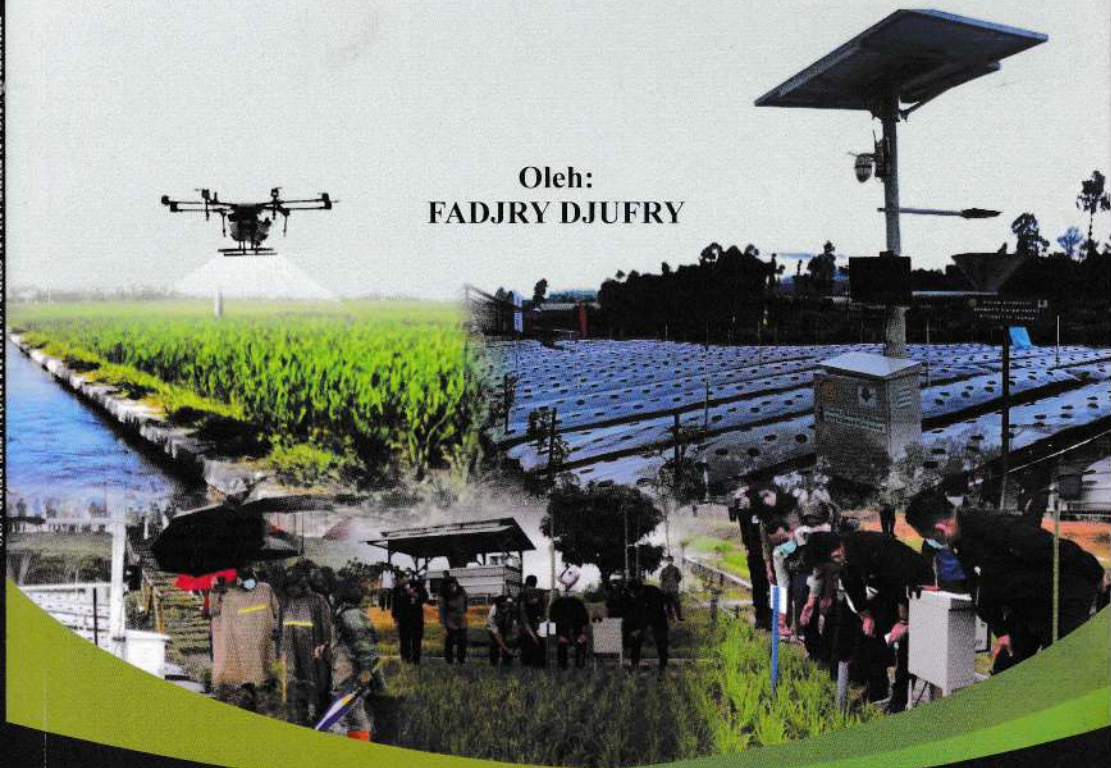




ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG BUDIDAYA DAN PRODUKSI TANAMAN

PENGEMBANGAN PERTANIAN CERDAS IKLIM INOVATIF BERBASIS TEKNOLOGI BUDIDAYA ADAPTIF MENUJU PERTANIAN MODERN BERKELANJUTAN

Oleh:
FADJRY DJUFRY



**KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 25 JANUARI 2022**





**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG BUDIDAYA DAN PRODUKSI
TANAMAN**

**PENGEMBANGAN PERTANIAN
CERDAS IKLIM INOVATIF BERBASIS
TEKNOLOGI BUDIDAYA ADAPTIF
MENUJU PERTANIAN MODERN
BERKELANJUTAN**

**Oleh:
FADJRY DJUFRY**

**KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 25 JANUARI 2022**

**PENGEMBANGAN PERTANIAN CERDAS IKLIM
INOVATIF BERBASIS TEKNOLOGI BUDIDAYA ADAPTIF
MENUJU PERTANIAN MODERN BERKELANJUTAN**

FADJRY DJUFRY

@IAARD PRESS, 2022

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2022

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

DJUFRY, Fadjry

Pengembangan pertanian cerdas iklim inovatif berbasis teknologi budidaya adaptif menuju pertanian modern berkelanjutan/penulis, Fadjry Djufry; penyunting, Bambang Subiyanto, Elna Karmawati, dan Fahmudin Agus. -- Jakarta: IAARD Press, 2022

viii, 83 hlm; 21 cm

ISBN : 978-602-344-317-8

1. Pertanian cerdas iklim inovatif 2. Teknologi budidaya adaptif
3. Pertanian modern

I. Judul

Penyunting Naskah : Bambang Subiyanto, Elna Karmawati,
Fahmuddin Agus

Penata Letak : Bursatriannyo, Niki Awalloedin

Perancang Cover : Agus Budiharto

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan 29 Pasarminggu, Jakarta 12540

Telp.: +62-21-7806202, Faks: +62-21-7800644

Email : iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2

BIODATA RINGKAS



Fadjry Djufry, lahir di Makassar pada tanggal 14 Maret 1969, adalah putra ketiga dari lima bersaudara, dari Bapak Muhammad Djufry (almarhum) dan Ibu Chaerani (almarhumah). Menikah dengan dr. Andi Indriaty Syaifuk, M.Kes.Sp.A, dan telah dikaruniai tiga anak yaitu (1) Farah Fadhilah Fadjry, S.Ked., (2) Fadhil Fikri Fadjry, dan (3) Fatin Fadhilah Fadjry.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 18/M tanggal 7 Maret 2017, yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Utama golongan IV/e. Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian Nomor 92/KPTS/KP.240/H/01/2022 tanggal 13 Januari 2022 tentang Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan orasi ilmiah untuk pengukuhan Profesor Riset.

Menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Komp. Melayu di Makassar 1982, SMPN 7 di Makassar 1985, dan SMAN 4 di Makassar 1988. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian jurusan agronomi dari Universitas Hasanuddin tahun 1993, Magister Sains jurusan Agroklimatologi dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2000, dan memperoleh gelar Doktor jurusan Agroklimatologi dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2005.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain The Centre De Coopération Internationale En Recherche Agronomique Pour Le Développement CIRAD, dan FAO Headquarter serta ITPGRFA,

Perancis, Roma (2018), Training di Sakata Seed Coorporate, Jepang (2016), Training Leadership Skills in the Area of Agriculture Research Management, Aciar, Australia, (2012), New Leaders Development Program, Melbourne Business School (2011), International Workshop to Improve Writing and Publishing Skills, University the Crawford, Australia (2010).

Menduduki jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Muda (2007), Peneliti Madya (2014), Peneliti Utama pada Bidang Budidaya dan Produksi Tanaman (2017). Jabatan struktural sebagai Kepala BPTP Papua (2008-2012), Kepala BPTP Sulawesi Selatan (2012-2015), Kepala Puslitbangun (2015-2019), dan Kepala Badan Litbang Pertanian sejak tahun 2019.

Telah menghasilkan 119 karya tulis ilmiah, baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, bagian dari buku, jurnal, prosiding, dan makalah yang tidak diterbitkan, beberapa diantaranya ditulis dalam bahasa Inggris. Pembinaan kader ilmiah sebagai pengajar, pembimbing, dan penguji di beberapa Universitas.

Aktif dalam berbagai organisasi profesi ilmiah, antara lain sebagai Ketua Umum PERHIMPI periode 2019-2024, Sekretaris I Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI) tahun 2015-2018, Asosiasi Masyarakat Kompos Indonesia (AMPOSI) tahun 2005 hingga sekarang, Ketua Forum Mahasiswa Pascasarjana (Wacana) IPB Bogor tahun 2000-2003 dan tahun 1997-2004. dan Ketua Forum Mahasiswa Pascasarjana Agroklimatologi tahun 2000-2004.

Memperoleh penghargaan dan prestasi berupa Satyalancana Karya Satya XX (2019), Alumni Terbaik Program Study Agroklimatologi (S3) (2005), Proposal Terbaik untuk Penulisan Disertasi (2002), Alumni Berprestasi Fakultas Pertanian UNHAS (1993).

DAFTAR ISI

	Halaman
BIODATA RINGKAS	iii
DAFTAR ISI	v
PRAKATA PENGUKUHAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI BUDIDAYA DAN SISTEM USAHATANI DALAM PERSPEKTIF PERTANIAN CERDAS IKLIM	4
2.1. Era Tradisional-Awal Kemerdekaan (pra 1968)	4
2.2. Era Revolusi Hijau (1970 -1986)	6
2.3. Era Pasca Revolusi Hijau (1987-2005)	6
2.4. Era Kekinian (2006-sampai sekarang dan ke depan)	7
III. TEKNOLOGI BUDIDAYA ADAPTIF DALAM PERTANIAN CERDAS IKLIM INOVATIF	9
3.1. Pertanian Modern dan Berkelanjutan	9
3.2. Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (<i>Innovative Climate Smart Agriculture</i>)	10
3.3. Pengelolaan Sumber Daya Iklim dan Air Berbasis Pendekatan Deterministik	12
3.4. Teknologi Budidaya Adaptif	13
3.5. Teknologi Budidaya Mitigatif dan Ramah Lingkungan	15
IV. PENDEKATAN DAN IMPLEMENTASI PERTANIAN CERDAS IKLIM INOVATIF MENUJU PERTANIAN MODERN BERKELANJUTAN	18
4.1. Pendekatan Ekologis Pertanian Cerdas Iklim Inovatif Berkelanjutan	18
	v

4.2. Sistem Informasi Cerdas Iklim Tanaman (SICIT)	19
4.3. Dukungan Kelembagaan dan Kebijakan	20
4.4. Implementasi Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (PCII)	22
V. POTENSI, TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN PERTANIAN CERDAS IKLIM MENDUKUNG PERTANIAN MODERN	24
5.1. Potensi Sumber Daya IPTEK dan Inovasi	24
5.2. Tantangan dan Peluang	26
5.3. Kebijakan Strategis	27
VI. ARAH, SASARAN, DAN STRATEGI PENGEMBANGAN	29
6.1. Arah	29
6.2. Sasaran	29
6.3. Strategi	29
VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN	31
7.1. Kesimpulan	31
7.2. Implikasi Kebijakan	31
VIII. PENUTUP	33
UCAPAN TERIMA KASIH	34
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	54
1. Paten/Lisensi	54
2. Pelepasan Varietas	56
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH	58
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	76

PRAKATA PENGUKUHAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

*Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri
Pertanian dan hadirin yang saya hormati*

Puji syukur *alhamdulillah* robbil 'alamin kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat Nya kita diberikan kesempatan untuk berkumpul di tempat yang mulia ini dalam keadaan sehat. Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan saya menyampaikan orasi ilmiah dalam acara pengukuhan Profesor Riset dalam bidang Budidaya dan Produksi Tanaman dengan judul:

PENGEMBANGAN PERTANIAN CERDAS IKLIM INOVATIF BERBASIS TEKNOLOGI BUDIDAYA ADAPTIF MENUJU PERTANIAN MODERN BERKELANJUTAN

I. PENDAHULUAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri Pertanian dan Hadirin yang Terhormat

Sistem pertanian ke depan dituntut agar menghasilkan produk berkualitas dan bernilai ekonomi tinggi melalui pengembangan sistem Pertanian Maju, Mandiri, Modern (Pertanian Modern) yang didukung oleh sistem usahatani terpadu dan teknologi budidaya unggul dan maju¹. Berbagai persoalan sumber daya lahan dan agroklimat, perkembangan ilmu pengetahuan (IPTEK), terutama teknologi informasi dan komunikasi (TIK), serta kemajuan inovasi pertanian merupakan tantangan dan sekaligus peluang menuju Pertanian Modern di era industri 4.0.

Basis utama pertanian modern adalah optimalisasi sumber daya dan hayati dalam upaya mewujudkan petani yang lebih sejahtera dan partisipatif, produk berdaya saing tinggi dengan pemanfaatan teknologi *frontier* dan berbasis kearifan lokal. Di lain pihak, penciptaan, degradasi, dan keterbatasan sumberdaya lahan dan masih banyaknya praktik sistem pengusahaan lahan yang tidak berkelanjutan adalah permasalahan pokok dan mendasar pembangunan pertanian ke depan². Permasalahan tersebut semakin kompleks dengan makin mencuat dan menguatnya dampak perubahan iklim, yang faktor utamanya adalah pemanasan global dengan derivasi utamanya adalah kejadian iklim ekstrim dan pergeseran pola curah hujan.

Perubahan iklim berdampak terhadap sistem produksi pertanian seperti peningkatan suhu rata-rata di malam hari yang menyebabkan tingginya respirasi, perubahan waktu dan pola tanam, kekeringan dan banjir, ledakan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), dan degradasi sumber daya lahan yang tidak

jarang berujung pada gagal tanam, gagal panen, dan penurunan produksi. Di wilayah pesisir yang sebagian besar merupakan sentra produksi padi, perubahan iklim bahkan telah mengubah kesesuaian lahan disebabkan terjadinya peningkatan salinitas tanah dan bertambah luasnya lahan pertanian yang mengalami genangan.

Ke depan, dampak perubahan iklim akan semakin parah apabila tidak dilakukan upaya mitigasi, sehingga praktik budidaya pertanian yang adaptif terhadap perubahan iklim merupakan keharusan agar produksi pertanian dapat ditingkatkan dan ketahanan pangan dapat dipertahankan. Tantangan yang dihadapi tersebut menuntut berkembangnya sistem pertanian modern, berupa sistem atau model Pertanian Cerdas Iklim (*Climate Smart Agriculture, PCI/CSA*). PCI disandingkan dengan sistem pertanian presisi membentuk Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (PCII).

Penciri dan titik ungkit PCII antara lain: (a) ketersediaan data (*big data*) sumber daya pertanian, terutama lahan dan agroklimat/iklim; (b) dukungan inovasi teknologi budidaya adaptif dan unggul; (c) sistem analisis dan prediksi iklim; (d) inovasi teknologi budidaya adaptif dan unggul, serta (e) dukungan manajemen, dan kelembagaan. Pengembangan model/sistem PCII dipandang relevan dengan dan dapat mengatasi dampak perubahan iklim, yang sejak dua dekade terakhir semakin terasa pengaruhnya terhadap sistem produksi pertanian.

Bertitik tolak dari pengalaman dan pembelajaran sejak 1-2 dekade terakhir dalam hilirisasi inovasi pertanian, terutama untuk membangun model farming inovatif, ternyata selain berbasis teknologi unggul dan inovatif, ke depan riset dan pengembangan pertanian harus pula berbasis kolaborasi dalam berbagai aspek dan hirarki, seperti yang tertuang dalam konsep

Riset dan Pengembangan Inovatif Kolaboratif (RPIK). Keterpaduan konsep RPIK dapat diperankan sebagai pembuka jalan, mempercepat dan mengefektifkan pengembangan PCII ke depan.

Berdasarkan uraian dan pemikiran di atas, orasi ilmiah ini akan dipaparkan dan dibahas berbagai temuan berupa inovasi teknologi dan pendekatan serta pemikiran dan gagasan tentang PCII. Konsep PCII dinilai sebagai salah satu derivasi Sistem Pertanian Modern, serta beberapa gagasan strategi dalam pengembangannya di masa depan menuju pertanian era informasi 4.0, dalam konteks perubahan iklim dan degradasi sumber daya lahan yang menjadi perhatian nasional dan global saat ini.

II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI BUDIDAYA DAN SISTEM USAHATANI DALAM PERSPEKTIF PERTANIAN CERDAS IKLIM

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri Pertanian, dan Para Undangan yang Mulia

Perkembangan sistem usahatani menuju Sistem Pertanian Modern seperti halnya PCI sebagai salah satu derivasinya sejalan dengan dinamika tantangan, peradaban dan perkembangan IPTEK. Berdasarkan latar belakang dan lompatan inovasi dalam menghadapi tantangan termasuk dinamika iklim dan degradasi lahan, perkembangan sistem usahatani dan teknologi budidaya di Indonesia dapat dipilah menjadi beberapa periode atau era.

2.1. Era Tradisional-Awal Kemerdekaan (pra-1968)

Perkembangan sistem usahatani di Indonesia diawali dengan pertanian subsisten dan perladangan berpindah, diikuti oleh pertanian ekstensifikasi yang dengan menanam berbagai jenis tanaman pangan serta tanaman tahunan yang ditanam secara acak dan tersebar. Dukungan teknologi budidaya masih sangat terbatas dan inovasi bergerak perlahan sejalan dengan dinamika peradaban manusia dan perkembangan IPTEK saat itu ³.

Pada periode ini, perhatian utama pengembangan teknologi budidaya difokuskan pada sistem tanam berpindah dengan beberapa komponen teknologi budidaya *indigenous* dan sederhana, terutama pada pengelolaan lahan, air, tanaman dan pengendalian OPT. Perkembangan IPTEK dan inovasi pertanian secara lebih konkrit beriringan dengan dinamika riset biologi dan pertanian di Indonesia yang dipicu oleh sistem tanam paksa (*cultuurstelsel*) pada tahun 1800-an dengan dukungan teknologi introduksi.

Sejarah dan dinamika pengembangan IPTEK dan inovasi budidaya berbeda menurut kelompok komoditas. Tanaman perkebunan awalnya mendapat perhatian khusus, baik dari aspek teknis budidaya maupun perdagangan, ekonomi, sosial politik karena menyumbang pemasukan yang paling besar bagi rezim penjajah. Hal ini diindikasikan oleh banyaknya tanaman perkebunan yang diperkenalkan dari luar, seperti karet dari lembah Amazon, tebu dari tepi sungai Gangga, kopi dari pantai Malabar, dan kelapa sawit dari Afrika Barat ⁴.

Pada awal kemerdekaan telah terkoleksi berbagai plasma nutfah antara lain tanaman obat, rempah, pestisida nabati, dan palma. Selanjutnya seleksi dan pengujian genetik dilakukan sejak awal kemerdekaan hingga era revolusi hijau. Berbeda dengan tanaman perkebunan, tanaman pangan selalu menjadi perhatian utama karena merupakan kebutuhan masyarakat yang diusahakan sejak sistem ladang berpindah dengan hanya menggunakan varietas lokal, pupuk kandang, dan limbah pertanian ⁵.

Sejak tahun 1947 pemerintah mulai memperkenalkan beberapa teknologi budidaya lebih maju, terutama varietas dan pemupukan ⁶. Kegiatan intensifikasi tanaman pangan, khususnya padi mulai dicanangkan sejak tahun 1958 secara terbatas. Selanjutnya dikembangkan secara luas melalui Demonstrasi Massal Swasembada Bahan Makanan (DEMAS-SSBM) pada tahun 1963-1965, sehingga berhasil meningkatkan produktivitas padi dua kali lipat dengan menggunakan benih bermutu, pemupukan, pengendalian OPT, serta pembimbingan dan penyuluhan petani ⁷. Bertepatan dengan pelaksanaan DEMAS dan BIMAS (Bimbingan Massal), pada tahun 1967, dihasilkan VUB yang sangat fenomenal oleh *International Rice Research Institute* (IRRI),

antara lain IR-5 dan IR-8 (PB-5 dan PB-8) yang sangat responsif terhadap pemupukan dan teknik budidayanya⁸.

2.2. Era Revolusi Hijau (1968 -1986)

Perkembangan teknologi budidaya mulai bangkit dan mengalami lompatan inovasi menjelang tahun 1970-an berkat dukungan Revolusi Hijau, baik dari sisi teknologi maupun manajemen usahatani dan penggunaan sarana produksi. Berdasarkan dinamika tersebut, teknologi pendukung BIMAS terus disempurnakan melalui program Intensifikasi Massal (INMAS) yang mempunyai tiga komponen utama, yaitu: (a) teknologi Panca Usahatani, (b) kebijakan harga sarana dan produksi, serta (c) dukungan kredit dan infrastruktur. Gerakan ini mampu meningkatkan produksi padi dari 2,34 t/ha pada tahun 1968, menjadi 3,87 t/ha pada tahun 1984 dan berhasil mengantarkan Indonesia mencapai swasembada beras pada tahun 1984⁹.

Fokus perhatian inovasi subsektor perkebunan pada era revolusi hijau, adalah seleksi dan perbaikan genetik komoditas, dan kemudian berkembang pada teknologi budidaya, terutama teknologi pemupukan dan pengendalian OPT. Pada era ini pula, subsektor perkebunan menjadi salah satu *leading sector* dalam mendukung peningkatan kemakmuran rakyat, terutama melalui perkebunan rakyat. Pemerataan pembangunan perkebunan lebih berkembang, antara lain melalui penerapan pola Perkebunan Inti Rakyat (PIR), termasuk skema PIR-Trans⁴.

2.3. Era Pasca-Revolusi Hijau (1987-2005)

Menyadari dampak revolusi hijau, pendekatan agroekoteknologi atau pertanian ramah lingkungan mulai diterapkan untuk mengoreksi kelemahan teknologi revolusi hijau yang dikenal dengan teknologi revolusi hijau lestari¹⁰.

Demikian juga berbagai bentuk pola tanam atau model usahatani terpadu seperti tumpang sari, tumpang gilir, dan pergiliran varietas mulai dikembangkan¹¹.

Krisis pangan akibat iklim El Niño yang diperparah oleh krisis politik pada tahun 1997/98, menginspirasi pemerintah untuk melaksanakan Program Gerakan Mandiri Peningkatan Produksi Padi, Kedelai dan Jagung (GEMA PALAGUNG). Pada saat bersamaan juga dikembangkan Sistem Usahatani Padi Berwawasan Agribisnis (SUTPA) dengan dukungan Intensifikasi Berwawasan Agribisnis (INBIS) berbasis kerja sama dalam dan antar kelompok tani pada satu Wilayah Kerja Penyuluh Pertanian (WKPP)¹².

Inovasi berikutnya melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) atau *integrated crop management* (ICM) yang dirintis IRRI diterapkan pertama kali di Balai Penelitian Padi (Balitpa) Sukamandi pada tahun 2001. PTT merupakan konsep dan strategi peningkatan produksi padi melalui pengelolaan tanaman, tanah, air, hara dan OPT secara terpadu, sinergis, partisipatif, dinamis dan spesifik lokasi^{13,14}.

Pada pasca revolusi hijau, subsektor perkebunan semakin berkembang dengan dukungan teknologi budidaya, varietas/klon unggul, dan kebijakan pengembangannya. Gangguan iklim yang berlanjut pada gangguan lingkungan berupa kebakaran lahan dan perkebunan diatasi melalui kebijakan pembukaan lahan tanpa bakar.

2.4. Era Kekinian (2006-sampai sekarang dan ke depan)

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi dan perkebunan^{15,16, 17}, diantaranya melalui Program Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT), program budidaya padi Jarwo Super, SL-PHT perkebunan, Upaya Khusus (UPSUS) Padi,

Jagung, dan Kedelai (PAJALE)¹⁸, dan program pengembangan pertanian bioindustri.

Konsep pertanian bioindustri berkelanjutan memandang lahan bukan hanya sebagai sumber daya alam tetapi juga industri yang memanfaatkan seluruh faktor produksi untuk mewujudkan ketahanan pangan, ketahanan energi, dimana biomassa dikonversi menjadi produk lain yang lebih bernilai ekonomis dengan input energi rendah¹⁹.

Pertanian bioindustri merupakan langkah antisipatif^{20,21} terhadap kecenderungan perubahan pertanian masa depan yang dicirikan oleh antara lain: (a) energi fosil makin langka; (b) peningkatan kebutuhan pangan, pakan, energi dan serat; (c) perubahan iklim global, (d) degradasi dan kelangkaan lahan dan air, (e) kemajuan IPTEK *biosciense*^{22,23} dan *bioengineering*¹⁰. Sistem Integrasi Tanaman Ternak (SITT) telah memanfaatkan biomassa hasil samping produk pertanian untuk pakan ternak yang dikenal dengan konsep LEISA (*Low External Input Sustainable Agriculture*), sehingga terjadi efisiensi sumberdaya pertanian.

Penerapan teknologi industri 4.0 di sektor pertanian mampu meningkatkan produktivitas pertanian dengan lebih efisien, dan aman²⁴. Sektor pertanian juga perlu beradaptasi dengan teknologi industri 4.0 untuk menjawab tantangan ke depan dengan lima teknologi penopang, yaitu: *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, *Human-Machine Interface*, *Robotic Technology*, sensor digital, dan *big data*.

III. TEKNOLOGI BUDIDAYA ADAPTIF DALAM PERTANIAN CERDAS IKLIM INOVATIF

*Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri
Pertanian dan Hadirin yang Terhormat*

Setiap tanaman membutuhkan persyaratan lingkungan tumbuh tertentu untuk keberlangsungan proses metabolisme, tumbuh, dan berproduksi, baik terkait dengan sumber daya lahan maupun agroklimat, seperti kebutuhan terhadap cahaya, suhu, kelembaban, curah hujan, dan hara. Penyerasian atau perekayasa unsur-unsur tersebut ditempuh melalui penerapan teknologi budidaya untuk mengkondisikan agar semua unsur dalam keadaan optimal memenuhi kebutuhan tanaman²⁵.

3.1. Pertanian Modern dan Berkelanjutan

Pertanian modern adalah pembangunan pertanian yang sejalan dengan Revolusi Industri 4.0. Pertanian modern memiliki karakteristik antara lain berproduksi mendekati potensi hasil, bernilai ekonomi tinggi, produktivitas tinggi ramah lingkungan dan berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa pertanian modern mampu bersaing secara terbuka dan siap merespons berbagai peluang serta tantangan di tingkat nasional maupun global.

Pertanian modern memiliki kemampuan untuk merespons dinamika lingkungan strategis global, termasuk potensi krisis yang bersumber dari guncangan ekonomi global, perubahan iklim, bencana alam, maupun bencana wabah seperti pandemi COVID-19.

Pertanian modern menggunakan ilmu dan teknologi terkini dan canggih dalam mengoptimalkan penggunaan sumberdaya alam, lingkungan, dan input produksi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan nilai tambah

maksimum guna meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani, namun tetap menjaga kesehatan dan kelestarian lingkungan. Pada tingkat *on farm*, pertanian modern bercirikan pertanian presisi yang dalam praktiknya digerakkan oleh teknologi tinggi dan canggih berbasis digital untuk mengontrol pertumbuhan dan kualitas tanaman dari jarak jauh. Di tingkat *off farm*, pertanian modern ditujukan untuk mendukung sistem logistik dan pasokan dari produsen ke konsumen^{1,26}.

Pembangunan pertanian modern berbasis revolusi hijau di era yang lalu telah membawa kemajuan pesat di bidang pangan, namun juga berdampak negatif terhadap lingkungan akibat penggunaan pupuk anorganik, pestisida, herbisida, dan eksploitasi lahan secara intensif. Oleh sebab itu diperlukan upaya yang mampu meningkatkan produksi dan sekaligus memelihara mutu lingkungan dan sumber daya^{27,28}. Pertanian modern pada prinsipnya mampu memproduksi secara efisien dengan memanfaatkan sumber daya alam tanpa merusak lingkungan^{29,30,31} dengan dukungan teknologi yang sejalan dengan tuntutan era industri 4.0.

Selain melestarikan dan optimalisasi sumber daya, penerapan pertanian modern memaksimalkan penggunaan sarana produksi terbarukan dalam upaya keberlanjutan produktivitas sumber daya pertanian²⁷. Penanganan dampak perubahan iklim ke depan memerlukan pendekatan dan teknologi yang adaptif agar lebih mampu memberikan produktivitas tinggi sekaligus menghindari kerusakan lingkungan, dan dikemas dalam PCI yang lebih inovatif.

3.2. Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (*Innovative Climate Smart Agriculture*)

Pembangunan pertanian ke depan dihadapkan pada dua tantangan utama, yaitu (a) perubahan dan variabilitas iklim, dan (b) degradasi dan keterbatasan sumber daya lahan.

Perubahan iklim yang menimbulkan perubahan pola dan intensitas curah hujan (El Niño atau La Niña), berpotensi meningkatkan durasi dan intensitas kelangkaan air. Sebaliknya, perubahan iklim meningkatkan kebutuhan air pertanian, terutama untuk irigasi pada musim kemarau ^{32,33}. Kondisi ini diperparah oleh penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan bahan anorganik secara intensif dan degradasi lahan. Dengan berbagai keterbatasan tersebut perlu transformasi sistem pertanian yang toleran dan adaptif terhadap dampak perubahan iklim dan degradasi lahan.

Pada tahun 2013, FAO mengusung tema PCI yaitu sistem pertanian yang mentransformasikan, mengarahkan, dan memandu upaya dan tindakan agar pertanian pertanian tetap tumbuh, mampu menjaga stabilitas ketahanan pangan dan adaptif terhadap perubahan iklim ³⁴. PCI juga merupakan pendekatan untuk pengembangan berbagai aspek teknis, kebijakan, dan investasi dalam sistem pembangunan pertanian berkelanjutan ³⁵. PCI yang relevan dikembangkan di Indonesia adalah dalam bentuk Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (PCII) berbasis pertanian modern dan presisi yang mengacu pada tiga pilar utama, yaitu adaptasi, mitigasi, dan produktivitas.

Penerapan PCII bertujuan untuk: (1) meningkatkan produktivitas dan pendapatan secara berkelanjutan, (2) mendorong kemampuan beradaptasi dan membangun ketahanan terhadap perubahan iklim; (3) menurunkan emisi gas rumah kaca, dan (4) mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya, dengan 5 ciri dan titik ungkit. PCII bukan perangkat praktik pertanian yang dapat diterapkan secara universal, tetapi merupakan pendekatan bersifat spesifik lokasi, dan berbeda dengan PCI versi FAO.

3.3. Pengelolaan Sumber Daya Iklim dan Air Berbasis Pendekatan Deterministik

Semakin tinggi ketidakpastian iklim dan musim membutuhkan teknologi dan sistem usaha pertanian adaptif dan tahan risiko iklim dengan perencanaan usahatani berbasis hubungan deterministik tanaman-iklim-air-tanah^{36,37}. Model deterministik adalah model matematika yang mengkuantifikasi hubungan berbagai variable fisik dan biofisik (dalam hal ini iklim, air tanah, dan tanaman) dengan derajat kepastian yang cukup tinggi. Model deterministik berbeda dengan model stokastik yang memiliki keacakan dengan derajat ketidakpastian dan bersifat probabilistik.

Pendekatan model simulasi tanaman dan neraca air yang merupakan salah satu pendekatan deterministik telah banyak dimanfaatkan untuk menjelaskan proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dinamika air tanah, kebutuhan benih, pupuk, periode defisit dan surplus air, waktu dan pemberian irigasi, dan potensi hasil tanaman^{38,39,40}. Model simulasi tanaman juga pernah diterapkan untuk mengetahui periode atau fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak^{41,42,43,38}, mengidentifikasi wilayah potensial pengembangan tanaman jarak pagar dan jarak kepyar di Indonesia^{42,44}, pewilayahan komoditas, dan pengelolaan kelapa sawit^{42,45,46}.

Berdasarkan simulasi neraca air diketahui periode musim tanam⁴⁷, periode defisit ketersediaan air, potensi tanam, pola tanam⁴⁶, dan distribusi air irigasi dengan berbagai pilihan pola tanam^{48,49}. Integrasi model simulasi tanaman dengan sistem informasi geografis akan membantu perencanaan pengembangan komoditas dalam skala kawasan⁵⁰.

Penggunaan lain simulasi tanaman adalah untuk menguji dampak variabilitas dan perubahan iklim terhadap produksi tanaman⁵¹, mengevaluasi kelayakan pilihan komoditas,

menjembatani kesenjangan hasil antara praktik budidaya yang mempertimbangkan kondisi iklim^{52,37}, mengevaluasi intervensi budidaya dan membantu petani dalam mengeksplorasi secara cepat berbagai alternatif teknologi budi daya^{53,54}. Integrasi prediksi musim dengan model simulasi tanaman merupakan pendekatan untuk menduga potensi hasil tanaman pada musim tanam yang akan datang⁵⁵.

3.4. Teknologi Budidaya Adaptif

Indonesia terletak di lintasan khatulistiwa yang memiliki suhu udara pada batas toleransi tanaman pada umumnya, tetapi dengan curah hujan yang sangat beragam. Potensi dampak perubahan iklim perlu diantisipasi dengan menerapkan teknologi adaptasi yang berkaitan dengan ketersediaan air, antara lain penyesuaian waktu dan pola tanam, penggunaan varietas unggul toleran kekeringan, rendaman, dan salinitas, serta pengelolaan air^{56,57,58}.

Dalam konsep dampak perubahan iklim, adaptasi diartikan sebagai upaya untuk menyesuaikan kegiatan atau teknologi pertanian agar tidak terdampak serius oleh gejala perubahan iklim. Strategi adaptasi ketidakpastian musim dan kejadian iklim ekstrem bertitik tolak dari data dan informasi iklim dan prediksi atau prakiraan iklim dan ketersediaan air yang sangat dinamis/fluktuatif. Berkaitan dengan aspek tersebut, telah dikembangkan inovasi Kalender Tanam Terpadu untuk menentukan waktu tanam yang tepat, penyiapan benih, pengolahan lahan, pemupukan, kebutuhan tenaga kerja, dan mengatur penggunaan alat-mesin pertanian untuk pengolahan tanah dan panen^{59,60}.

Pada subsektor tanaman pangan, prinsip PCII telah banyak diterapkan melalui berbagai pendekatan dan cara, walaupun belum terintegrasi. Untuk tanaman, teknologi budidaya mampu beradaptasi dengan kondisi dampak kejadian

iklim ekstrem seperti banjir, kekeringan, dan serangan OPT, telah melepas VUB toleran kekeringan, rendaman, salinitas, serta tahan terhadap hama dan penyakit utama^{61,62,63}. VUB padi toleran kekeringan yang ada saat ini adalah Inpari-13, Inpari-18, Inpari-19, Inpari-20, Inpago-4, Inpago-5, Inpago-6, Inpago-8, dan Inpago Lipigo-4. VUB jagung antara lain Bima-19 URI dan Bima-20 URI. VUB kedelai adalah Dering-2 dan Dering-3. VUB padi toleran rendaman diantaranya Inpari-29, Inpari-30 Ciherang Sub1, Inpara-3, Inpara-4 dan Inpara-8 Agritan^{64,65,66}.

Secara genetik, setiap VUB mempunyai toleransi dan daya adaptasi tertentu terhadap kondisi agroklimat yang berbeda dari tempat asalnya dirakit. Oleh sebab itu, pengembangan VUB memerlukan uji multilokasi, uji daya hasil, dan uji daya adaptasi untuk mengetahui potensi hasilnya^{67,68,69} dan digunakan sebagai dasar penetapan rekomendasi pengembangan varietas spesifik lokasi^{70,71,72}.

Peningkatan efisiensi penggunaan air dalam usahatani padi menjadi penting dengan semakin terbatasnya ketersediaan air. Sistem irigasi basah kering pada lahan sawah irigasi di Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, memberikan hasil 8,36 t/ha dengan keuntungan finansial lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pengairan berselang dan terus menerus⁷³.

Pada dasarnya PCII juga telah diterapkan pada tanaman perkebunan rakyat seperti kopi dan kakao, walaupun belum seluas seperti tanaman pangan. Praktek budidaya sebagian besar masih konvensional, tetapi telah menerapkan beberapa teknologi adaptif-inovatif seperti penggunaan varietas toleran kekeringan dan pengendalian OPT^{74,75,76}, menyesuaikan waktu dan pola tanam, memperbaiki teknik pengairan dan drainase, pembuatan rorak, pemupukan ramah lingkungan menggunakan pupuk organik⁷⁷ yang diikuti oleh pemanfaatan pestisida nabati

⁷⁸, pengelolaan lahan dan air dengan perawatan kontur tanah, membangun embung, membuat sumur resapan, dan penanaman tanaman penutup tanah.

3.5. Teknologi Budidaya Mitigatif dan Ramah Lingkungan

Sektor pertanian merupakan salah satu dari lima sektor yang berkontribusi dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC) sebagai kesepakatan internasional dalam konteks mitigasi (dan adaptasi) perubahan iklim. Sektor pertanian mempunyai posisi yang strategis karena aksi penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) harus sejalan dan tidak bertentangan dengan program pemenuhan kebutuhan pangan nasional. Total emisi GRK dari sektor pertanian adalah 104,47 juta ton CO₂e yang dihasilkan dari pembakaran biomas, lahan sawah, pemberian kapur, pupuk urea, pengelolaan lahan, dan peternakan. Emisi GRK tertinggi berasal dari lahan sawah yang mencapai 48,83 juta ton CO₂e atau 46,74% dari total emisi GRK di sektor pertanian ⁷⁹.

Beberapa aksi yang dapat menurunkan emisi GRK sekaligus ramah lingkungan dan juga mampu mendukung peningkatan produksi adalah penanaman varietas rendah emisi, pemupukan berimbang, aplikasi pupuk organik, penerapan sistem pertanian sirkular, dan integrasi tanaman-ternak. Penurunan emisi GRK dari lahan sawah dilakukan dengan pengaturan air irigasi, termasuk dengan sistem *intermittent irrigation* dan penggunaan varietas rendah emisi dan berproduktivitas tinggi. Perlakuan irigasi basah-kering dapat menekan emisi CH₄ 33-41%, mengurangi pemakaian air untuk irigasi hingga 53% tanpa menurunkan produksi padi ^{80,81}, dengan keuntungan finansial yang lebih tinggi ⁷³. Beberapa varietas padi rendah emisi GRK yang telah teridentifikasi

adalah IR36, IR64, Mekongga, Inpari-17, Inpari-18, dan Dodokan^{82,83}.

Salah satu faktor penentu keberhasilan produksi pertanian adalah pemupukan, namun penggunaan yang berlebihan akan meningkatkan emisi GRK. Upaya untuk mengurangi emisi GRK sekaligus meningkatkan produksi adalah dengan pemupukan berimbang sesuai status hara tanaman⁸⁴ dan penggunaan pupuk organik. Selain dapat memasok hara NPK, aplikasi pupuk organik juga dapat menyediakan hara mikro bagi tanaman, terutama pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif⁸⁵.

Kombinasi pupuk organik dan anorganik selain menghemat penggunaan pupuk NPK 50%, juga meningkatkan kualitas tanah, menekan biaya produksi, menurunkan emisi GRK⁸⁶, meningkatkan produksi padi 26%^{87,88} dan meningkatkan produksi kakao di lahan marginal⁷⁷. Kombinasi pupuk NPK dan pupuk organik cair meningkatkan produksi sawi 50%⁷⁷. Kombinasi pupuk NPK dan asam humat pada tanaman kentang menghemat penggunaan pupuk NPK 50% dan meningkatkan pendapatan petani⁸⁹. Kesuburan tanah dan keberlanjutan usahatani dapat dijaga dengan mengembalikan semua bahan organik ke dalam tanah dan meminimalkan limbah atau yang dikenal dengan pertanian sirkular⁹⁰. Pertanian sirkular dapat menurunkan emisi GRK⁹¹ dan meningkatkan efisiensi usahatani dan pendapatan petani^{92,93}.

Bentuk lain dari pertanian mitigatif dan ramah lingkungan adalah SITT. Implementasi sistem ini meningkatkan ketersediaan hara dan pakan, mensubstitusi kebutuhan pupuk kimia, menyediakan pupuk kandang, meningkatkan bobot ternak, menurunkan biaya pemupukan, biaya pengelolaan ternak, meningkatkan kesuburan tanah, dan memperbaiki struktur lahan untuk mencegah erosi lahan⁹⁴.

Secara makro, selain meningkatkan produksi dan nilai ekonomi perkebunan, penerapan SITT juga potensial mengurangi pencemaran dan kerusakan lingkungan, serta menurunkan emisi GRK.

IV. PENDEKATAN DAN IMPLEMENTASI PERTANIAN CERDAS IKLIM INOVATIF MENUJU PERTANIAN MODERN BERKELANJUTAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri Pertanian dan Para Undangan yang Dimuliakan

Penerapan teknologi inovatif bahkan *frontier* berperan penting dalam meningkatkan kinerja usaha tani, apalagi dalam sistem pertanian modern seperti halnya PCII. Ciri keberlanjutan PCII antara lain kemantapan produksi, ramah ekologis, efisien, menguntungkan secara ekonomis, inklusif, tangguh (*resilient*) dan adaptif terhadap dinamika biofisik seperti perubahan iklim dan degradasi lahan sebagai keniscayaan dengan menerapkan teknologi inovatif modern.

4.1. Pendekatan Ekologis Pertanian Cerdas Iklim Inovatif Berkelanjutan

Pengelolaan aspek biotik dan abiotik agroekosistem secara cerdas dalam menekan perubahan aktual seperti degradasi lahan dan perubahan iklim merupakan bagian penting dalam PCII. Upaya pelestarian dan peningkatan peran ekosistem pertanian dan menghindari atau meminimalisasi dampak perubahan iklim dapat diupayakan melalui penerapan teknologi, baik konvensional maupun modern. Pengelolaan aspek abiotik dalam PCII, terutama terkait dengan lahan, hara, air, radiasi surya, dan unsur iklim lainnya, dapat dilakukan antara lain melalui penentuan pola tanam dan waktu tanam yang tepat ⁴⁶, teknologi katam terpadu pada tanaman padi ⁶⁰, *standing crop sentinel-1* ⁹⁵, pemetaan sumber daya dan kesesuaian lahan ^{96,97}, pemupukan tepat jenis dan dosis ⁷⁷, fertigasi tetes, dan nano pestisida.

Pengelolaan aspek biotik pada agroekosistem diupayakan melalui: (a) penggunaan varietas unggul (produktivitas tinggi, tahan serangan OPT, toleran cekaman iklim) ^{98,99}, (b) pemilihan bahan perbanyakan tanaman berkualitas ¹⁰⁰, (c) pemanfaatan teknologi *drone* dan *android* untuk pemantauan serangan OPT dan kesehatan tanaman, (d) penggunaan pupuk hayati dan pestisida alami (hayati dan nabati) ⁸⁵, (e) sistem tanam ¹⁰¹, tanaman campuran atau tumpang sari, dan integrasi tanaman-ternak.

4.2. Sistem Informasi Cerdas Iklim Tanaman (SICIT)

Implementasi PCII sebagai model usahatani inovatif menghadapi tantangan yang juga sangat dinamis dan ketidakpastian (*uncertainty*), dalam bentuk bencana terkait iklim dan ancaman OPT, sehingga dukungan dan layanan sistem dan teknologi informasi menjadi penting dan menentukan. Oleh sebab itu, PCII perlu didukung oleh metode integrasi iklim dan tanaman berdasarkan pendekatan stokastik maupun deterministik untuk menghasilkan Sistem Informasi Cerdas Iklim Tanaman (SICIT). Layanan SICIT menyediakan informasi untuk membantu pengambilan keputusan di tingkat petani, penyuluh, dan pengambil kebijakan.

Sebagai salah satu derivasi pertanian presisi, PCII harus didukung oleh SICIT dengan ciri utama: a) pemanfaatan teknologi digital, b) penggunaan *big data*, c) berbasis wilayah atau kawasan, d) sistem komunikasi berbasis *android* dan *web*, (e) dukungan citra satelit (*remote sensing*), dan f) bersifat spesifik lokasi. Penggunaan teknologi digital seperti IoT menjadi basis utama pengembangan dan penerapan PCII mendukung pertanian modern, khususnya untuk pemanfaatan Sumber Daya Lahan, Iklim, dan Air (SDIA).

Selain itu, data SDIA dan budidaya pertanian dapat digunakan sebagai input model *Decision Support System* (DSS)

yang *output*-nya dapat digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dengan membangun SICIT. Data spasial berbasis citra satelit diperlukan untuk membangun sistem informasi dalam skala kawasan beresolusi tinggi, sehingga mampu menghasilkan informasi spesifik lokasi yang merupakan komponen penting PCII.

4.3. Dukungan Kelembagaan dan Kebijakan

Penerapan PCII membutuhkan berbagai unsur meliputi: (1) aspek teknis dan teknologi, yang terdiri atas modal, teknologi, dan input produksi, serta (2) kelembagaan dalam bentuk transfer pengetahuan dan pengembangan. Faktor kelembagaan PCII dalam mendukung pengembangan pertanian modern mencakup: (a) tatanan dan aturan bagi para pelaku dalam berinteraksi dan berorganisasi guna pencapaian tujuan atau hasil usahatani, (b) kebijakan program dan atau regulasi untuk menjamin perwujudan konsep dan program.

Entry point utama pengembangan dan implementasi PCII berkelanjutan adalah pengelolaan sumber daya dan lingkungan yang terorganisasi. Sistem Inovasi Pertanian memberikan kerangka kerja bagi para pelaku PCII yang terdiri atas: (1) lembaga penelitian dan pendidikan di bidang pertanian; (2) agribisnis berbasis rantai pasok komoditas; (3) sistem penghubung (*bridging system*) yang mencakup penyedia alih informasi, alih pengetahuan, dan alih teknologi; serta (4) ekosistem inovasi sebagai lingkungan pendukung yang mencakup program dan kebijakan pemerintah, investasi, serta sistem sertifikasi komoditas¹⁰².

Terkait isu gender, partisipasi perempuan dalam penerapan PCII masih bersifat komplementer, padahal kaum perempuan merupakan sumber daya yang potensial untuk meningkatkan nilai tambah dan membangun sistem produksi berkelanjutan. Secara iteratif, strategi peningkatan peran

perempuan akan dimulai dengan pengembangan pengetahuan, kemudian pengembangan keterampilan, dan pemanfaatan teknologi ¹⁰³. Selain itu juga perlu sistem pendukung yang meliputi penyediaan akses terhadap pelayanan finansial, penggunaan aset, dan kepemimpinan dalam organisasi.

Pembiayaan pada penerapan PCII dapat diupayakan oleh beberapa stakeholder dengan jenis dukungan yang berbeda. Pembiayaan yang bersumber dari lembaga keuangan formal tidak dapat selalu diterapkan, oleh karena itu *financial support development* untuk penerapan PCII menggunakan pendekatan *stakeholder collaboration*, yang terlibat pada beberapa bagian dalam pembiayaan investasi dan penyediaan modal kerja ¹⁰⁴.

Dalam konteks perubahan iklim telah tertuang dalam rancangan penerapan PCII, penanganan dampak perubahan iklim telah masuk ke dalam Rancangan Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, sesuai dengan prioritas nasional Pembangunan Berketahanan Iklim dan Rendah Karbon. Selain pendanaan melalui APBN, kebijakan terkait perubahan iklim antara lain melalui pembentukan Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup dan *SDG Indonesia One* yang bertujuan mempertemukan berbagai kegiatan yang didanai dari APBN, mitra pembangunan, badan usaha, filantropis, individu, dan lembaga multilateral. Selain itu, dalam bidang perpajakan diberlakukan kebijakan *tax holiday* guna mendukung investasi baru dalam pengembangan energi terbarukan dan menyesuaikan tarif PPNBM kendaraan berdasarkan emisi CO₂. Dukungan juga diberikan kepada pemerintah daerah, melalui transfer Dana Alokasi Khusus dan Dana Insentif Daerah untuk program berwawasan lingkungan.

Pemerintah telah merumuskan strategi dalam mengelola dampak perubahan iklim, baik dari aspek koordinasi, sinergitas, integrasi, *leadership*, perencanaan, implementasi,

maupun monitoring, pelaporan dan verifikasi pelaksanaan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di tingkat nasional dan internasional. Pada dasarnya program PCII telah disusun dalam rangka pembangunan berkelanjutan, meliputi tiga pilar, yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial¹.

4.4. Implementasi Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (PCII)

Secara ekonomi, potensi dampak perubahan iklim pada sektor pertanian terutama berupa penurunan PDB mencapai 19.94 triliun rupiah pada tahun 2024. Penurunan tersebut terutama pada daerah sentra produksi pertanian¹⁰⁵. Kerugian PDB tersebut dapat diturunkan sampai 50% jika tindakan Pembangunan Berketahanan Iklim dilakukan secara masif antara lain melalui penerapan PCII.

Salah satu penerapan PCII dalam sistem usahatani skala rumah tangga adalah *Food Smart Village* (FSV) atau Desa Mandiri Pangan pada lahan kering beriklim kering (LKIK)¹⁰⁶. Demikian juga dalam penerapan pertanian presisi berbasis PCII dengan pendekatan RPIK di lahan kering iklim kering di Kabupaten Sumbawa Besar dapat meningkatkan indeks pertanaman sampai 58% dan produksi dari 4-8 ton/ha menjadi 5-10 ton/ha, sedangkan di Kabupaten Bima dapat meningkatkan IP 100-150 dengan produktivitas jagung naik 25%, kacang hijau 69% dan kedelai 40%.

FSV dan pertanian presisi berbasis PCII bertumpu pada lima pilar berbasis adaptasi dan mitigasi, yaitu: 1) Optimasi sumber daya lahan dan air; 2) Integrasi tanaman pangan-hortikultura/perkebunan; 3) Sistem integrasi tanaman-ternak; 4) Sistem pertanian konservasi; dan 5). Pertanian sirkular. Dalam skala lebih luas, PCII dikembangkan dalam bentuk pertanian adaptif berbasis eksplorasi sumber daya air pada agroekosistem LKIK dalam skala kawasan.

Kendala yang dihadapi dalam implementasi PCII terdiri atas teknis dan kelembagaan seperti tidak tersedianya modal, rendahnya akses terhadap kredit usahatani, ketidaktersediaan data dan informasi, serta masih terbatasnya kegiatan alih teknologi. Di sisi lain, penerapan PCII memerlukan persyaratan yang harus dipenuhi meliputi¹⁰⁷: (1) Pengelolaan pertanian untuk menyeimbangkan ketahanan pangan dalam jangka pendek dan kebutuhan mata pencaharian dengan prioritas untuk adaptasi dan mitigasi, (2) Pengelolaan ekosistem dan lanskap guna melestarikan jasa ekosistem yang berperan penting untuk ketahanan pangan, pembangunan pertanian pada umumnya, (3) Layanan bagi petani dan pengguna lahan dalam pengelolaan risiko atau dampak perubahan iklim dan aksi mitigasi yang lebih baik, dan (4) Optimasi sumber daya pertanian yang meningkatkan manfaat PCII.

Oleh karena itu penerapan PCII harus berbasis pendekatan sistem yang terdiri dari: (1) Penguatan landasan *scientific basis* dampak perubahan iklim di suatu wilayah, saat ini dan ke depan (prediksi), terkait kerentanan sektor pertanian dan ketahanan pangan, (2) Penyusunan kerangka kebijakan dalam mendukung rencana, investasi, dan koordinasi seluruh proses dan lembaga terkait pertanian dan pangan, perubahan iklim, dan penggunaan lahan, (3) Penguatan kelembagaan lokal untuk motivasi dan pemberdayaan petani, serta (4) Peningkatan pembiayaan inovatif yang memadukan keuangan pengelolaan iklim dan pertanian, investasi sektor publik dan swasta.

Ketersediaan serta akurasi data dan informasi terkait iklim, air, lahan, dan inovasi atau teknologi merupakan langkah awal dan utama dalam pengembangan PCII, terutama dalam pengintegrasian teknologi, kelembagaan, kebijakan, dan investasi. Melalui pendekatan tersebut, praktek PCII di tingkat petani diharapkan dapat menurunkan risiko kehilangan hasil akibat perubahan dan variabilitas iklim dan mempersempit senjang antara hasil aktual dan potensi hasil akibat ketidaksesuaian teknologi.

V. POTENSI, TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN PERTANIAN CERDAS IKLIM MENDUKUNG PERTANIAN MODERN

*Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri
Pertanian, dan Para Undangan yang Terhormat*

Ekosistem merupakan fungsi dasar dari ekologi yang mencakup semua aspek biotik dan abiotik yang dalam praktek pertanian saling berkaitan dan menciptakan lingkungan kehidupan yang seimbang dan harmonis sebagai prinsip dasar sistem pertanian berkelanjutan¹⁰⁸. Ketidakseimbangan dan ketidakharmonisan antara aspek abiotik dan biotik dalam agroekosistem dapat terjadi akibat: (a) intervensi manusia melalui budidaya pertanian intensif dan masif, atau (b) gejolak dan dinamika agroekosistem itu sendiri, terutama terkait lahan dan iklim, atau (c) interaksi kedua penyebab dan ini yang umum terjadi, seperti halnya perubahan sistem pengelolaan lahan dan dinamika iklim.

Oleh sebab itu, pilar sekaligus sasaran utama PCII sebagai salah satu derivasi pertanian modern adalah prinsip keterkaitan agroekosistem yang berporos pada degradasi lahan dan perubahan iklim.

5.1. Potensi Sumber Daya IPTEK dan Inovasi

Potensi sumber daya, teknologi dan inovasi dalam pengembangan dan penerapan PCII mendukung pertanian modern berkelanjutan berbasis pada empat pilar utama yaitu: (1) keragaman dan keragaman sumber daya lahan, air, dan iklim; (2) ketersediaan dan keragaman inovasi teknologi adaptasi yang mempunyai *co-benefit* dalam bentuk mitigasi; serta (3) dukungan data dan beragam sistem informasi dan komunikasi modern; dan (4) dukungan kelembagaan untuk akselerasi adopsi teknologi.

Di Indonesia terdapat ratusan jenis tanah dengan berbagai karakter, demikian juga iklim dengan 52 tipe/pola curah hujan, 17 tipe agroklimat, dengan suhu (dekat permukaan) yang beragam menurut toposiografinya. Pengembangan Sistem Pertanian Modern dengan keragaman tersebut menuntut sistem pertanian presisi yang lebih berorientasi pada dinamika perubahan iklim dan sumber daya lahan.

Potensi IPTEK (teknologi dan inovasi) untuk menghadapi dinamika iklim dan degradasi lahan melalui penerapan PCII, meliputi antara lain: (1) berbagai varietas/klon unggul tanaman berdaya hasil tinggi tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik; (2). model penetapan populasi dan tata letak tanaman (antara lain jarwo super pada padi, juring ganda pada tebu, dll); (3) irigasi tetes; (4) fertigasi; (5) penggunaan pupuk organik; dan (6) model sistem usahatani pada berbagai agroekosistem, strategi penerapannya dapat disesuaikan dengan komoditas yang dikembangkan ¹⁰⁹.

Pada dekade terakhir, data dan informasi tabular maupun spasial, manual maupun digital telah dikembangkan dan dimanfaatkan dalam perancangan, hingga pengembangan dan penerapan PCII secara spesifik lokasi. Pada saat ini telah dikembangkan sistem informasi sumber daya dan inovasi pertanian yang sangat relevan, seperti Sistem Informasi Katam Terpadu, Simantap, Sistem Informasi *Standing Crop* (Siscrop), model atau teknik prediksi iklim, dll.

Sistem Informasi Katam Terpadu merupakan alat untuk perencanaan pola tanam dan budidaya tanaman pangan antisipatif perubahan iklim dan bencana berbasis sistem prediksi iklim, ketersediaan air, *standing crop* dilengkapi dengan teknologi pengelolaan lahan, pemupukan, budidaya, dan varietas ¹¹⁰. Dukungan Siscrop untuk menduga potensi luas tanam dan panen padi menggunakan satelit model Sentinel-2

dan Modi3Q1/Sentinel-1 masing-masing mampu menghasilkan data dengan akurasi 90,6% dan 78,1%, menyajikan gambaran *real time* luasan pertanaman hingga tingkat kecamatan ¹¹¹.

Berawal dari sistem informasi statis berupa Atlas Kalender Tanam, berkembang menjadi sistem informasi dinamis berbasis *web* dan *android*. Kampanye penggunaan sistem ini telah berlangsung cukup luas dan efektif menggunakan media sosial ¹¹². Penggunaan *drone* dan *autonomous tractor* secara tidak langsung cukup prospektif mendukung penerapan PCII, karena: (a) meningkatkan efektivitas dan efisiensi manajemen budi daya, sumber daya, dan tenaga kerja, (b) mendorong dan memotivasi ketertarikan generasi milenial atau generasi muda untuk terjun di sektor pertanian.

5.2. Tantangan dan Peluang

Keterpaduan program dan koordinasi antara sektor dan subsektor merupakan tantangan utama dalam pengembangan dan penerapan PCII, terutama dalam memadukan komponen teknologi pada agroekosistem yang beragam. Tantangan teknis penting lainnya adalah (1) Penyediaan sistem data dan informasi yang akurat, (2) Sistem proses hilirisasi inovasi dan teknologi, dan (3) Pengembangan dan perekayasaan kelembagaan petani dari usahatani individual menjadi korporasi petani berbasis kawasan.

Di antara berbagai ekosistem, ekosistem tanaman pangan yang sangat labil karena tingginya campur tangan manusia dalam budidaya tanaman. Berbeda dengan ekosistem tanaman perkebunan dan hortikultura berbasis pohon yang lebih stabil, karena didominasi oleh tanaman tahunan. Integrasi antara konsep atau model kedua ekosistem melalui program PCII dapat menjadi solusi dalam memecahkan problema perubahan yang kurang menguntungkan pada ekosistem

pertanian, baik dari segi hubungan abiotik dan biotik dalam ekosistem, maupun dari segi sosial ekonomi petani sebagai pengelola ekosistem.

Salah satu contoh penerapan konsep PCII dalam skala kawasan terbatas yang sudah dikembangkan oleh pemerintah adalah program *food estate* yang saat ini sedang dikembangkan di Kalimantan Tengah, Sumatera Utara, dan Nusa Tenggara Timur. Selain itu, pengembangan RPIK yang digagas sejak tahun 2020 akan menjadi salah satu basis dan acuan dalam pengembangan PCII.

Pembelajaran dari pengembangan konsep *innovative farming model*, percepatan dan efektivitas hilirisasi inovasi pertanian berbasis kawasan harus dibangun sejak tahap perencanaan dan verifikasi teknologi. Bertitik tolak dari pembelajaran puluhan tahun dalam pengembangan konsep atau model farming inovatif, upaya percepatan pematangan teknologi dan hilirisasi inovasi pertanian berbasis kawasan harus dibangun sejak tahap perencanaan dan verifikasi teknologi melalui riset dan pengembangan²⁶. Implementasi riset dan pengembangan PCII dengan memanfaatkan konsep RPIK yang didukung oleh teknologi unggulan dan model pertanian presisi menjadi sangat relevan. Selain inovatif dan unggul, ciri utama RPIK adalah hilirisasi inovasi teknologi dan kolaborasi.

5.3. Kebijakan Strategis

Tiga dari enam agenda pembangunan pertanian sangat terkait dan beririsan dengan pengembangan dan penerapan PCII, yakni: (1) Memperkuat ketahanan ekonomi untuk pertumbuhan yang berkualitas dan berkeadilan; (2) Mengembangkan wilayah untuk mengurangi kesenjangan dan menjamin pemerataan, dan (3) Membangun lingkungan hidup, meningkatkan ketahanan bencana, dan perubahan iklim.

Melalui kebijakan strategis, implementasi PCII berperan penting dalam: (1) meningkatkan keunggulan kompetitif wilayah, selaras dengan Permentan No. 18/2018 tentang Rencana Pengembangan Kawasan Pertanian, (2) memperbaiki kualitas lingkungan hidup, dan (3) menekan risiko bencana dan dampak perubahan iklim sesuai dengan prioritas nasional dalam Nawacita. Selain itu PCII juga sejalan dengan komitmen strategis internasional mitigasi dampak perubahan iklim.

Konsep RPIK yang dirancang Balitbangtan sejak tahun 2020 patut dan dapat dijadikan salah satu konsep kebijakan strategis dalam riset pengembangan dalam PCII menuju pertanian modern. RPIK mendorong sinergitas, keterpaduan dan efektivitas pelaksanaan riset, sehingga berpotensi menghasilkan invensi dan inovasi unggul yang berdampak sosial ekonomi luas bagi pembangunan pangan dan pertanian.

VI. ARAH, SASARAN, DAN STRATEGI PENGEMBANGAN

*Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri
Pertanian, dan Para Undangan yang Terhormat*

6.1. Arah

Arah pengembangan dan penerapan PCII dalam mendukung pengembangan pertanian modern tertuju pada optimalisasi pemanfaatan sumber daya lahan, iklim dan air dalam konteks mengurangi dampak perubahan iklim dan degradasi sumber daya lahan serta mempertahankan ketahanan pangan. Selain dukungan kuat teknologi adaptif inovatif, secara teknis operasional pengembangan PCII harus didukung oleh pendekatan korporasi, penguatan kelembagaan sistem informasi, dan kebijakan investasi.

6.2. Sasaran

Sasaran utama pengembangan PCII adalah: (a) wilayah prioritas penanganan perubahan iklim dan atau lahan suboptimal seperti lahan kering beriklim kering (LKIK), di lahan rawan banjir, lahan pesisir, terutama di sentra produksi pangan (b) Selaras dengan sasaran akhir pertanian modern yaitu peningkatan produktivitas, pendapatan petani, dan daya saing produksi, (c) Diterapkannya sistem pengelolaan pertanian yang adaptif dan dengan *co-benefit* mitigasi untuk mengurangi risiko dampak perubahan iklim serta penurunan emisi GRK sektor pertanian.

6.3. Strategi

1. Menyiapkan rancang bangun PCII spesifik lokasi berdasarkan tipe agroekosistem, tantangan biofisik wilayah prioritas penanganan dampak perubahan iklim, dan degradasi lahan.

2. Perbaikan dan hilirisasi inovasi teknologi unggul dan adaptif, terutama VUB teruji, pemupukan, alat-mesin pertanian, berbagai perangkat sensor digital dan teknologi IoT.
3. Pengembangan dan pemanfaatan SICIT berbasis digital seperti: SI Katam Terpadu, Siscrop, Silakon, dll.
4. Peningkatan mutu dan kapasitas sistem analisis dan prediksi serta sistem informasi iklim, ketersediaan air dan bencana atau risiko iklim, baik berbasis pendekatan stokastik maupun deterministik.
5. Pengembangan dan penerapan konsep dan program RPIK dan atau modifikasinya dalam proses hilirisasi model-model PCII spesifik lokasi dan teknologi pendukung.
6. Pemanfaatan berbagai pengalaman dan pembelajaran dari program strategis Kementerian Pertanian berdasarkan evaluasi saintifik dan komprehensif.

VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

*Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri
Pertanian, dan Para Undangan yang Terhormat*

7.1. Kesimpulan

Kompleksitas tantangan sektor pertanian yang diiringi oleh fenomena perubahan iklim dan degradasi sumber daya lahan dan air memposisikan PCII menjadi sangat strategis dan penting dalam mewujudkan pertanian modern. Keragaan dan ketersediaan teknologi budidaya inovatif adaptif dan mitigatif perubahan iklim serta beberapa aplikasi SICIT sangat potensial mendukung pengembangan dan penerapan PCII ke depan. Hal ini terutama dalam mendukung pembangunan pertanian berbasis kawasan sebagai contoh implementasi pertanian modern.

Sebagai pendekatan *innovative farming model*, pengembangan dan penerapan PCII yang seyogianya berbasis kawasan, maka penerapan konsep dan pendekatan RPIK menjadi sangat relevan dan tepat. RPIK yang dikembangkan Balitbangtan sejak 2020 memperlihatkan berbagai keunggulan, seperti percepatan pematangan dan hilirisasi IPTEK, kemitraan dalam berbagai aspek, serta pengembangan ekonomi wilayah.

7.2. Implikasi Kebijakan

Pengembangan dan penerapan PCII ke depan perlu didukung oleh beberapa kebijakan, antara lain:

1. Memposisikan PCII dan berbagai teknologi pendukungnya sebagai model acuan dalam pengembangan program strategis Kementerian Pertanian berbasis kawasan, terutama dalam penerapan konsep RPIK dan pemanfaatan SICIT sebagai pemandu pelaksanaan program.

2. Memposisikan pengembangan PCII, baik sebagai konsep maupun *innovative farming model* sebagai salah satu strategi dan kebijakan dalam pembangunan ketahanan pangan dan berketahanan iklim, seperti implementasinya dalam program *food estate*.
3. Memposisikan PCII berbasis RPIK sebagai salah satu program penanganan dampak perubahan iklim di bidang pertanian, sebagai salah satu dari lima nilai strategis dalam forum G20 yang diketuai oleh Menteri Pertanian RI.
4. Kebijakan program penyediaan insentif untuk mendorong pengembangan PCII dalam aspek investasi, sarana produksi, dan pengembangan korporasi petani.
5. Kebijakan transformasi program penelitian dan pengembangan PCII dan RPIK yang terintegrasi antara Kementan dan BRIN, perguruan tinggi, serta lembaga penelitian nasional dan internasional.

VIII. PENUTUP

Perubahan iklim perlu dipandang sebagai tantangan dan peluang, bukan sekadar risiko dan ancaman. Banyak sekali inspirasi yang muncul dan inovasi yang dapat digali sebagai solusi, seperti Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (PCII) berbasis Riset dan Pengembangan Inovatif Kolaboratif (RPIK) dan Sistem Informasi Cerdas Iklim dan Tanaman (SICIT). Dalam pengembangan dan penerapannya, PCII perlu diperkuat oleh sistem pertanian presisi berbasis digital.

Orasi ilmiah ini hanya secuil dari sebangkah inspirasi dan inovasi yang dihasilkan Balitbangtan untuk kesejahteraan petani dan masyarakat Indonesia pada umumnya.

Kita berpikir, berupaya, dan berdo'a

Ini (gelar Prof.Dr.) termasuk karunia Tuhan untuk mengujiku, apakah aku bersyukur atau mengingkari (nikmat)

(QS: An-Naml: 40)

Siapa yang menghendaki kehidupan dunia, harus disertai dengan ilmu, dan siapa yang menghendaki kehidupan akhirat, harus dibekali amal dan juga berlandaskan ilmu.

(Imam Syafi'i)

Izakod Bekai Izakod Kai (Satu Hati Satu Tujuan)

(Motto Kab. Meroke, Papua)

UCAPAN TERIMA KASIH

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri Pertanian, dan Para Undangan yang Terhormat

Segala puji bagi Allah SWT, yang atas berkenan-Nya saya dapat menyampaikan orasi ilmiah pada hari ini. Pada kesempatan ini saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Presiden Republik Indonesia, Menteri Pertanian Republik Indonesia, dan Ketua MPR BRIN atas kesempatan yang diberikan kepada saya dalam menjalani karir sebagai peneliti.

Penghormatan dan terima kasih saya sampaikan kepada Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian, atas segala fasilitas yang telah diberikan untuk mendukung pekerjaan saya sebagai peneliti.

Terima kasih dan penghargaan saya sampaikan kepada Majelis Profesor Riset Kementerian Pertanian : Prof. Dr. Tahlim Sudaryanto (Ketua); Prof. Dr. Elna Karmawati (Sekretaris); serta Prof. Dr. Hasil Sembiring; Prof. Dr. Ismeth Inounu; dan Prof. Dr. Fahmuddin Agus sebagai anggota yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menyampaikan orasi ilmiah.

Penghormatan dan terima kasih saya sampaikan kepada Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah: Prof. Dr. Bambang Subiyanto; Prof. Dr. Elna Karmawati; dan Prof. Dr. Fahmuddin Agus, atas koreksi dan masukan yang telah diberikan untuk perbaikan naskah orasi ini.

Terima kasih dan penghargaan juga saya sampaikan kepada Tim Penelaah naskah orasi Badan Litbang Pertanian dan Puslitbang Perkebunan yaitu: Prof. Dr. Irsal Las; Prof. Dr. Deciyanto Soetopo; Prof. Dr. Sahardi; Prof. Dr. Achmad

Suryana, dan Prof. Dr. Sjamsul Bahri yang telah memberikan saran perbaikan untuk naskah orasi saya.

Terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Haris Syahbuddin, DEA.; Ir. Syafaruddin, Ph.D.; Husnain, Ph.D.; dan para Kepala Pusat dan Balai Besar lingkup Balitbangtan atas bantuannya mulai dari persiapan materi hingga terselenggaranya acara orasi ilmiah ini.

Terima kasih saya sampaikan kepada peneliti dan teknisi di lingkup Badan Litbang Pertanian : Dr. Elza Surmaini, SP., M.Si.; Dr. Suci Wulandari, SP., MM.; Dr. Erna Suryani; Dr. Ir. Neneng Laela Nurida; Ir. Anny Mulyani, MS.; Bursatriannyo, S.Komp.; Innawati, SE.; dan Y. Argo Baroto, ST. atas bantuan dan kerjasama selama ini.

Terima kasih saya sampaikan kepada karyawan-karyawati di Badan Litbang Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, BPTP Sulawesi Selatan, BPTP Papua, BPTP Kalsel, BPTP Sultra, dan BPTP Sulbar,

Penghormatan dan terima kasih saya sampaikan kepada para guru sekolah dan para dosen pembimbing kuliah S-1 Prof. Dr.Ir. Dahliana Dahlan; dan Dr. Ir. A. Syatrianti Syaiful, S-2 Prof. Dr. Handoko; dan Prof. Dr. Yonny Koesmaryono, S-3 Prof. Dr. Handoko; Prof. Dr. Yonny Koesmaryono; Prof. Dr. Justika S. Baharsjah; dan Prof. Dr. Didiek H. Gunadi atas ilmu yang telah diajarkan kepada saya.

Kepada Panitia Pelaksana Pengukuhan dan seluruh undangan serta hadirin yang berbahagia, saya sampaikan terima kasih.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada kakak-kakak dan adik-adik saya beserta istri dan suami Ferry Djufry, SE, MBA & Prof. Dr. drg. Fajriani Nawawie, M.Si.; Dr. Farhan Djufry, SE, MM & Dr. Ir. Rosanna, MP.; Irma Nipuriaty

Djufrý, SE & Drs. Abd. Muchlis Noer; dan Serlita Djufrý, SE & Dede Iman beserta keluarga masing-masing atas kebersamaan, dukungan dan perhatiannya.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada kakak dan adik ipar beserta suami dan istri: Dr. Sjamsu Djohan, SE, MS & Dr. Ir. Enih Rosamah, M.Sc.; Dr. Ir. Syatrianti A. Syaiful, M.Si & H. Eddy Satir; Ir. A. Masturi Syaiful, MM.; Dr. A. Zulfikar Syaiful, ST, MT & Dr. Mufidah Murdifin, S.Si, Apt, M.Si.; dan A. Rismaniswati Syaiful, S.Si., Apt, M.Kes, AAK & Dr. Joko Widodo, S.Si, M.Si.

Penghormatan dan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada kedua orang tua saya, Bapak Muhammad Djufrý (almarhum), dan Ibu Chaerani (almarhumah) atas doa, bimbingan dan teladan dalam meniti kehidupan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak mertua H. Andi Syaiful Sinrang dan Ibu mertua St. Djohanis atas doa dan restu kepada keluarga kami.

Terima kasih disampaikan kepada istri tercinta dr. Andi Indriaty Syaiful, M. Kes. Sp. A., ananda Farah Fadhilah Fadjry, Fadhil Fikri Fadjry, dan Fatin Fadhilah Fadjry atas curahan perhatian, dorongan semangat serta pengertiannya yang selalu mewarnai kebahagiaan keluarga.

Akhirnya dengan mengucapkan *Alhamdulillah Robbil 'Alamin*, saya akhiri orasi ini, dan mohon maaf atas kekurangan dalam penyampaian orasi ini. Semoga Allah SWT. meridhoi dan melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Pertanian. *Desain Strategis. Implementasi Pembangunan Pertanian Maju, Mandiri Dan Modern Mendukung Prioritas Nasional 2020-2024.*; 2020.
2. Zulkifli Z, Rayco B, Wurjandari D. Growing Rice, Cultivating Partnership. 40 Years of Indonesia-IRRI Collaboration. In: *Indonesia Center for Food Crop Research and Development. Indonesia Agency for Agricultural Research and Development. Ministry of Agriculture. Jakarta.* ; 2014:30.
3. Sitepu D, Mahmud Z, Karmawati E, Tarigans DD, Isdijoso SH, Hobir. *120 Tahun Penelitian Tanaman Industri.*; 1998.
4. Direktorat Jenderal Perkebunan. *Perkebunan : Dalam Lintasan Zaman.*; 2008.
5. Sahardi. *Inovasi Teknologi Budidaya Padi Berbasis Tanam Benih Langsung (Tabela) Super Mendukung Swasembada Pangan Berkelanjutan.*; 2018.
6. Hafsah MJ, Sudaryanto T. *Sejarah Intensifikasi Padi Dan Prospek Pengembangannya Dalam Ekonomi Padi Dan Beras Indonesia.*; 2004.
7. Mufti HR. Kebijakan Pangan Pemerintah Orde Baru dan Nasib Kaum Petani Produsen Beras Tahun 1969-1988. Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya. Program Studi Ilmu Sejarah. Published online 2009.
8. Nataatmadja H, Kertosastro D, Suryana A. *Perkembangan Produksi Dan Kebijakan Pemerintah Dalam Produksi Beras. Dalam Padi (Buku 1).*; 1988.

9. Zulkifli Z. Memacu Peningkatan Produktivitas Padi Sawah Melalui Inovasi Teknologi Budi Daya Spesifik Lokasi Dalam Era Revolusi Hijau Lestari. In: *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan 2.* ; 2009:35-47.
10. Haryono. *Dukungan Program Bioindustri Dari Balitbangtan Untuk Sukseskan SIPP.*; 2014.
11. Sahardi. Pola tanam tanaman pangan yang diintegrasikan dengan tanaman perkebunan. BALITTAN MAROS. *J Penelit Sist Usahatani.* 1990;(1).
12. Adnyana MO. *Pengkajian Sistem Usahatani Berbasis Padi Dengan Wawasan Agribisnis (SUTPA) Tahun 1995/1996.*; 1997.
13. Suryana A, Suyamto, Abdulrachman S, Wardana IP, Sembiring H, Widiarta IN. *Petunjuk Teknis Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Irigasi: Pedoman Bagi Penyuluh Pertanian.*; 2007.
14. Reijntjes C, Haverkort B, Waters-Bayers A. *Pertanian Masa Depan. Diterjemahkan Oleh Y. Sukoco.*; 1999.
15. Sudjarmoko B, Syafaruddin, Udarno L, Setiyono RT, Martono B, Djufry F, Samsudin, Pranowo D, Ferry Y, Hasibuan AM, Harni R, Syakir M. Pelepasan Varietas BL 50 Sebagai Varietas Unggul Tanaman Kakao. SK Menteri Pertanian No.521/10190/Distanhorbun.4-LK/VIII/2016. Published online 2016.
16. Tenda ET, Mawardi S, Mahayu WM, Pandin DS, Maskromo I, Djufry F, Syakir M. Pelepasan Varietas Kelapa Dalam Selayar. SK Menteri Pertanian No. 156/Kpts/KB.010/2/2018. Published online 2018.

17. Sulaeman AA, Syakir M, Djufry F, Lestari EG, Suhesti S. Pelepasan Klon AAS Agribun Sebagai Varietas Unggul Tanaman Tebu. SK Menteri Pertanian No. 162/Kpts/KB.010/2/2018. :2018.
18. Menteri Pertanian Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 03/Pennentan/Ar .140/2/2015. Tentang Pedoman Upaya Khusus (Upsus) Peningkatan Produksi Padi, Jagung Dan Kedelai Melalui Program Perbaikan Jaringan Irigasi Dan Sarana Pendukungnya Tahun Anggaran 2015;* 2015.
19. Djufry F, Sahardi, Lompengeng ABI. Integrasi Padi - Ternak dalam Perspektif Bioindustri di Sulawesi Selatan. In: *Bunga Rampai Perspektif Pengembangan Model Pertanian Bioindustri. IAARD PRES.* ; 2015:293-306.
20. Aunillah A, Pranowo D, Herman M, Syakir M, Djufry F, Syafaruddin. Proses Pembuatan Biodiesel Menggunakan Transesterifikasi Dua Tahap. PATEN :000051368. Published online 2018.
21. Pramudia A, Ramadhani F, Djufry F, Ambarwati R, Syahbuddin H, Husnain, Firda MD, Surmaini E, Estiningtyas W, Susanti E, Suciantini, Brotohadiparinggo RIM, Dewi ER, Sari KH, Hervani A, Mulyaqin T. Aplikasi Android Monitoring Standing Crops Berbasis Sentinel-2 (AndroidSC Sentinel-2) Versi 1.0. HAK CIPTA : 000194953. Published online 2020.
22. Yuliani S, Djufry F, Dharmayanti NI, Iriani ES, Indriani R, Wahyuningsih K. Ramuan Inhaler Antivirus Berbasis Eucalyptus dan Proses Pembuatannya. PATEN : P00202003574 dan Lisensi. Published online 2020.

23. Djufry F, Syafaruddin, Dharmayanti NI, Iriani ES, Indriani R, Sukamto, Sujianto, Nurjanah D, Sembiring B.Br. Formula aromatik antivirus berbasis minyak eucalyptus. PATEN: P00202003580 dan Lisensi. Published online 2020.
24. Subagyo K. "Inovasi dan Teknologi Pengelolaan Tanah dan Air untuk Keberlanjutan Pertanian dan Kesehatan DAS." In: *Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat. Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.* ; 2019.
25. Konduri VS, Vandal TJ, Ganguly S, Ganguly AR. Data Science for Weather Impacts on Crop Yield. *Front Sustain Food Syst.* 2020;4. doi:10.3389/fsufs.2020.00052
26. Soeparno H, Heriawan R, Suryana A. Mewujudkan Pertanian Modern Berkelanjutan. In: *Pengelolaan Sumberdaya Menuju Pertanian Modern Berkelanjutan. IAARD Press.* ; 2020.
27. Sumarno. *Pertanian Berkelanjutan: Persyaratan Pengembangan Pertanian Masa Depan.*; 2018.
28. Djufry F, Pasandaran E, Irawan B, Arini M. *Manajemen Sumber Daya Alam Dan Produksi Mendukung Pertanian Modern / Membangun Kerangka Pengelolaan Sumber Daya Pertanian Masa Depan.*; 2019.
29. Djufry F, Wibowo NA, Syafaruddin. Komposisi Kopi Fermentasi dan Proses Pembuatannya. PATEN: 00201911794. Published online 2019.
30. Noveriza R, Sukamto, Djufry F, Lestari EG, Suhesti S. Formula Agens Hayati Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada dan Proses Pembuatannya. PATEN: 00202008586. Published online 2020.

31. Sulaeman AA, Syakir M, Djufray F, Lestari EG, Suhesti S. Pelepasan Klon ASA Agribun Sebagai Varietas Unggul Tanaman Tebu. SK Menteri Pertanian No. 163/Kpts/KB.010/2/2018. Published online 2018.
32. Fischer G, Tubiello FN, van Velthuizen H, Wilberg DA. Climate change impacts on irrigation water requirements: Effects of mitigation, 1990–2080. *Technol Forecast Soc Change*. 2007;74(7):1083-1107.
33. Djufray F, Sosiawan H. Teknologi Pengelolaan Lahan dan Air untuk Antisipasi Perubahan Iklim di Kabupaten Membramo Tengah Provinsi Papua. In: *Prosiding Semiloka Perberasan, Januari 2012*. ISBN 789-979-3595-12-2. ; 2012.
34. FAO. Climate Smart Agriculture Sourcebook: Water management for Climate-Smart Agriculture. <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b6-water/chapter-b6-4/en/> [diakses 23 Agustus 2020].
35. Sullivan A, Mumba A, Hachigonta S, Connolly M, Sibanda LM. *Climate Smart Agriculture: More Than Technologies Are Needed to Move Smallholder Farmers Toward Resilient and Sustainable Livelihoods*. Vol XIII.; 2012.
36. Djufray F, Handoko, Koesmaryono Y, Baharsyah YS, Didiek HB. Pendugaan Defisit Air Tanaman Jarak Berdasarkan Model Simulasi Dinamika air tanah. *J Agromet Indones*. 2005;19.
37. Boer R, Surmaini E. Economic benefits of ENSO information in crop management decisions: Case study of rice farming in West Java, Indonesia. *Theor Appl Clim*. 2020;139:1435–1446.

38. Djufry F. Kajian Pemupukan dan Pemangkasan Klon Unggul Jarak pagar Koleksi KP Koya Barat Provinsi papua. In: *Prosiding Seminar Nasional, September 2011. ISBN 978-979-1415-72-9.* ; 2011.
39. Djufry F. Pemanfaatan Teknologi Pemodelan Simulasi Tanaman Untuk Pendugaan Hasil Tanaman. In: *Prosiding Seminar Nasional, September 2011. ISBN 978-979-1415-72-9.* ; 2011.
40. Djufry F, Arafah, Sahardi, Razak N. *Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Padi Sawah Sektor Peralihan Sulawesi Selatan MT.2015 Dan 2015/2016.*; 2015.
41. Djufry F. Pemodelan Neraca Air Tanah untuk Pendugaan Surplus dan Defisit Air untuk Pertumbuhan Tanaman Pangan di Kabupaten Merauke, Papua. *Inform Pertan.* 2012;21(1):1-9. doi:10.21082/ip.v21n1.2012.p1-9
42. Djufry F. Pewilayahan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) Berbasis Model Simulasi Tanaman di Kalimantan Selatan. In: *Prosiding Lokakarya Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar November 2006. ISBN 979-8451-45-7.* ; 2006.
43. Djufry F. Rancang Bangun Model Fenologi Tanaman Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.). *J Inform Pertan.* 2011;20(1):14-29.
44. Djufry F. Zonasi Tanaman Jarak (*Ricinus Communis* L) Berdasarkan Integrasi Model Numerik dan Spasial. *Inform Pertan.* 2010;19(2):72-87.
45. Djufry F. Pendekatan Sistem dan Model Simulasi Tanaman Untuk Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia. In: *Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pengembangan Kelapa Sawit September 2005. ISBN 979-3556-44-2.* ; 2005.

46. Djufry F. Kajian Pola Tanam Padi - Palawijaya pada Lahan Sawah Tadah Hujan Di Provinsi Papua. In: *Prosiding Semiloka Perberasan, Januari 2012. ISBN 789-979-3595-12-2. ; 2012.*
47. Djufry F. Kajian Pendugaan Musim Tanam Tanaman Pangan Berdasarkan Model Neraca Air di Kab. Tanah Laut Kalimantan Selatan. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan.* 2011;14(3).
48. Djufry F. Teknologi Pemodelan Neraca Air Untuk Prediksi Ketersediaan Air dan Pengelolaan Tanaman. In: *Prosiding Seminar Nasional, Kerjasama BPTPJ Oga Dan STIPER Jogja Agustus 2007. ISBN 978-979-16758-0-2. ; 2007.*
49. Djufry F, Sosiawan H. Penyusunan Peta Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung dan Rekomendasi Aplikatif di Kabupaten Boven Digul Provinsi Papua. In: *Prosiding Seminar Nasional Serealia Desember 2012. ISBN 978-979-8940-34-7. ; 2012:143-154.*
50. Djufry F. Integrasi Model Tanaman dan Model Ekonomi Untuk Pengelolaan Tanaman Jarak (*Ricinus communis* L.) di Indonesia. *J WIDYARISSET.* 2008;11.
51. Dias M, Navaratne C, Weerasinghe K, Hettiarachchi R. Application of DSSAT crop simulation model to identify the changes of rice growth and yield in Nilwala river basin for midcenturies under changing climatic conditions. *Procedia Food Sci.* 2016;6:159–163.
52. Surmaini E, Hadi TW, Subagyo K, Syahputra MR. Integrasi Prediksi Musim dengan Model Simulasi Tanaman untuk Penentuan Waktu Tanam Padi. *J Tanah dan Iklim.* 2018;44(2):99-110.

53. Cabrera V, Solis D, Baigorria G, Letson D. Managing climate variability in agricultural analysis. Pp 163-179 In Long, J. A. dan Wells, D. S., Eds. *Ocean Circulation and El Niño: New Research. Nov Sci Publ Inc Hauppauge, NY. Published online 2009.*
54. Chenu K, Porter J, Martre P, Basso B, Chapman SC, Ewert F, Bindi M. Asseng, S. Contribution of crop models to adaptation in wheat. *Trends Plant Sci.* 2017;22:472–490.
55. Rodriguez D, de Voil P, Hudson D, Brown JN, Hayman P, Marrou H, Meinke H. Predicting optimum crop designs using crop models and seasonal climate forecasts. *Sci Rep.* 2018;8:1-13.
56. Lely P, Djufry F. Respon Tanaman Padi dan Gulma *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahn. Pada Pemberiaan Pupuk Nitrogen dan Genangan Air. *J Agrivigor.* 2006;5.
57. Lely P, Djufry F. Laju Serapan Nitrogen Tanaman Padi dan Gulma *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahn. Pada Pemberiaan Pupuk Nitrogen dan Genangan Air. *J Ilmu Pertan AGRIVITA.* 2007;29.
58. Djufry F, Sudarsono, Lestari MS. Tingkat Toleransi Beberapa Galur Harapan Padi Pada Kondisi Salinitas di Lahan Rawa Pasang Surut. *J AGRIVIGOR.* 2011;10(2).
59. Runtunuwu E, Ramadhani F, Setyorini D, Sari K, Apriyana Y, Susanti E, Haryono H. Institutional Innovation of Integrated Cropping Calendar Information System to Support Climate Change Adaptation for National Food Security. *Pengemb Inov Pertan.* 2013;6:44–52.

60. Apriyana Y, Surmaini E, Estiningtyas W, Pramudia A, Ramadhani F, Suciantini, Susanti E, Purnamayani R, Syahbuddin H. The Integrated Cropping Calendar Information System: A Coping Mechanism to Climate Variability for Sustainable Agriculture in Indonesia. *Sustainability*. 2021;13(11):6495. doi:10.3390/su13116495
61. Rochman F, Hamida R, Adikarsih S, Djajadi Sri K, Wijayanti, Syakir M, Djufry F, Ridhawati A. Varietas NC 471 Sebagai Varietas Unggul Tanaman Tembakau. SK Menteri Pertanian No. 642/Kpts/KB.010/10/2017. Published online 2017.
62. Hidayat RT, Sumartini S, Sulistyowati E, Machfud M, Abdurrahman, Yulianti T, Suhara Cece Kadarwati FT, Riajaya PD, Syakir M, Djufry F. Pelepasan Varietas Bronesia 1. SK Menteri Pertanian No. 797/Kpts/KB.020/11/2018. 2018.
63. Rossa Yunita, Sinaga PH, Mastur, Lestari EG, Dewi IS, Hairmansis A, Djufry F, Trisnarningsih SY, Ladja FT, Hermanasari R, Purnamaningsih R, Rahayu S, Dahono. Pelepasan Padi Varietas Biosalin 2 Agritan. 895/HK.540 /C/06/2020. Published online 2020.
64. Djufry F. Penampilan Pertumbuhan dan Produksi Varietas Unggul Baru Padi Rawa pada Lahan Rawa Lebak di Kabupaten Merauke Papua. *J AgroSainT*. 2015;6(3):176-181.
65. Djufry F, Arifuddin K. Pengujian Galur-Galur Harapan Jagung Toleran Kekeringan di Papua. In: *Prosiding Seminar Nasional Serealia Desember 2012 ISBN 978-979-8940 34-7*. ; 2012:68-73.

66. Djufry F, Martina SL, Arifudin K. Pengujian Galur-Galur Harapan Kedelai Produktivitas Tinggi di Dua Kabupaten di Provinsi Papua. In: *Prosiding Seminar Nasional, November 2011. ISBN 978-979-1159-56-2.* ; 2011:103-111.
67. Djufry F, Lestari MS. Stabilitas Hasil dan Adaptabilitas Genotipe Jagung Hibrida Toleran Kekeringan Menggunakan Metode Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI). *Inform Pertan.* 2012;21(2):83-87.
68. Djufry F, Kasim A. Uji Adaptasi Varietas Unggul Baru Padi Rawa pada Lahan Sawah Bukan Baru di Kabupaten Merauke Provinsi Papua. *J Agrotan.* 2013;1(1):100-110.
69. Djufry F, Fattah A. Uji Beberapa Galur Unggul Baru Kedelai Pada Lahan Sawah Tadah Hujan Di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. In: *Prosiding Seminar Nasional Peranan Inovasi Dan Kemitraan Dalam Mendukung Program Daerah Sentuh Tanah Di Sulawesi Utara Manado, 18 Desember 2012. ISBN 978-979-1415-86-6.* ; 2012:149-154.
70. Djufry F, Arafah, Sahardi, Razak N. *Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Padi Sawah Sektor Timur Sulawesi Selatan MT.2015 Dan 2015/2016.*; 2015.
71. Tariq M, Irshad, Ulhaq M, Kiami AA, Kamal N. Phenotypic stability for grain in maize genotypes under varied rainfed environments. *Asian J Plant Sci.* 2003;2(1):80-82.
72. Djufry F, Sudarsono. Penampilan Pertumbuhan dan Produksi Varietas Unggul Baru Padi Sawah di Kabupaten Merauke Provinsi Papua. In: *Prosiding Seminar Nasional*

Padi, Juni 2012. ISBN 978-979-540-068-4. ; 2012.

73. Taufik M, Arafah, Nappu B, Djufry F. Analisis Pengelolaan Air dalam Usahatani Padi pada Lahan Sawah Irigasi di Sulawesi Selatan. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan.* 2014;17(1):61-68.
74. Ilyas A, Djufry F. Analisis Korelasi dan Regresi Dinamika Populasi Hama dan Musuh Alami Pada Beberapa Varietas Unggul Padi Setelah Penerapan PHT di Kabupaten Bone Propinsi Sulawesi Selatan. *J Inform Pertan.* 2013;22(1):29-36.
75. Djufry F, Nurjanani, Asaad M. Kajian Adaptasi Varietas Unggul Kentang Tropika Produksi Tinggi dan Tahan Penyakit di Kabupaten Bantaeng Sulawesi Selatan. *J Agrotan.* 2015;1(2):19-32.
76. Siswanto, Karmawati E. Pengendalian-Hama-Utama-Kakao. *Perspektif.* 2012;11(2):103-112.
77. Mulia S, McMahon PJ, Purwantara A, Hussin Bin P, Djufry F, Lambert S, Keane PJ, Guest DI. Effect of Organic and Inorganic Amendments on o of cocoa on amarginal soil in Sualawesi, Indonesia. *Cambridge Univ Prees.* Published online 2017:1-20. doi:10.1017/S001447971000527
78. Siswanto, Trisawa IM, Karmawati E, Suhesti S. Control of Conopomorpha cramerella, Helopeltis sp., and Phytophthora palmivora using botanical and biological pesticides. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2020;418(1). doi:10.1088/1755-1315/418/1/012086
79. Kementrian Pertanian. Mitigasi gas rumah kaca sektor pertanian tahun 2020. In: *Kementrian Pertanian. Jakarta.* 49p. ; 2021.

80. Lampayan RM, Samoy-Pascual KC, Sibayan EB, Ella, Jayag V.B., Cabangon O.P., B.A.M., Bouman R.J. . Effects of alternate wetting and drying (AWD) threshold level and plant seedling age on crop performance, water input, and water productivity of transplanted rice in Central Luzon, Philippines. *Paddy Water Environ.* 2015;13(3):215-226.
81. Pramono A, Jumari, Adriayanoi TA. Penghematan Air dan penurunan emisi gas rumah kaca pada perlakuan alternate Wetting and Drying di lahan sawah. *Ecolab.* 2018;12(1):1-52.
82. Wiharjaka A, Sarwoto. Emisi Gas Rumah Kaca dan hasil gabah dari beberapa varietas padi unggul tipe baru di lahan sawah tadaj hujan di Jawa Tengah. *Ecolab.* 2015;9(1):1-16.
83. Setyanto P, Pramono A, Adriany TA, Susilawati HL, Tokida T, Padre AT, Minamikawa K. Alternate wetting and drying reduces methane emission from a rice paddy in Central Java, Indonesia without yield loss. *Soil Sci Plant Nutr.* 2018;64(1):23-30. doi:10.1080/00380768.2017.1409600
84. Djufry F, Sosiawan H. Analisis Potensi Pengembangan Tanaman Jagung dan Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Di Kabupaten Keerom Provinsi Papua. In: *Prosiding Seminar Nasional Serealia Meningkatkan Peran Penelitian Serealia Menuju Pertanian Bioindustri. Maros, 18 Juni 2013 ISBN 978-979-8940-37-8. ;* 2013:607-622.
85. Qomariyah N, Sariubang M, Djufry F. Perbaikan Kualitas Lahan Pertanian Dengan Menggunakan Pupuk Organik Yang Diperkaya Dengan Mikroorganisme Lokal

- (MOL). In: *Prosiding Seminar Nasional Peranan Inovasi Dan Kemitraan Dalam Mendukung Program Daerah Sentuh Tanah Di Sulawesi Utara Manado, 18 Desember 2012*. ISBN 978-979-1415-86-6. ; 2012:244-249.
86. Djufry F, Arifudin K. Kajian Pemupukan Urea, SP. 36, KCL dan Pemangkasan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao di Papua. In: *Prosiding Seminar Nasional, Desember 2011*. ISBN 978-979-1415-75-0. ; 2011.
 87. Herniwati, Sahardi, Djufry F. Analisis Ragam Gabungan Lintas Lokasi Pemupukan Padi Sawah di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Inform Pertan*. 2014;23(2):175-184.
 88. Sahardi, Herniwati, Djufry F. Produktivitas Tanaman dan Kelayakan Finansial Padi di Lahan Sawah Buka-an Baru dengan berbagai Pemupukan di Sulawesi Selatan. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan*. 2014;17(3):187-196.
 89. Djufry F, Nurjanani, Ramlan. Efektivitas Pupuk Majemuk dan Asam Humat pada Budidaya Kentang di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan*. 2014;17(2):115-124.
 90. El Janati M, Akkal-Corfini N, Bouaziz A, Oukarroum A, Robin Paul, Sabri A, Chikhaoui M, Thomas Z. Benefits of Circular Agriculture for Cropping Systems and Soil Fertility in Oases. *Sustainability*. 2021;13(9):4713. doi:10.3390/su13094713
 91. Liu W, Zhang G, Wang X, Lu F, Ouyang Z. Carbon footprint of main crop production in China: Magnitude, spatial-temporal pattern and attribution. *Sci Total Env*. 2018;(645):1296–1308.

92. Hang S, Li J, Xu X, Lyu Y, Li Y, Gong H, Xu Y, Ouyang Z. An Optimization Scheme of Balancing GHG Emission and Income in Circular Agriculture System. *Sustainability*. 2021;13(13):7154. doi:10.3390/su13137154
93. Djufry F, Sahardi, Lompengan ABI. *Integrasi Padi Ternak Dalam Perspektif Pertanian Bioindustri Di Sulawesi Selatan.*; 2015.
94. Djufry F, Wulandari S. Climate-smart agriculture implementation facing climate variability and uncertainty in the coffee farming system. In: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 653 (2021) 012116. IOP Publishing. ; 2021.
95. Suspidayanti L, Rokhmana CA. Identifikasi fase pertumbuhan padi menggunakan citra SAR (Synthetic Aperture Radar) Sentinel-1. *Elipsoida J Geod dan Geomatika*. 2021;4(1):9-15.
96. Djufry F, Sosiawan H, Tafakresnanto C. Potensi Pengembangan Komoditas dan Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Berdasarkan Pemetaan Sumberdaya Lahan di Kecamatan Biak Timur, Kabupaten Biak Numfor, Papua. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan*. 2012;15(3):210-226.
97. Soedarjo M, Baliadi Y, Djufry F. Growth Response of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Grown with Different Sizes of Bulbils on Saline Soil. *Int J Res Stud Agric Sci*. 2020;6(4):8-16. doi:10.20431/2454-6224.0604002
98. Sahardi, Djufry F. Keragaman Karakter Morfologis Plasma Nutfah Padi Lokal Dataran Tinggi Tana Toraja Sulawesi Selatan. *J AgroSint*. 2014;6(3):75-81.

99. Sahardi, Djufry F. Keragaman Karakteristik Morfologis dan Agronomis Plasma Nutfah Klon Harapan Kakao Lokal Sulawesi Selatan. *J Penelit Tanam Ind.* 2016;21(3):145-152. doi:10.21082/littri.v21n3.2015.145-152
100. Limbongan J, Djufry F. Pengembangan Teknologi Sambung Pucuk Sebagai Alternatif Pilihan Perbanyak Bibit Kakao. *J Penelit dan Pengemb Pertan.* 2013;32(4):166-172.
101. Ardana I ketut, Djufry F. Reformasi Sistem Tanam Untuk Meningkatkan Produktivitas Tebu. In: *Prosiding Seminar Nasional Penyediaan Dan Strategi Pendampingan Untuk Pencapaian Swasembada Pangan. BBP2TP Bekerjasama BPTP Jawa Tengah Dan Fakultas Pertanian Dan Bisnis UKSW Salatiga.* 2017. ISBN : 978-602-6954-15-2. ; 2017:940-947.
102. Wulandari S, Djufry F, Hartati RS. Agricultural Innovation System Development to Support Environmental Management Implementation in Coffee Smallholder Plantation. In ; 2021.
103. Wulandari S, Djufry F. Technology Transfer Strategy for Women in Coffee Livestock Integration as Climate-Smart Agriculture Practise. In ; 2021.
104. Wulandari S, Djufry F. Accelerating Coffee Livestock Integration as Climate Smart Agriculture Implementation through Financial Support to Smallholder. In ; 2021.
105. Kementrian PPN/Bappenas. Kebijakan Pembangunan Berketahanan Iklim (Climate Resilience Development Policy) 2020-2024. In: *Kementrian PPN/Bappenas.* Jakarta. 39p. ; 2021.

106. Sosiawan H, Heryani N, Saad N, Redjekinginrum P, Kartiwa B, Sudarman K, Sawiyo, Pujilestari N, Adi SH, Hamdani A. *Food Smart Village Sebagai Model Pendekatan Pengelolaan Sumber Daya Air Dan Iklim Terpadu Untuk Mengurangi Resiko Pertanian Lahan Kering. Laporan Akhir. Balai Penelitian Agroklimat Dan Hidrologi.*; 2013.
107. FAO. *Climate Smart Agriculture Sourcebook.*; 2013. doi:10.3224/eris.v3i2.14
108. Erisman JW, van Eekeren N, de Wit J, Koopmans C, Cuijpers W, Oerlemans N, Koks Ben J. Agriculture and biodiversity: A better balance benefits both. *AIMS Agric Food.* 2016;1(2):157-174. doi:10.3934/agrfood.2016.2.157
109. Djufry F, Wahyudi A, Gusmaini, Daras U, Pitono J. *Strategies to Maintain Sustainability of Black Pepper Productivity in Indonesia: Efforts to Anticipate Climate Change. Cataloging in Publication Data: Innovation on Biotic and Abiotic Stress Management to Maintain Productivity of Spice Crops in Indonesia.*; 2016.
110. Las I, Surmaini E, Ruskandar A. Antisipasi Perubahan Iklim; Inovasi Teknologi dan Arah Penelitian Padi di Indonesia. In: *Prosiding Seminar Nasional Padi 2008. Inovasi Teknologi Padi Mengantisipasi Perubahan Iklim Global Endukung Ketahanan Pangan. BB. Padi.* ; 2009.
111. Ramadhani F, Pullanagari R, Kereszturi G, Procter J. Automatic Mapping of Rice Growth Stages Using the Integration of SENTINEL-2, MOD13Q1, and SENTINEL-1. *Remote Sens.* 2020;12(21):3613. doi:10.3390/rs12213613

112. Azis A, Muljono P, Las I, Mulyandari R. Analisis Bentuk Komunikasi Dalam Pemanfaatan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu Di Kementerian Pertanian. *J PIKOM*. 2020;21(1):39-52.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Paten/Lisensi

No.	Paten/HakCipta	Tahun	Keterangan
1	Proses Pembuatan Biodiesel Menggunakan Transesterifikasi Dua Tahap	2018	PATEN :000051368
2	Komposisi Kopi Fermentasi dan Proses Pembuatannya	2019	PATEN : 00201911794
3	Aprikasi Android Monitoring Standing Crops Berbasis Sentinel-2 (AndroidSC Sentinel-2) Versi 1.0	2020	HAK CIPTA : 000194953
4	Formula Agens Havati Untuk Mengendalikan Penvakit Busuk Pangkal Batang Lada dan Proses Pembuatannya.	2020	PATEN : 00202008586
5	Formula Difusi Aromaterapi Berbahan Utama Minyak Eucalyptus dan Proses Pembuatannya	2020	PATEN : 00202006752
6	Formula Hand Sanitizer Berbasis Alkohol dan Minyak Seraiwangi	2020	PATEN : : S00202006751
7	Komposisi Herbal Topikal Minyak Atsiri untuk Mencegah Infeksi dan Membunuh Virus Influenza dan Corona	2020	PATEN : P00202004156
8	Ramuan Inhaler Antivirus Berbasis Eucalyptus dan Proses Pembuatannya	2020	PATEN : P00202003574 dan Lisensi
9	Ramuan serbuk nano enkapsulat antivirus berbasis eucalyptus	2020	PATEN : P00202003580 dan Lisensi
10	Formula aromatik antivirus	2020	PATEN :

No.	Paten/HakCipta	Tahun	Keterangan
	berbasis minyak eucalyptus		P00202003580 dan Lisensi
11	Alat Ukur Evaporasi Minyak Atsiri Eucalyptus	2020	PATEN : S00202010734
12	Aplikasi Alsintanlink	2020	No Ciptaan: EC0020212277 3
13	Alat Uji Toksisitas Perinhalasi pada Hewan Percobaan (Mencit)	2021	PATEN : S00202103572

Lampiran 2.

Sebagai Tim Pelepasan Varietas (11 dari 50 Varietas)

No	Varietas/ Paten	Tahun	No. SK Menteri Pertanian
1	Pelepasan Varietas BL 50 Sebagai Varietas Unggul Tanaman Kakao	2016	521/10190/Distanhorbun.4-LK/VIII/2016
2	Varietas Kemloko 4, 5, dan 6 Agribun Sebagai Varietas Unggul Tanaman Tembakau	2017	645/Kpts/KB.010/10/2017 646/Kpts/KB.010/10/2017 647/Kpts/KB.010/10/2017
3	Pelepasan Varietas Kelapa Dalam Selayar	2018	156/Kpts/KB.010/2/2018
4	Pelepasan Varietas Tambi 1 dan 2 Sebagai Varietas Unggul Tanaman Teh	2018	158/Kpts/KB.010/2/2018 dan 157/Kpts/KB.010/2/2018
5	Pelepasan Klon AAS Agribun Sebagai Varietas Unggul Tanaman Tebu	2018	162/Kpts/KB.010/2/2018
6	Pelepasan Klon ASA Agribun Sebagai Varietas Unggul Tanaman Tebu	2018	163/Kpts/KB.010/2/2018
7	Pelepasan Klon AMS Agribun Sebagai Varietas	2018	164/Kpts/KB.010/2/2018

No	Varietas/ Paten	Tahun	No. SK Menteri Pertanian
	Unggul Tanaman Tebu		
8	Pelepasan Klon CMG Agribun Sebagai Varietas Unggul Tanaman Tebu	2018	165/Kpts/KB.010/2/2018
9	Pelepasan Varietas B ronesia 1, 2 dan 3	2018	797/Kpts/KB.020/11/2018 798/Kpts/KB.020/11/2018 799/Kpts/KB.020/11/2018
10	Pelepasan Klon Kopi Basemah 1, 2, 3, dan 4	2019	103/Kpts/KB.020/7/2019 102/Kpts/KB.020/7/2019 101/Kpts/KB.020/7/2019 100/Kpts/KB.020/7/2019
11	Pelepasan Padi Varietas Biosalin 1, dan 2 Agritan	2020	894/HK.540 /C/06/202 895/HK.540 /C/06/2020

DAFTAR KARYA TULIS ILMIAH

Buku Nasional

1. **Djufry F.** Aplikasi Teknologi Pemodelan Neraca Air untuk Prediksi Ketersediaan Air Tanaman pada Suatu Wilayah. In: Bagian Dari Buku Alumni Unhas. April 2012. ISBN. 978-602-8405-29-4. ; 2012:357-364.
2. **Djufry F, Sahardi, Lompengeng ABI.** Integrasi Padi - Ternak Dalam Perspektif Bioindustri Di Sulawesi Selatan.; 2015.
3. **Djufry F, Syakir M.** Tanaman Tebu Sebagai Tanaman C4: Metabolisme Sukrosa Dan Stress Abiotik.; 2016.
4. **Djufry F, Wahyudi A, Gusmaini, Daras U, Pitono J.** Strategies to Maintain Sustainability of Black Pepper Productivity in Indonesia: Efforts to Anticipate Climate Change. Cataloging in Publication Data: Innovation on Biotic and Abiotic Stress Management to Maintain Productivity of Spice Crops in Indonesia.; 2016.
5. Gusmaini, **Djufry F, Wahyudi A, Pitono J.** Innovation on Biotic and Abiotic Stress Management to Maintain Productivity of Spice Crops in Indonesia/Startegies To Maintan Sustainability of Black Papper Productivity In Indonesia: Efforts To Anticipate Climate Change; 2016.
6. Sulistyowatir E, Kadarwati FT, **Djufry F.** Peran Enzim Invertase Pada Tanaman Tebu.; 2016.
7. Sulaeman AA, Subagyono K, **Djufry F, Simatupang P, Soetopo D, Syukur M, Pranowo D, Herman M, Aunillah A, Prastowo B.** Biofuel B100 Energi Masa Depan Dunia.; 2019.

8. **Djufry F**, Pasandaran E, Irawan B, Arini M. Manajemen Sumber Daya Alam Dan Produksi Mendukung Pertanian Modern / Membangun Kerangka Pengelolaan Sumber Daya Pertanian Masa Depan.; 2019.
9. Djajadi, **Djufry F**. Peningkatan Produksi Dan Mutu Tembakau Madura Melalui Inovasi Teknologi Dan Dukungan Kebijakan.; 2019.
10. Ardana IK, Syakir M, **Djufry F**. Upaya Peningkatan Produktivitas Dan Keberlanjutan Penerapan Teknologi Tebu Terpadu Peningkatan Produksi Dan Mutu Tembakau Madura Melalui Inovasi Teknologi Dan Dukungan Kebijakan; 2019.

Jurnal Internasional

11. Mulia S, McMahon PJ, Purwantara A, Agus Bin Purung, Hussin, **Djufry, F**, Lambert Smilja, Keane Philip J., Guest David I. Effect of Organic and Inorganic Amendments on of cocoa on a marginal soil in Sulawesi, Indonesia. Cambridge Univ Press. Published online 2017;1-20. doi:10.1017/S00 1447971000527
12. Soedarjo M, Baliadi Y, **Djufry F**. Growth Response of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Grown with Different Sizes of Bulbils on Saline Soil. *Int J Res Stud Agric Sci*. 2020;6(4):8-16. doi:10.20431/2454-6224.0604002
13. Aminah, **Djufry F.**, Abdul Wahid Rauf, Marliana S. Palad, Salim. Effect of Irigation methods and Time of Providing water in maintaining soil Classification for Increasing Soybean production. *Agrivita Journal of Agricultural Science*. 2021. 43(3): 627-634.

Jurnal Nasional

14. **Djufry F**, Handoko, Koesmaryono Y, Baharsyah YS, Didiek HB. Pendugaan Defisit Air Tanaman Jarak Berdasarkan Model Simulasi Dinamika air tanah. *J Agromet Indones*. 2005;19.
15. Lely P, **Djufry F**. Respon Tanaman Padi dan Gulma *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahn. Pada Pemberiaan Pupuk Nitrogen dan Genangan Air. *J Agrivigor*. 2006;5.
16. Lely P, **Djufry F**. Laju Serapan Nitrogen Tanaman Padi dan Gulma *Fimbristylis miliacea* (L.)Vahn. Pada Pemberiaan Pupuk Nitrogen dan Genangan Air. *J Ilmu Pertan AGRIVITA*. 2007;29.
17. **Djufry F**. Integrasi Model Tanaman dan Model Ekonomi Untuk Pengelolaan Tanaman Jarak (*Ricinus communis* L.) di Indonesia. *J WIDYARISSET*. 2008;11.
18. **Djufry F**. Zonasi Tanaman Jarak (*Ricinus Communis* L) Berdasarkan Integrasi Model Numerik dan Spasial. *Inform Pertan*. 2010;19(2):72-87.
19. **Djufry F**. Rancang Bangun Model Fenologi Tanaman Jarak Kepyar (*Ricinus Communis* L.). *Inform Pertan*. 2011;20(1):14-29.
20. **Djufry F**, Sudarsono, Lestari MS. Tingkat Toleransi Beberapa Galur Harapan Padi Pada Kondisi Salinitas di Lahan Rawa Pasang Surut. *J AGRIVIGOR*. 2011;10(2).
21. **Djufry F**. Kajian Pendugaan Musim Tanam Tanaman Pangan Berdasarkan Model Neraca Air di Kab. Tanah Laut Kalimantan Selatan. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan*. 2011;14(3).

22. **Djufry F**, Lestari MS, Arifudin, Elbert S. Pertumbuhan dan Produksi Ubi Jalar di Dataran Rendah pada berbagai Varietas dan Sumber Stek. *J AGRIVIGOR*. 2011;10(3).
23. **Djufry F**, Sosiawan H, Tafakresnanto C. Potensi Pengembangan Komoditas dan Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Berdasarkan Pemetaan Sumberdaya Lahan di Kecamatan Biak Timur, Kabupaten Biak Numfor, Papua. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan*. 2012;15(3):210-226.
24. **Djufry F**. Pemodelan Neraca Air Tanah untuk Pendugaan Surplus dan Defisit Air untuk Pertumbuhan Tanaman Pangan di Kabupaten Merauke, Papua. *Inform Pertan*. 2012;21(1):1-9. doi:10.21082/ip.v21n1.2012.p1-9
25. **Djufry F**, Lestari MS. Stabilitas Hasil dan Adaptabilitas Genotipe Jagung Hibrida Toleran Kekeringan Menggunakan Metode Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI). *Inform Pertan*. 2012;21(2):83-87.
26. **Djufry F**, Kasim A. Uji Adaptasi Varietas Unggul Baru Padi Rawa pada Lahan Sawah Bukaak Baru di Kabupaten Merauke Provinsi Papua. *J Agrotan*. 2013;1(1):100-110.
27. Ilyas A, **Djufry F**. Analisis Korelasi dan Regresi Dinamika Populasi Hama dan Musuh Alami Pada Beberapa Varietas Unggul Padi Setelah Penerapan PHT di Kabupaten Bone Propinsi Sulawesi Selatan. *J Informatika Pertanian*. 2013;22(1):29-36.
28. Husnah N, **Djufry F**, Nappu MB. Sistem Rantai Pasok Benih Sayuran Di Sulawesi Selatan. . *Media Litbang Badan Penelit dan Pengemb Drh Prov Sulawesi Selatan*. Published online 2013:59-67.

29. Limbongan J, **Djufry F**. Pengembangan Teknologi Sambung Pucuk Sebagai Alternatif Pilihan Perbanyakan Bibit Kakao. *J Penelit dan Pengemb Pertan*. 2013;32(4):166-172.
30. Husnah N, **Djufry F**, Halifah J. Sistem dan Dasar Filosofis Pengetahuan Berbasis Pengalaman dan Berbasis Ilmiah. *Bul Inov Teknol Pertan BPTP Sulawesi Selatan*. 2013;(7):15-24.
31. **Djufry F**, Nurjanani, Ramlan. Efektivitas Pupuk Majemuk dan Asam Humat pada Budidaya Kentang di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan*. 2014;17(2):115-124.
32. Herniwati, Sahardi, **Djufry F**. Analisis Ragam Gabungan Lintas Lokasi Pemupukan Padi Sawah di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Inform Pertan*. 2014;23(2):175-184.
33. Sahardi, **Djufry F**. Keragaman Karakter Morfologis Plasma Nutfah Padi Lokal Dataran Tinggi Tana Toraja Sulawesi Selatan. *J AgroSint*. 2014;6(3):75-81.
34. Taufik M, Arafah, Nappu B, **Djufry F**. Analisis Pengelolaan Air dalam Usahatani Padi pada Lahan Sawah Irigasi di Sulawesi Selatan. *J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan*. 2014;17(1):61-68.
35. Husnah N, Tandisau P, Herniwati, **Djufry F**. Keragaan Kelembagaan Dalam Agribisnis Gula di Sulawesi Selatan. *Bul Tanam Tembakau, Serat Miny Ind*. 2014;6(1):1-10. doi:10.21082/bultas.v6n1.2014.1-10
36. **Djufry F**, Sahardi, Nappu MB. Keragaman dan Kekayaan Sumberdaya Genetik Lokal Sulawesi Selatan. In: Edisi Pertama. ; 2014.

37. **Djufry F**, Arafah, Sahardi, Razak N. Teknologi Spesifik Lokasi Padi Sawah Sektor Peralihan Sulawesi Selatan MT.2014 Dan 2014/2015.; 2014.
38. **Djufry F**, Arafah, Sahardi, Razak N. Teknologi Spesifik Lokasi Padi Sawah Sektor Barat Sulawesi Selatan MT.2014 Dan 2014/2015.; 2014.
39. **Djufry F**. Inventarisasi Dan Koleksi Klon Kakao Unggul Lokal Di Sulawesi Selatan.; 2014.
40. Sahardi, Herniwati, **Djufry F**. Produktivitas Tanaman dan Kelayakan Finansial Padi di Lahan Sawah Bukaian Baru dengan berbagai Pemupukan di Sulawesi Selatan. J Pengkaj dan Pengemb Teknol Pertan. 2014;17(3):187-196.
41. Husnah N, Ali MSS, Salman D, Hijjang P, **Djufry F**, Amrawaty AA. Merging Indigenous and Modern Knowledge in Agricultural Development. Int J Agric Syst. 2014;2(2):141-151.
42. **Djufry F**. Penampilan Pertumbuhan dan Produksi Varietas Unggul Baru Padi Rawa pada Lahan Rawa Lebak di Kabupaten Merauke Papua. J AgroSainT. 2015;6(3):176-181.
43. **Djufry F**, Arafah, Sahardi, Razak N. Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Padi Sawah Sektor Peralihan Sulawesi Selatan MT.2015 dan 2015/2016.; 2015.
44. **Djufry F**, Arafah, Sahardi, Razak N. Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Padi Sawah Sektor Timur Sulawesi Selatan MT.2015 dan 2015/2016.; 2015.
45. **Djufry F**, Arafah, Sahardi, Razak N. Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Padi Sawah Sektor Barat Sulawesi Selatan MT.2015 dan 2015/2016.; 2015.

46. Limbongan Y, **Djufry F**. Karakterisasi dan Observasi Lima Aksesori Padi Lokal Dataran Tinggi Toraja, Sulawesi Selatan. *Bul Plasma Nutfah*. 2015;21(2):61-70. doi:10.21082/blpn.v21n2.2015.p61-70
47. Limbongan J, **Djufry F**, Sahardi, Sunanto, Arini. Karakterisasi Klon Kakao Unggul Lokal Di Kebun Percobaan Sidrap dan Pucak Maros.; 2015.
48. Bahri S, Sasmita S, **Djufry F**. Persepsi Peternak Terhadap Teknologi Pembuatan Biogas. *J Agrisistem Seri Sosek dan Penyul*. 2015;11(1):60-70.
49. Ramlan, **Djufry F**. Uji Efektivitas Pupuk Organik Cair Plus Hi-Tech 19 pada Tanaman Sawi Hijau di Sulsel. *J AgroSaint*. 2015;6(2):114-119.
50. **Djufry F**, Nurjanani, Asaad M. Kajian Adaptasi Varietas Unggul Kentang Tropika Produksi Tinggi dan Tahan Penyakit di Kabupaten Bantaeng Sulawesi Selatan. *J Agrotan*. 2015;1(2):19-32.
51. **Djufry F**, Limbongan J, Lade N, Saranga B. Karakterisasi Tanaman Tamarillo di Sulawesi Selatan. *Bul Plasma Nutfah*. 2016;22(2):127-136. doi:10.21082/blpn.v22n2.2016.p127-136
52. Sahardi, **Djufry F**. Keragaman Karakteristik Morfologis dan Agronomis Plasma Nutfah Klon Harapan Kakao Lokal Sulawesi Selatan. *J Penelit Tanam Ind*. 2016;21(3):145-152. doi:10.21082/littri.v21n3.2015.145-152
53. Thamrin M, Ruchjaniningsih R, **Djufry F**, Yufdy MP. Rekomendasi Pemupukan Berdasarkan Status Kandungan Hara N, P, dan K Daun pada Tanaman Jeruk Pamelos (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.). *J Hortik*.

2016;25(3):201-207.

doi:10.21082/jhort.v25n3.2015.p201-207

54. Wahid A, **Djufry F**, Sahardi. Sistem Penyediaan Benih Padi di Pedesaan Mendukung Program Desa Mandiri Benihdi Sulawesi Selatan. *Bul Inov Teknol Pertan.* 2017;(12):65-70.
55. Alouw JC, Maskromo I, **Djufry F**. Keragaman Fenotipe dan Genetik Kumbang *Brontispa longissima* (Coleoptera: Chrysomelidae) pada Tanaman Kelapa. *Bul Palma.* 2017;18(2):83-90. doi:10.21082/bp.v18n2.2017.83-90
56. Hosang MLA, Alouw JC, **Djufry F**. Ulat Bulu *Orgyia* sp. (Lepidoptera: Erebidae), Hama Potensial pada Tanaman Kelapa Sawit [Hairy Caterpillar, *Orgyia* sp. (Lepidoptera: Erebidae), Potential Pest on Oil Palm]. *Bul Palma.* 2017;18(1):33-42. doi:10.21082/bp.v18n1.2017.33-42
57. Nurjanani, **Djufry F**. Uji Potensi Beberapa Varietas Bawang Merah untuk Menghasilkan Biji Botani di Dataran Tinggi Sulawesi Selatan (Test Potential for Some Variety to Produce True Shallot Seed in Highland South Sulawesi). *J Hortik.* 2018;28(2):201-208. doi:10.21082/jhort.v28n2.2018.p201-208

Prosiding Internasional

58. Heliyanto B, Hartati RRS, **Djufry F**, Sudarmo H, Purwati RD. Evaluation and selection of *Jatropha* genotypes for bio-fuel. Evaluation and selection of *Jatropha* genotypes for bio-fuel. In: 1st International Conference of Sustainable Plantation (1st ICSP 2019), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 418 (2020) 012075. ; 2019.

59. Yusuf WA, Husnain, **Djufry F.** Effect of reactive phosphate rock to corn on acid sulphate soil in South Kalimantan. In: IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 484 012093. ; 2020.
60. M. Arsyad, A. Nuddin, I.M. Fahmid, D. Salman, DAT Pulubuhu, A.A. Unde, **F. Djufry**, Darwis. Agricultural development: poverty, conflict and strategic programs in country border: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, **575** (2020) 012091
61. **Djufry F**, Wulandari S. Climate-smart agriculture implementation facing climate variability and uncertainty in the coffee farming system. In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 653 (2021) 012116. IOP Publishing. ; 2021.
62. Soedarjo M, **Djufry. F.** Identified diseases would threaten on the expansion of *Amorphophallus muelleri* Blume cultivation in Indonesia. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2021;648(1):012043. doi:10.1088/1755-1315/648/1/012043
63. Wulandari, S. &**Djufry, F.** Accelerating Coffee Livestock Integration as Climate Smart Agriculture Implementation through Financial Support to Smallholder. 2021
64. Wulandari, S. &**Djufry, F.** Technology Transfer Strategy for Women in Coffee Livestock Integration as Climate-Smart Agriculture Practise. 2021
65. Wulandari, S., **Djufry, F.** &Hartati, R.S. Agricultural Innovation System Development to Support Environmental Management Implementation in Coffee Smallholder Plantation. 2021

Prosiding Nasional

66. **Djufry F.** Pendekatan Sistem dan Model Simulasi Tanaman Untuk Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia. In: Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pengembangan KelapaSawit September 2005. ISBN 979-3556-44-2. ; 2005.
67. **Djufry F.** Penyusunan Model Perkembangan Tanaman Kelapa Sawit Berdasarkan Konsep Thermal Unit. In: Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pengembangan KelapaSawit September 2005. ISBN 979-3556-44-2. ; 2005.
68. **Djufry F, Rafiek A, Yanwar.** Identifikasi Permasalahan Petani Untuk Pengembangan Agribisnis Padi di Lahan Rawa Lebak di Kabupaten Tanah Laut. In: Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan TerpaduJuli 2006. ISBN 979-8253-60-4. ; 2006.
69. **Djufry F.** Pewilayahan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) Berbasis Model Simulasi Tanaman di Kalimantan Selatan. In: Prosiding Lokakarya Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar November 2006. ISBN 979-8451-45-7. ; 2006.
70. **Djufry F.** Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Melon, Cabai dan Tomat Pada Penggunaan Jenis Mulsa. In: Prosiding Seminar Nasional, Kerjasama BPTP Jogja Dan STIPER Jogja Agustus 2007. ISBN 978-979-16758-0-2. ; 2007.
71. **Djufry F.** TeknologiPemodelanNeraca Air Untuk Prediksi Ketersediaan Air dan Pengelolaan Tanaman. In: Prosiding Seminar Nasional, Kerjasama BPTPJ Ogja Dan STIPER Jogja Agustus 2007.ISBN 978-979-16758-0-2. ; 2007.

72. Rina Y, **Djufry F**, Ameli N. Kajian Model Sistem Usaha Tani di Lahan Lebak Tengahan Kalimantan Selatan. In: Prosiding Seminar Nasional, Kerjasama BPTPJ Ogi Dan STIPER Jogja Agustus 2007. ISBN 978-979-16758-0-2. ; 2007.
73. **Djufry F**, Kasinia A. Peningkatan Produktivitas Padi Melalui Penerapan PTT dan Introduksi Varietas Unggul Baru di Kab. Merauke Prov. Papua. In: Prosiding Seminar Nasional BBPTP Bogor Desember 2010. ISBN 978-979-1415-64-4. ; 2010.
74. **Djufry F**. Tinjauan Aspek Klimatologis Modifikasi Dengan Pengaturan Pola Tanaman. In: Prosiding Seminar Nasional, Kerjasama BBPTP Bogor Dengan PEMDA Prov. Papua, Oktober 2010. ISBN 978-979-1415-57-6. ; 2010.
75. **Djufry F**. Kajian Penentuan Dosis Pupuk N, P, dan K Spesifik Lokasi di Kab. Polman Prov. Sulawesi Barat. In: Prosiding Seminar Nasional, Kerjasama BBPTP Bogor Dengan PEMDA Prov. Papua, Oktober 2010. ISBN 978-979-1415-57-6. ; 2010.
76. **Djufry F**. Optimalisasi Pendayagunaan Klimatologis Untuk Pertanian. In: Prosiding Seminar Nasional, Kerjasama BBPTP Bogor Dengan PEMDA Prov. Papua, Oktober 2010. ISBN 978-979-1415-57-6. ; 2010.
77. Martina SL, **Djufry F**. Pengkajian Pengendalian Hama dan Penyakit Kakao di Kab. Jayapura Prov. Papua. In: Prosiding Seminar Nasional BBPTP Bogor Desember 2010. ISBN 978-979-1415-64-4. ; 2010.
78. Herman S, **Djufry F**. Pengaruh Tekanan dan Suhu Penyimpanan Terhadap Perubahan Fisik Buah Mangga Gedong (*Mangifera indica*. L). In: Prosiding Seminar

Nasional Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Dan Dinas Pertanian Tanaman Provinsi Sumatera Barat November 2010. ISBN 978-979-1465-40-3. ; 2010.

79. Sihombing SS, **Djufry F.** Evaluasi Kinerja PUAP dan Adopsi Inovasi Kelembagaan Keuangan Mikro dalam Organisasi Tani di Papua. In: Papua Prosiding Seminar Nasional BBPTP Bogor Desember 2010. ISBN 978-979-1415-64-4. ; 2010.
80. **Djufry F.** Kajian Pemupukan dan Pemangkasan Klon Unggul Jarak pagar Koleksi KP Koya Barat Provinsipapua. In: Prosiding Seminar Nasional, September 2011. ISBN 978-979-1415-72-9. ; 2011.
81. **Djufry F.** Pemanfaatan Teknologi Pemodelan Simulasi Tanaman Untuk Pendugaan Hasil Tanaman. In: Prosiding Seminar Nasional, September 2011. ISBN 978-979-1415-72-9. ; 2011.
82. **Djufry F.** Pendekatan Sistem dan Pemodelan Tanaman Untuk Pengelolaan Tanah dan Tanaman. In: Prosiding Seminar Nasional, Desember 2011. ISBN 978-979-1415-75-0. ; 2011.
83. **Djufry F.** Pengujian Galur-Galur Harapan Kedelai Produktivitas Tinggi di Kabupaten Jayapura Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, November 2011. ISBN 978-979-1415-74-3. ; 2011.
84. **Djufry F, Arifudin K.** Kajian Pemupukan Urea, SP. 36, KCL dan Pemangkasan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao di Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, Desember 2011. ISBN 978-979-1415-75-0. ; 2011.
85. **Djufry F, Martina SL, Arifudin K.** Pengaruh media dan Waktu Penyimpanan Stek Terhadap Pertumbuhan dan

- Produksi Ubi Jalar di Dataran Rendah Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, November 2011. ISBN 978-979-1159-56-2. ; 2011.
86. **Djufry F**, Martina SL, Arifudin K. Pengujian Galur-Galur Harapan Kedelai Produktivitas Tinggi di Dua Kabupaten di Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, November 2011. ISBN 978-979-1159-56-2. ; 2011:103-111.
 87. **Djufry F**, Rafna A. Keragaan Sistem Usahatani dan Peluang Inovasi Teknologi Pertanian di Lahan Rawa lebak di Kabupaten Tanah laut Provinsi Kalimantan Selatan. In: Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian, Buku II Juli 2011. ISBN 978-602-8977-40-1. ; 2011.
 88. **Djufry F**, Sosiawan H. Kesesuaian lahan dan Pemetaan Komoditas Pertanian di Kabupaten Sarmi Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, September 2011. ISBN 978-979-1415-72-9. ; 2011.
 89. **Djufry F**, Sosiawan H. Penyusunan Pewilayahan Komoditas Pertanian dan Rekomendasi Teknologi. In: Prosiding Seminar Nasional, Oktober 2011. ISBN 978-979-98579-7-2. ; 2011.
 90. **Djufry F**, Sosiawan H. Penyusunan Zona Agroekologi Pertanian Kabupaten Membramo Raya Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian, Buku II Juli 2011. ISBN 978-602-8977-40-1. ; 2011.
 91. **Djufry F**, Wamaer D. Kajian Strategi Kebijakan Penanganan Kerawanan Pangan di Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, Desember 2011. ISBN. 978-979-97149-3-0. ; 2011.

92. Arifudin K, **Djufry F.** Keragaan Pertumbuhan dan Produksi Galur Harapan padi Gogo di Lahan kering Kodya Jayapura Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, Desember 2011. ISBN 978-979-1415-75-0. ; 2011.
93. Demas W, **Djufry F.** Pengembangan Inovasi Teknologi Produksi Ubi Jalar Untuk Peningkatan Produktivitas Ubi jalar di papua. In: Prosiding Seminar Nasional, Desember 2011 ISBN. 978-979-97149-3-0. ; 2011.
94. Martina SL, **Djufry. F.** Pengkajian Teknik Pemantauan dan Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Kakao di Kab. Jayapura Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, Oktober 2011. ISBN 978-979-98579-7-2. ; 2011.
95. Sri RS, **Djufry F,** Galih P. Pemberdayaan Gapoktan PUAP dalam Peningkatan Produktivitas Usaha Tani Padi di Kampung Karya Bumi Distrik Namblong Kab. Jayapura. In: Prosiding Seminar Nasional, November 2011. ISBN 978-979-1415-74-3. ; 2011.
96. Wamaer D, **Djufry F.** Respon Petani Terhadap Introduksi Inovasi Teknologi Melalui SLPTT Jagung Pada Sentra Pengembangan Jagung di Papua. In: Prosiding Seminar Nasional, Desember 2011. ISBN. 978-979-97149-3-0. ; 2011.
97. **Djufry F.** Kajian Pola Tanam Padi - Palawijaya pada Lahan Sawah Tadah Hujan Di Provinsi Papua. In: Prosiding Semiloka Perberasan, Januari 2012. ISBN 789-979-3595-12-2. ; 2012.
98. **Djufry F.** Kajian Adaptasi Varietas Unggul Baru Padi Sawah Yang Ditanam Pada Lahan Sawah Tadah Hujan Di Papua. In: Prosiding Seminar Dan Kongres Nasional

Sumber Daya Genetik (SDG) Medan, 12-14 Desember 2012. ISBN 978-602-1280-10-2. ; 2012:226-230.

99. **Djufry F.** Keragaan Pertumbuhan dan Produksi padi Sawah Pola PTT di Lima Kabupaten di Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional Padi, Juni 2012. ISBN 978-979-540-068-4. ; 2012.
100. **Djufry F, Arifuddin K.** Pengujian Galur-Galur Harapan Jagung Toleran Kekeringan di Papua. In: Prosiding Seminar Nasional Serealia Desember 2012 ISBN 978-979-8940 34-7. ; 2011:68-73.
101. **Djufry F, Fattah A.** Uji Beberapa Galur Unggul Baru Kedelai Pada Lahan Sawah Tadah Hujan Di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. In: Prosiding Seminar Nasional Peranan Inovasi Dan Kemitraan Dalam Mendukung Program Daerah Sentuh Tanah Di Sulawesi Utara Manado, 18 Desember 2012. ISBN 978-979-1415-86-6. ; 2012:149-154.
102. **Djufry F, Kasim A.** Keragaan Pertumbuhan dan Hasil Varietas Unggul Baru Padi Hibrida Di Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Dan Kongres Nasional Sumber Daya Genetik (SDG) Medan, 12-14 Desember 2012. ISBN 978-602-1280-10-2. ; 2012:130-135.
103. **Djufry F, Sosiawan H.** Penyusunan Peta Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung dan Rekomendasi Aplikatif di Kabupaten Boven Digul Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional Serealia Desember 2012. ISBN 978-979-8940-34-7. ; 2012:143-154.
104. **Djufry F, Sosiawan H.** Teknologi Pengelolaan Lahan dan Air Untuk Pengembangan Pertanian Di Kabupaten Yalimo Propinsi Papua. In: Buku 1 Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pertanian Lahan Kering Kupang, 4-5

September 2012. ISBN 978-979-1415-87-3. ; 2012:563-571.

105. **Djufry F**, Sosiawan H. Teknologi Pengelolaan Lahan dan Air untuk Antisipasi Perubahan Iklim di Kabupaten Membramo Tengah Provinsi Papua. In: Prosiding Semiloka Perberasan, Januari 2012. ISBN 978-979-3595-12-2. ; 2012.
106. **Djufry F**, Sudarsono. Penampilan Pertumbuhan dan Produksi Varietas Unggul Baru Padi Sawah di Kabupaten Merauke Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional Padi, Juni 2012. ISBN 978-979-540-068-4. ; 2012.
107. Arifudin K, **Djufry F**. Pengujian Beberapa galur Harapan dan Varietas Unggul Padi di Dataran Tinggi Kab. Jayawijaya Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional Padi, Juni 2012. ISBN 978-979-540-068-4. ; 2012.
108. Demas W, **Djufry F**. Respon Petani Terhadap Profuksi Varietas Unggul Baru Kedelai Anjasmoro dan Kaba Melalui M-P3MI di Kota Jayapura, Provinsi Papua. In: Prosiding Semiloka Perberasan, Januari 2012. ISBN 978-979-3595-12-2. ; 2012.
109. Fattah A, **Djufry F**, Rahman A. Kajian Penggunaan Insektisida Nabati Dalam Pengendalian Hama Utama Kedelai Di Sulawesi Selatan. In: Prosiding Seminar Nasional Peranan Inovasi Dan Kemitraan Dalam Mendukung Program Daerah Sentuh Tanah Di Sulawesi Utara Manado, 18 Desember 2012. ISBN 978-979-1415-86-6. ; 2012:178-186.
110. Qomariyah N, **Djufry F**. Peran Inovasi Teknologi dan Kelembagaan Dalam Peningkatan Produktivitas Sapi Potong di Sulawesi Selatan. In: Prosiding Seminar

- Nasional Famer Empowerment Through Agricultural Technology And Information (FEATI) Surabaya, 6-8 November 2012. ISBN 978-979-1415-88-0. ; 2012:128-133.
111. Qomariyah N, Amirullah, **Djufry F.** Strategi Peningkatan Kinerja dan Pemberdayaan Petani Pasca Kegiatan FEATI/P3TIP di Provinsi Sulawesi Selatan. In: Prosiding Seminar Nasional Famer Empowerment Through Agricultural Technology And Information (FEATI) Surabaya, 6-8 November 2012. ISBN 978-979-1415-88-0. ; 2012:515-522.
 112. Qomariyah N, Sariubang M, **Djufry F.** Perbaikan Kualitas Lahan Pertanian Dengan Menggunakan PupukOrganik Yang Diperkaya Dengan Mikroorganisme Lokal (MOL). In: Prosiding Seminar Nasional Peranan Inovasi Dan Kemitraan Dalam Mendukung Program Daerah Sentuh Tanah Di Sulawesi Utara Manado,18 Desember 2012. ISBN 978-979-1415-86-6. ; 2012:244-249.
 113. **Djufry F,** Ramlan. Keragaan Pertumbuhan dan Produksi Varietas Unggul Baru Padi Pada Lahan Sawah Bukaian Baru Di Kab.Maros Prov. Sulawesi Selatan. In: Buku Prosiding Ekspose Dan Seminar Nasional Inovasi Pertanian Ramah Lingkungan. Makassar, 19-21 Juni 2013 ISBN 978-979-96759-7-28. ; 2013:896-902.
 114. **Djufry F,** Sosiawan H. Analisis Potensi Pengembangan Tanaman Jagung dan Rekomendasi Teknologi Spesifik Lokasi Di Kabupaten Keerom Provinsi Papua. In: Prosiding Seminar Nasional SerealiaMeningkatkan Peran PenelitianSerealiaMenujuPertanianBioindustri. Maros, 18 Juni 2013 ISBN 978-979-8940-37-8. ; 2013:607-622.

115. Hanifa AP, **Djufry F.** Analisis Pola Pangan Harapan (PPH) dan Penghematan Belanja Pangan Melalui Pemanfaatan Pekarangan (Studi Kasus KWT Flamboyan Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan). In: Buku 2 Prosiding Ekspose Dan Seminar Nasional Inovasi Pertanian Ramah Lingkungan. Makassar, 19-21 Juni 2013 ISBN 978-979-96759-7-28. ; 2013:1132-1138.
116. Limbongan J, **Djufry F.** Pengembangan Teknik Sambung Pucuk (Bud Grafting) Sebagai Alternatif Pilihan Perbanyak Bibit Kakao Secara Vegetatif Di Koridor IV Sulawesi. In: Buku2 .Prosiding Ekspose Dan Seminar Nasional Inovasi Pertanian Ramah Lingkungan. Makassar, 19-21 Juni 2013 ISBN 978-979-96759-7-28. ; 2013:1273-1284.
117. Najmah, **Djufry F.** Keragaan Hasil dan Kelayakan Usahatani Beberapa Varietas Jagung Hibrida Dengan Pendekatan PTT Di Sulawesi Selatan. In: Prosiding Seminar Nasional Serealia Meningkatkan Peran Penelitian Serealia Menuju Pertanian Bioindustri. Maros, 18 Juni 2013 ISBN 978-979-8940-37-8. ; 2013:53-60.
118. Ardana I ketut, **Djufry F.** Reformasi Sistem Tanam Untuk Meningkatkan Produktivitas Tebu. In: Prosiding Seminar Nasional Penyediaan Dan Strategi Pendampingan Untuk Pencapaian Swasembada Pangan. BBP2TP Bekerjasama BPTP Jawa Tengah Dan Fakultas Pertanian Dan Bisnis UKSW Salatiga. 2017. ISBN : 978-602-6954-15-2. ; 2017:940-947.
119. Purnamaningsih R, Sukmadjaja D, Rahayu S, **Djufry F.** Seleksi Mutan Somaklon Tebu Potensial terhadap Keracunan Aluminium. In: Prosiding Seminar Nasional Status Dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu. Balittas Malang. ; 2020:83-90.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama Lengkap	: Dr. Ir. Fadjry Djufray, M.Si.
Tempat/Tanggal Lahir	: Makassar / 14 Maret 1969
Anak Ke	: 3 (tiga) dari 5 (lima) bersaudara
Nama Ayah Kandung	: Muhammad Djufray (almarhum)
Nama Ibu Kandung	: Chaerani (almarhumah)
Nama Istri	: dr. Andi Indriaty Syaiful, M.Kes.Sp.A.
Jumlah Anak	: 3 (tiga) orang
Nama Anak	: 1. Farah Fadhilah Fadjry, S.Ked. 2. Fadhil Fikri Fadjry 3. Fatin Fadhilah Fadjry
Nama Institusi	: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian
Judul Orasi	: Pengembangan Pertanian Cerdas Iklim Inovatif Berbasis Teknologi Budidaya Adaptif Menuju Pertanian Modern Berkelanjutan
Bidang Kepakaran	: Budidaya dan Produksi Tanaman
No. SK Pangkat Terakhir	: No. 21/K 2020
No. SK Peneliti Utama	: No. 18/M Tahun 2017

B. Pendidikan Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah /PT	Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SDN Komp. Melayu	Makassar	1982
2.	SMP	SMPN 7	Makassar	1985
3.	SMA	SMAN 4	Makassar	1988
4.	S-1	UNHAS, Jurusan Agronomi	Makassar	1993
5.	S-2	IPB, Jurusan Agroklimatologi	Bogor	2000
6.	S-3	IPB, Jurusan Agroklimatologi	Bogor	2005

C. Pendidikan Non formal

Tahun	Nama kursus/pelatihan	Tempat
2006	Diklat Fungsional Tingkat Pertama	LIPI
2007	Effective Microorganisms Training	Thailand
2009	Diklatpim 3	PPMKP Kemtan
2010	5 day International Workshop to Improve Writing and Publishing Skills, University The Crawford	Bali
2010	International Workshop on Integrated Pest and Disease Management (IPDM) of Cacao	Australia
2011	New Leaders Development Program	Melbourne Business School
2011	Training Leadership Skills in the Area of Agriculture Research Management	Canberra

(Lanjutan)

Tahun	Nama kursus/pelatihan	Tempat
2011	Training Research Management	Adelaide
2012	Pelatihan Dinamika Sistem Untuk Analisis Kebijakan Sektor Pertanian Indonesia. Bandung	ITB
2014	Diklat Fungsional Tingkat Madya	LIPI
2018	The Centre De Cooperation Internationale En Recherche Agronomique Pour Le Development CIRAD, dan FAO Headquarter serta ITPGRFA	Perancis, Roma
2019	International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)	Meksiko
2019	International Center for Tropical Agriculture (CIAT)	Colombia
2019	International Union for the Protection New Varieties of Plants (UPOV)	Belanda dan Italy

D. Riwayat Jabatan Struktural

No	Nama Jabatan /Eselon	Nama Instansi	Tahun
1.	Kepala Balai / III A	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua, Balitbangtan, Kementan	2008- 2012
2.	Kepala Balai /III-A	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan, Balitbangtan, Kementan	2012- 2015

(Lanjutan)

No	Nama Jabatan /Eselon	Nama Instansi	Tahun
3.	Kepala Pusat / II A	Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Balitbangtan, Kementan	2015-2019
4.	Kepala Badan / I A	Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pertanian	2019- sekarang

E. Riwayat Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Peneliti Muda	1 Oktober 2007
2.	Peneliti Madya	1 Maret 2014
3.	Peneliti Utama	3 April 2017

F. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis tunggal	24
2.	Penulis utama	39
3.	Penulis bersama penulis lain	56
Total		119

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Karya tulis dalam bahasa Inggris	14
2.	Karya tulis dalam bahasa Indonesia	105
Total		119

G. Pembinaan Kader Ilmiah

No	PT/Univ	Jumlah Mahasiswa	Tahun
1.	Universitas Hasanuddin	10	2012-sekarang
2.	Institut Pertanian Bogor	7	2015-sekarang
3.	Universitas Lambung Mangkurat, Kalsel	4	2005-2008
4.	Universitas Islam Makassar	4	2012-2015

H. Penugasan Menghadiri Konferensi

Luar Negeri

No	Kegiatan	Tempat	Tahun
1	Ketua DELRI The 48 th International Sugar Organization (ISO) Council Session, London	London	2015
2	The 49 th International Sugar Organization (ISO) Council Session, London	London	2016
3	Kunjungan ke Sakata Seed Corporation	Jepang	2016
4	Ketua DELRI The 48 th International Sugar Organization (ISO) Council Session, London	Turki	2017
5.	Ketua DELRI The 8 th Meeting of G20 Agriculture Chief Scientists (MACS-G20)	Tokyo	2019

(Lanjutan)

No	Kegiatan	Tempat	Tahun
6.	The Ministerial Meeting G20	Berlin, Jerman	2020
7.	Konferensi International	Roma, Italy, Belgia, Belanda	2021

Dalam Negeri

No	Kegiatan	Tempat	Tahun
1	Ketua Kelompok Kerja Ahli (Pokja) Ahli Dewan Ketahanan Pangan Provinsi Papua	Papua	2010
2	Tim Komisi Penelitian dan Pengembangan pada Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan	Sulawesi Selatan	2013
3	Tim Fasilitator (Konsultan dan Tenaga Ahli) Penelitian, Pengkajian, Pengembangan dan Inovasi	Sulawesi Selatan	2014
4	Tim Teknis Kegiatan Pendaftaran Varietas Unggul Lokal Kabupaten Toraja Utara	Toraja	2014
5	Tim Pelaksana Kegiatan Agro Techno Park (ATP) Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan	Sulawesi Selatan	2015

(Lanjutan)

No	Kegiatan	Tempat	Tahun
6	Koordinator dan Tim Pelaksana Kegiatan Dokumen Kerjasama (Plasma Nutfah) di Sulawesi Selatan	Sulawesi Selatan	2015
7	Kelompok Kerja Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai Melalui Program Perbaikan Jaringan Irigasi dan Sarana Pendukung		2017

I. Organisasi Profesi

No.	Nama organisasi	Kedudukan	Mulai Tahun
1.	Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI)	Ketua Umum	2019-sekarang
2.	Perhimpunan Peneliti Indonesia (Himpenindo)	Anggota	2017
3.	Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI)	Sekretaris	2015-2019
4.	DPP Himpunan Kerukunan Tani Indonesia (HKTI) dan Pemuda Tani Indonesia tahun	Anggota	2004
5.	Asosiasi Masyarakat Kompos Indonesia (AMPOSI) Koordinator Regional Kalimantan Selatan	Ketua Cabang	2005

J. Tanda Penghargaan

No	Pejabat/Instansi yang memberikan	Nama/Jenis Penghargaan	Tahun
1.	Presiden Republik Indonesia	Satya Lancana Karya Satya	2019
2.	IPB	Alumni Terbaik Program Studi Agroklimatologi (S3)	2005
3.	IPB	Proposal Terbaik untuk Penulisan Disertasi	2002
4	UNHAS	Alumni Berprestasi Fakultas Pertanian	1993

PENGEMBANGAN PERTANIAN CERDAS IKLIM INOVATIF BERBASIS TEKNOLOGI BUDIDAYA ADAPTIF MENUJU PERTANIAN MODERN BERKELANJUTAN

Basis utama pertanian modern adalah optimalisasi sumber daya dan hayati dalam upaya mewujudkan petani yang lebih sejahtera dan partisipatif, produk berdaya saing tinggi dengan pemanfaatan teknologi frontier dan berbasis kearifan lokal. Namun demikian banyak permasalahan dalam pembangunan pertanian ke depan seperti penciptaan, degradasi, dan keterbatasan sumberdaya lahan dan masih banyaknya praktik sistem pengusahaan lahan yang tidak berkelanjutan. Permasalahan tersebut semakin kompleks dengan makin menguatnya dampak perubahan iklim, dengan faktor utama adalah pemanasan global dan derivasi utamanya kejadian iklim ekstrim dan pergeseran pola curah hujan. Ke depan, dampak perubahan iklim akan semakin parah apabila tidak dilakukan upaya mitigasi, sehingga praktik budidaya pertanian yang adaptif terhadap perubahan iklim merupakan keharusan. Oleh sebab itu sistem pertanian modern perlu dikembangkan, berupa sistem atau model Pertanian Cerdas Iklim (Climate Smart Agriculture, PCI). PCI bila disandingkan dengan sistem pertanian presisi membentuk Pertanian Cerdas Iklim Inovatif (PCII).

Keterpaduan program dan koordinasi antara sektor dan subsektor merupakan tantangan utama dalam pengembangan dan penerapan PCII, terutama dalam memadukan komponen teknologi pada agroekosistem yang beragam. Tantangan teknis penting lainnya adalah (1) Penyediaan sistem data dan informasi yang akurat, (2) Sistem proses hilirisasi inovasi dan teknologi, dan (3) Pengembangan dan perekayasaan kelembagaan petani dari usahatani individual menjadi korporasi petani berbasis kawasan. Kebijakan strategis yang diperlukan dan beririsan dengan pengembangan dan penerapan PCII, yakni: (1) Memperkuat ketahanan ekonomi untuk pertumbuhan yang berkualitas dan berkeadilan; (2) Mengembangkan wilayah untuk mengurangi kesenjangan dan menjamin pemerataan, dan (3) Membangun lingkungan hidup, meningkatkan ketahanan bencana, dan perubahan iklim.

Melalui kebijakan strategis, implementasi PCII berperan penting dalam: (1) meningkatkan keunggulan kompetitif wilayah, selaras dengan Permentan No. 18/2018 tentang Rencana Pengembangan Kawasan Pertanian, (2) memperbaiki kualitas lingkungan hidup, dan (3) menekan risiko bencana dan dampak perubahan iklim sesuai dengan prioritas nasional dalam Nawacita. Selain itu PCII juga sejalan dengan komitmen strategis internasional mitigasi dampak perubahan iklim. Konsep RPIK yang dirancang Balitbangtan sejak tahun 2020 patut dan dapat dijadikan salah satu konsep kebijakan strategis dalam riset pengembangan dalam PCII menuju pertanian modern. RPIK mendorong sinergitas, keterpaduan dan efektivitas pelaksanaan riset, sehingga berpotensi menghasilkan invensi dan inovasi unggul yang berdampak sosial ekonomi luas bagi pembangunan pangan dan pertanian.

