



ORASI ILMIAH: RISET DAN INOVASI

INTEGRASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI IRIGASI DI LAHAN KERING SEBAGAI STRATEGI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU PERTANIAN
BIDANG ILMU TANAH, AGROKLIMATOLOGI,
DAN HIDROLOGI
KEPAKARAN AGROKLIMAT DAN HIDROLOGI**



OLEH:

YAYAN APRIYANA

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

**INTEGRASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN
EFISIENSI IRIGASI DI LAHAN
KERING SEBAGAI STRATEGI ADAPTASI
PERUBAHAN IKLIM UNTUK Mendukung
KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN**

Diterbitkan pertama pada 2026 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**INTEGRASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN
EFISIENSI IRIGASI DI LAHAN KERING
SEBAGAI STRATEGI ADAPTASI PERUBAHAN
IKLIM UNTUK Mendukung KETAHANAN
PANGAN BERKELANJUTAN**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU PERTANIAN
BIDANG ILMU TANAH, AGROKLIMATOLOGI, DAN
HIDROLOGI
KEPAKARAN AGROKLIMAT DAN HIDROLOGI**

OLEH:
YAYAN APRIYANA

Penerbit BRIN

© 2026 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Iklim dan Atmosfer

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Integrasi Teknologi Panen Air dan Efisiensi Irigasi di Lahan Kering sebagai Strategi Adaptasi Perubahan Iklim untuk Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan/Yayan A.–Jakarta: Penerbit BRIN, 2026.

ix + 126 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485




1. Adaptasi Perubahan Iklim
2. Percepatan Teknologi Panen Air
3. Percepatan Teknologi Efisiensi Irigasi
4. Lahan Kering
5. Optimalisasi Sumber Daya Lahan Pertanian Berkelanjutan

631.7

Copy editor : Rahma Hilma Taslima
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : Rahma Hilma Taslima

Edisi pertama : April 2026



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id
 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	1
PRAKATA PENGUKUHAN	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. DINAMIKA TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI IRIGASI DI SEKTOR PERTANIAN	11
A. Teknologi pada Era Pertanian Tradisional (Periode sebelum tahun 1960).....	11
B. Teknologi pada Era Pertanian Inovatif (Periode 1960–1980) ...	12
C. Teknologi pada Era Pertanian Modern (1980–2000).....	13
D. Teknologi pada Era Pertanian Berkelanjutan (2000–Sekarang) 14	
III. PERUBAHAN IKLIM DAN DAMPAKNYA TERHADAP SEKTOR PERTANIAN.....	23
A. Perubahan Iklim di Indonesia	23
B. Dampak terhadap Perubahan Suhu dan Curah Hujan	25
C. Dampak terhadap Sektor Pertanian dan Lahan Kering	27
IV. PERCEPATAN INOVASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI IRIGASI DI LAHAN KERING.....	31
A. Teknologi Panen Air.....	31
B. Efisiensi Irigasi	32
C. Aplikasi Percepatan Teknologi Modern Infrastruktur Panen Air dan Efisiensi Irigasi	34
D. Implementasi Teknologi Integrasi Panen Hujan dan Efisiensi irigasi di Lahan Kering.....	36
V. OPTIMALISASI SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN SERTA STRATEGI PENGEMBANGAN INOVASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI IRIGASI DI LAHAN KERING.....	47
A. Optimalisasi Sumberdaya Lahan Pertanian	47
B. Strategi Pengembangan Inovasi Teknologi Panen Air Serta Efisiensi Irigasi di Lahan Kering.....	52
VI. KESIMPULAN	57
VII. PENUTUP.....	61

UCAPAN TERIMA KASIH	63
DAFTAR PUSTAKA.....	67
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	83
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	105
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pendekatan Climate-Smart Agriculture (CSA). Sumber: Gross, et.al. (2016).	15
Gambar 2.2	Embung pertanian dengan swakelola masyarakat/ petani (Sumber: Sulaeman et al, 2018)	17
Gambar 2.3	1. Irigasi tetes (<i>Drip Irrigation</i>), 2. Irigasi Kabut (<i>Hose Spray Irrigation</i>). 3. Irigasi curah (<i>Sprinkler Irrigation</i>) (Sumber: Sunusi et al., 2023)	19
Gambar 3.1	A. Perubahan suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}\text{C}$) dan B. Perubahan curah hujan total (persen) di Indonesia pada tahun 2050. Sumber: (Savelli et al., 2021).	25
Gambar 3.2	Anomali Produksi Padi di Indonesia Periode 1990–2020 (Sumber: Aldrian et al. 2022)	28
Gambar 4.1	Hasil pemetaan akuifer dengan pendekatan geoelektrik di Yogyakarta tahun 2020. (1) hilir, (2) tengah dan (3) hulu.	37
Gambar 4.2	Pengukuran topografi lahan menggunakan GPS RT area riset Yogyakarta tahun 2020.	38
Gambar 4.3	Penggunaan Drone quadcopter untuk mengambil foto landskap wilayah kajian di Yogyakarta tahun 2020.	39
Gambar 4.4	Peta hasil survei photo udara menggunakan drone quadcopter DJI Mavic Pro di Yogyakarta tahun 2020.	40
Gambar 4.5	Pengeboran air tanah dalam dengan menggunakan bor hidraulik untuk uji pompa air di Yogyakarta.	41
Gambar 4.6	Pembuatan embung mini berukuran 3 x 4 x 3 meter berlapis geomembran di Yogyakarta.	42
Gambar 4.7	<i>Laser Spray (A)</i> , <i>Butterfly Sprinkler (B)</i> , <i>Tirta Horti (C)</i> , <i>Manual Irrigation (D)</i>	43
Gambar 4.8	Diagram Alir Implementasi Teknologi Integrasi Panen Air dan Efisiensi Irigasi di Lahan Kering	44



DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Hasil analisis pengaruh perlakuan teknik irigasi dan jarak tanam terhadap produksi bawang merah di Nawungan, Kecamatan Imogi, Kabupaten Bantul, DI. Yogyakarta	49
-----------	--	----

BIODATA RINGKAS



Dr. Ir. Yayan Apriyana, M.Sc. DAT., lahir di Indramayu, pada tanggal 10 Maret 1966 adalah anak ke satu dari Bapak Thomas Effendi (alm) dan Inu Hj. Titin Resmiati (almh). Menikah dengan Hj. Ai Salamah, S.H. dan dikaruniai empat orang anak, yaitu Fathul Alim Al Faruqi S.Si, Fachry Syifaurrehman S.E, Fikri Dhiyaullmi S.I.A. dan Faiz Watsiqul Umam S. Tr. Kom.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 33/M Tahun 2023, tanggal 20 Juli 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 82/I/HK/2026 tanggal 10 Februari 2026 yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri Paoman IV Indramayu, tahun 1977, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Indramayu, tahun 1981, dan Sekolah Menengah Atas Negeri Indramayu, tahun 1984. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) tahun 1990, gelar Master of Science Development Agricole Tropical di bidang Agronomi dari Centre National d'Études Agronomiques des Régions Chaudes (CNEARC) Montpellier, Perancis tahun 2003, dan gelar Doktor dari Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2011.

Mengikuti Program Post Doctoral di Georg August Universität Göttingen, Jerman pada tahun 2013. Mengikuti beberapa pelatihan, antara lain: Experimental Design and Data Analysis (1995) lembaga penyelenggara International Rice Research Institute, Analisis Sistem dan Model Simulasi (1996) lembaga penyelenggara Institut Pertanian Bogor, GIS dan ALES (1998) lembaga penyelenggara Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Satellite Data Usage for Wetland (1999) lembaga penyelenggara Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Scientific Exchange (2012) lembaga penyelenggara International Rice Research Institute, The Climate Downscaling (2017) lembaga penyelenggara Food and Agriculture Organization, dan Crop Modelling (2017) lembaga Penyelenggara Food and Agriculture Organization. Terlibat dalam pengelolaan Buku Iklim Pertanian (2018) sebagai Tim Penyunting dan Jurnal Tanah dan Iklim (2019) sebagai Tim Penyusun.

Mendapatkan tugas sebagai Ketua Kelompok Peneliti Agroklimat di Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Badan Litbang Pertanian. Menjadi penanggungjawab dan anggota pada berbagai kegiatan terkait bidang kepakaran. Sebagai Narasumber nasional dan internasional, tenaga ahli di bidang iklim dan pertanian, serta mitra bestari jurnal ilmiah. Pernah menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Balai dan Plt Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku Utara (tahun 2021- 2022).

Riwayat kepangkatan dan Jabatan diawali sebagai Penata Muda III/a (TMT 1 April 1993, Kementerian Pertanian), Penata Muda Tingkat I, III/b (TMT 1 April 1996, Kementerian Pertanian), Penata III/c (TMT 1 April 2000, Kementerian Pertanian), Penata Tngkat I, III/d (TMT 1 April 2007, Kementerian Pertanian), Pembina IVa (TMT 1 April 2011, Kementerian Pertanian),

Pembina Tingkat I IVb (TMT 1 April 2024, BRIN). Peneliti Ahli Pertama (TMT 1 September 2001, Menteri Pertanian), Peneliti Ahli Muda (TMT 01 Februari 2007, Menteri Pertanian), Peneliti Ahli Madya (1 Juli 2017, Menteri Pertanian), Peneliti Ahli Utama (20 Juli 2023, Presiden).

Menghasilkan 85 judul karya tulis ilmiah yang ditulis dalam bahasa Inggris sebanyak 29 judul dan dalam Indonesia sebanyak 56 judul.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, pembimbing skripsi (S-1) dan pembimbing tesis (S-2) pada IPB University serta Pembimbing Lapangan kegiatan magang pada Universitas Bunda Mulia.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (2018–sekarang), anggota Perhimpunan Periset Indonesia (2019–sekarang), anggota Himpunan Peneliti Indonesia (2021–sekarang), Ketua Bidang Pengabdian Masyarakat Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (2021–sekarang).

Menerima tanda penghargaan Peringkat Pertama Diklat Jabatan Fungsional Peneliti Tingkat Lanjutan dari Pusbindiklat Peneliti LIPI (tahun 2016). Penghargaan Satyalancana Karya Satya XX Tahun (tahun 2016), dan Satyalancana Karya Satya XXX Tahun (tahun 2023) dari Presiden Republik Indonesia.

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh. Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 15 April 2026 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“INTEGRASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI
IRIGASI DI LAHAN KERING SEBAGAI STRATEGI
ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM UNTUK Mendukung
KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN”

Pada orasi ini, akan dipaparkan *state of the art* dari adaptasi perubahan iklim melalui teknologi panen air dan strategi efisiensi irigasi di lahan kering dengan pendekatan yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan ketersediaan air, menekan kehilangan akibat distribusi yang tidak optimal untuk

meningkatkan produktivitas lahan guna mendukung ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Berbagai inovasi teknologi tepat guna sangat diperlukan dalam hal ini, karena produktivitas tanaman pangan di lahan kering sampai saat ini pada tingkat petani masih jauh di bawah potensinya akibat dampak perubahan iklim.

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang perlunya implementasi inovasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi yang sesuai di lahan kering untuk menjamin ketersediaan air sebagai salah satu faktor penting dalam mendukung dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Kombinasi kedua inovasi teknologi tersebut diyakini dapat mengatasi risiko dampak perubahan iklim dan meningkatkan produktivitas lahan kering. Hal tersebut dimungkinkan dengan tersedianya teknologi panen air yang mampu meningkatkan ketersediaan air di musim kemarau dan teknologi efisiensi irigasi yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya air. Implementasinya pada lahan-lahan kering yang diusahakan untuk tanaman pangan dapat diharapkan meningkatkan produktivitas lahan dan memberikan hasil tanaman yang optimal. Dengan pemahaman-pemahaman tersebut, maka arah, sasaran dan strategi pengembangan teknologi-teknologi tersebut secara tepat dapat dihasilkan, guna mendukung kepastian tercapainya swasembada pangan nasional.

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim dunia akibat peningkatan suhu dalam beberapa dekade terakhir merupakan tantangan lingkungan terbesar yang mempengaruhi sistem kehidupan manusia, terutama di sektor pertanian khususnya pada lahan kering tadah hujan yang sangat bergantung pada dinamika curah hujan. Dampak perubahan iklim tersebut tercermin pada meningkatnya frekuensi, intensitas, dan durasi kekeringan meteorologis, hidrologis, dan pertanian, yang menyebabkan defisit neraca air dan penurunan lengas tanah (*soil moisture*) di lahan kering. Ketidakpastian pola curah hujan, pergeseran awal musim tanam, serta meningkatnya kejadian iklim ekstrem meningkatkan cekaman air (*water stress*) pada tanaman, sehingga menurunkan stabilitas dan produktivitas pertanian di wilayah sentra pertanian lahan kering (Apriyana, 2018; Apriyana & Pramudia, 2018; Apriyana et al., 2019a; Suciantini et al., 2024;) termasuk hasil panen dan mengancam ketahanan pangan global (Salinger, 2005).

Di Indonesia, dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian pangan pada lahan kering semakin nyata melalui perubahan pola hujan, peningkatan frekuensi hari tanpa hujan (*dry spell*), dan kenaikan suhu udara yang mempercepat evapotranspirasi aktual dan potensial. Kondisi ini mengganggu kalender tanam, menurunkan efisiensi penggunaan air (*water use efficiency*), serta mempercepat degradasi kapasitas simpan air tanah. Variabilitas iklim yang tinggi pada lahan kering berimplikasi pada penurunan produktivitas tanaman semusim dan tanaman pangan strategis (Apriyana & Haryono, 2006; Apriyana et al., 2021b; Estiningtyas et al., 2024b). Bagi petani kecil yang bergantung pada stabilitas hasil pertanian, hal ini

memperbesar risiko ekonomi dan sosial (Heryani et al., 2022; Suciantini et al., 2024).

Di masa yang akan datang, sektor pertanian Indonesia terutama pangan akan menghadapi tantangan yang lebih serius tidak hanya karena masalah variabilitas iklim, tetapi juga masalah degradasi sumber daya lahan dan air, serta alih fungsi lahan pertanian ke penggunaan lain (Salinger, 2005; Surmaini et al., 2025) terutama terjadi di lahan kering. Ketersediaan pangan harus terjaga karena hak memperoleh pangan merupakan hak azasi setiap warganegara sesuai dengan UUD 1945 pasal 27, dan deklarasi Roma tahun 1966. Untuk itu, Indonesia perlu strategi komprehensif dalam menghadapi dampak perubahan iklim, dengan menekankan pentingnya penggunaan inovasi teknologi untuk menjaga keberlanjutan produksi (Apriyana & Pramudia, 2018). Sejarah menunjukkan keberhasilan program Revolusi Hijau dalam meningkatkan produksi padi melalui intensifikasi, namun keberlanjutan capaian tersebut kini terancam oleh perubahan iklim dan keterbatasan sumber daya (Sutardi et al., 2023; Estiningtyas et al., 2024a).

Air menjadi faktor kunci dalam menghadapi tantangan perubahan iklim karena sebagian besar pertanian Indonesia masih bergantung pada curah hujan. Ketersediaan air semakin terbatas akibat meningkatnya kebutuhan rumah tangga, industri, dan pertanian, sementara pasokan cenderung menurun karena degradasi lingkungan (Heryani et al., 2022; Rejekiingrum et al., 2022). Oleh karena itu, pengelolaan air yang efisien dan berkelanjutan menjadi prioritas utama untuk mendukung produksi pangan.

Berbagai inovasi teknologi untuk mengatasi dampak perubahan iklim telah diperkenalkan, seperti sistem pengelolaan biofisik lahan, pola tanam, kalender tanam, teknologi panen

air, efisiensi irigasi, serta varietas unggul toleran kekeringan (Heryani et al., 2020; Erythrina et al., 2020). Teknologi Panen air melalui embung, sumur resapan, dan kolam penampungan hujan mampu meningkatkan ketersediaan air di musim kemarau. Sementara itu, teknologi efisiensi irigasi meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya air (Apriyana, 2015). Kombinasi kedua pendekatan ini diyakini dapat mengurangi risiko perubahan iklim dan meningkatkan produktivitas tanaman pangan di lahan kering.

Lahan kering yang luas di Indonesia, sekitar 13,3 juta hektar, memiliki potensi besar tetapi belum dimanfaatkan optimal karena keterbatasan air (Estiningtyas et al., 2024b). Pengalaman riset selama lebih dari dua dekade menunjukkan bahwa persoalan utama pengelolaan air di lahan kering bukan semata keterbatasan sumber air, melainkan kegagalan sistem dalam memadukan informasi iklim, teknologi Panen air, dan tata kelola irigasi secara terpadu. Penerapan teknologi berbasis konservasi tanah dan air dapat diharapkan menjadi solusi penting untuk menjaga kesuburan lahan serta mencegah degradasi lingkungan (Apriyana, 2015; Bruun et al., 2017; Heryani et al., 2022; Rejekiningrum et al., 2022; Sutardi et al., 2022a) yang pada gilirannya mampu meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman.

Dengan demikian, percepatan adopsi integrasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi merupakan langkah strategis untuk menghadapi dampak perubahan iklim dan krisis air di lahan kering. Integrasi keduanya diharapkan mampu memperkuat ketahanan pangan nasional dan meningkatkan kesejahteraan petani, guna memastikan keberlanjutan sistem pangan Indonesia di masa depan.

II. DINAMIKA TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI IRIGASI DI SEKTOR PERTANIAN

Sejak tahun 1960-an hingga kini, dinamika perkembangan teknologi adaptasi perubahan iklim melalui Panen air dan efisiensi irigasi di Indonesia pada sektor pertanian dikelompokkan menjadi empat periode, meliputi: (a) Prinsip Adaptasi pada Era Pertanian Tradisional (Periode sebelum tahun 1960); (b) Prinsip Adaptasi Periode Pertanian Inovatif (Periode 1960-1980); (c) Prinsip Adaptasi Era Pertanian Modern (1980-2000); dan (d) Prinsip Adaptasi Era Pertanian Berkelanjutan (2000-Sekarang)

A. Teknologi pada Era Pertanian Tradisional (Periode sebelum tahun 1960)

Pada era pertanian sebelum 1960, masyarakat memanfaatkan sumber daya lokal dan metode sederhana untuk mengelola air secara efisien melalui pemanfaatan sumber air alami dan curah hujan. Praktik yang umum dilakukan meliputi pembuatan embung, sumur tadah hujan, kolam kecil, serta terasering untuk menampung air hujan dan mengurangi limpasan. Selain itu, diterapkan pula cekungan tanah dan tanaman penahan air guna memperlambat aliran air dan meningkatkan infiltrasi (Mahrup et al., 2005). Selanjutnya juga dikenal sistem *flooded-rice* terkendali yang juga digunakan untuk menahan air sesuai kebutuhan tanaman serta melakukan rotasi tanaman yang hemat air pada musim kemarau (Tirtalistyani et al., 2022). Berbagai teknik atau metode tersebut dirancang untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan pertanian skala kecil dengan menekankan

efisiensi penggunaan air (Yosef & Asmamaw, 2015), sekaligus mendorong pengelolaan sumber daya berkelanjutan.

Sejarah jaringan irigasi menunjukkan adanya kebersamaan petani dalam lembaga tradisional yang mengatur kewajiban dan wewenang anggota serta pemimpin. Lembaga tersebut diakui secara lokal, seperti Subak di Bali, Panriahan- Pamokkahan di Sumatera Utara, dan Panitia Siring di Sumatera Selatan (Ambler, 1991).

B. Teknologi pada Era Pertanian Inovatif (Periode 1960 – 1980)

Pemerintah Indonesia dengan dukungan lembaga donor, termasuk *World Bank/International Development Association* (IDA), melaksanakan proyek rehabilitasi dan penyelesaian pembangunan sistem irigasi di Jawa dan Sumatra. Kredit pertama dari World Bank/IDA mencakup perbaikan jaringan irigasi yang rusak serta penyelesaian sistem baru untuk meningkatkan ketersediaan air pertanian dan mendukung ketahanan pangan (World Bank, 1978a). Pemerintah mengajukan kredit IDA sebesar US\$5 juta untuk membiayai rehabilitasi tiga sistem irigasi di Jawa Tengah dan Jawa Barat serta penyelesaian satu sistem baru di Lampung, Sumatra Selatan. Proyek ini bertujuan meningkatkan produksi padi dan mengurangi impor beras (World Bank, 1968).

Pada periode ini mulai muncul perhatian terhadap efisiensi pengelolaan air melalui rasionalisasi distribusi di tingkat sawah dan penguatan organisasi petani pengguna air (*water users*) (World Bank, 1978b). Periode ini juga menandai pergeseran fokus dari sekadar investasi infrastruktur menuju peningkatan efisiensi penggunaan air melalui kegiatan *Operation and Maintenance* (O&M) serta penguatan kelembagaan pengguna

air. Namun, program pemanfaatan teknologi panen air hujan (*rainwater harvesting* atau RWH) berskala nasional belum menjadi prioritas dan masih terbatas pada praktik lokal atau tradisional, sebelum kemudian mendapat perhatian lebih luas pada dekade berikutnya (World Bank, 1978c).

C. Teknologi pada Era Pertanian Modern (1980 – 2000)

Pada periode 1980–2000, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam efisiensi penggunaan air irigasi, sehingga berbagai inovasi teknologi panen air dan irigasi efisiensi irigasi mulai dikembangkan dan diterapkan. Pembangunan embung, dam parit, dan sumur dalam menjadi strategi utama untuk meningkatkan ketersediaan air pertanian, memungkinkan petani memanfaatkan air hujan dan mengurangi ketergantungan pada irigasi konvensional (Pradhan et al., 2011; Subagyono & Pawitan, 2008; Sulaiman et al., 2018; Apriyana et al., 2018; Rejekiingrum et al., 2022).

Optimalisasi pengelolaan iklim, air, dan tanah pada lahan kering terbukti meningkatkan produktivitas hortikultura, misalnya pada komoditas bawang merah di lahan berpasir yang hasilnya dapat meningkat dua kali lipat (Rejekiingrum et al., 2021; Sutardi *et al.*, 2022b). Penerapan metode *System of Rice Intensification* (SRI) dan *Alternate Wetting and Drying* (AWD) juga mampu menghemat penggunaan air hingga 40% tanpa menurunkan hasil panen (Ludong, 2012). Selain itu, penerapan teknologi irigasi tetes sederhana di lahan kering membantu petani mengoptimalkan sumber air lokal dengan biaya rendah serta meningkatkan produktivitas tanaman sayuran (Haryati, 2001).

D. Teknologi pada Era Pertanian Berkelanjutan (2000 – Sekarang)

Praktik Adaptasi Perubahan Iklim yang difokuskan dalam mengantisipasi kekeringan di era Pertanian Berkelanjutan menerapkan beberapa langkah strategis diantaranya melalui: (1) Pendekatan *Climate-Smart Agriculture* (CSA); (2) Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan melalui Panen Air dan Efisiensi Irigasi; serta (3) Perlindungan dan Konservasi Lahan.

1. Penerapan melalui Pendekatan *Climate-Smart Agriculture* (CSA)

Salah satu strategi adaptasi perubahan iklim dalam mengantisipasi kekeringan adalah penerapan *Climate Smart Agriculture* (CSA), yaitu pendekatan usaha tani yang mengintegrasikan teknologi adaptasi di tingkat *on-farm* dan *off-farm* untuk menekan risiko kekeringan sekaligus meningkatkan produktivitas pertanian (Apriyana et al., 2021b; Pramudia et al., 2022). Pendekatan tersebut mendukung pembangunan pertanian berketahanan iklim sebagaimana tercantum dalam RPJMN 2020–2024 (Apriyana et al., 2023).

CSA bertujuan meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani secara berkelanjutan, memperkuat ketahanan terhadap perubahan iklim, selaras dengan prioritas pembangunan nasional. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh FAO melalui dokumen “*Climate-Smart Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*” pada Konferensi Tingkat Tinggi Ketahanan Pangan dan Perubahan Iklim di Den Haag, Belanda (FAO, 2010).

Pendekatan CSA berperan dalam mengatasi isu ketahanan pangan, gizi, dan keberlanjutan lingkungan, sosial, serta ekonomi di sektor pertanian. CSA juga mensinergikan berbagai kepentingan pemangku kebijakan untuk mewujudkan sistem pangan yang tangguh, adil, dan berkelanjutan (Savelli et al., 2021).

CSA dibangun dengan langkah-langkah yang terstruktur (Gambar 2.1), yaitu harus dimulai dari pembangunan fondasi, penilaian kerentanan dan risiko, penetapan lokasi prioritas, identifikasi dan seleksi teknologi adaptasi, hingga implementasi aksi adaptasi (Pramudia et al., 2022; Apriyana et al., 2023).



Gambar 2.1 Pendekatan Climate-Smart Agriculture (CSA). Sumber: Gross, et.al. (2016).

CSA mengintegrasikan tiga tujuan utama, yaitu meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan, membangun ketahanan (*resilience*) terhadap variabilitas dan

dampak perubahan iklim, dan mengurangi atau menahan emisi gas rumah kaca. Pendekatan ini menekankan praktik cerdas iklim seperti penggunaan varietas tahan kekeringan, pemupukan berimbang, dan teknologi pertanian presisi. Teknologi pengelolaan lahan dan air menjadi komponen penting CSA karena berkontribusi pada adaptasi dan mitigasi sekaligus, melalui praktik seperti pengelolaan air, konservasi tanah, pengelolaan hara, dan peningkatan produktivitas tanaman (Apriyana et al., 2023).

2. Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan melalui Panen Air dan Efisiensi Irigasi

Berbagai studi menunjukkan bahwa panen air berkontribusi pada peningkatan indeks pertanaman dari satu menjadi dua kali tanam per tahun pada pertanian lahan kering di Afrika Sub-Sahara (Tefera et.al., 2024; Chipomho et al., 2024). Selain itu, peningkatan efisiensi irigasi melalui perbaikan distribusi dan aplikasi air memungkinkan sumber air yang terbatas dimanfaatkan secara lebih optimal untuk mendukung intensitas tanam dan produktivitas tahunan yang lebih tinggi (World Bank, 2023). Kondisi ketersediaan air yang lebih stabil juga menurunkan cekaman air pada fase kritis pertumbuhan tanaman, sehingga meningkatkan hasil per musim dan produktivitas air, sebagaimana praktik defisit irigasi di daerah Semiarid, Etiopia, Afrika Timur (Abera et al., 2025).

Di Indonesia, pemanfaatan air pertanian masih belum optimal, sehingga diperlukan pengelolaan yang lebih efisien melalui upaya *water harvesting* untuk menampung air hujan pada musim penghujan dan memanfaatkannya saat kemarau guna mengurangi risiko kekeringan (Apriyana et al., 2019a). Optimalisasi sumber daya air dilakukan melalui pembangunan

infrastruktur panen air seperti embung, dam parit, dan *long storage* yang terbukti meningkatkan indeks pertanaman dan efisiensi penggunaan air (Sulaeman et al., 2018; Ramadhani et al., 2020).

Pembangunan embung mulai digalakkan sejak awal 1980-an, diawali di Pulau Timor dengan dukungan lembaga donor internasional (Pradhan et al., 2011). Embung berfungsi sebagai penampung air limpasan (*run off*) untuk mendukung irigasi pertanian, baik tanaman pangan maupun hortikultura. Perkembangannya cukup pesat, bahkan kini masyarakat mampu membangun embung secara swadaya. Sebagai contoh embung yang dibangun di Desa Ciomas, Kecamatan Tenjo, Kabupaten Bogor (Gambar 2.2). Embung tersebut memberikan layanan irigasi pada lahan seluas 45 ha dengan investasi Rp 100 juta dan menghasilkan tambahan produksi 135 ton GKP atau sekitar Rp 500 juta per tahun, sekaligus meningkatkan Indeks Pertanaman (IP) sebesar 0,5 (Sulaeman et al., 2018).



Gambar 2.2 Embung pertanian dengan swakelola masyarakat/ petani (Sumber: Sulaeman et al, 2018)

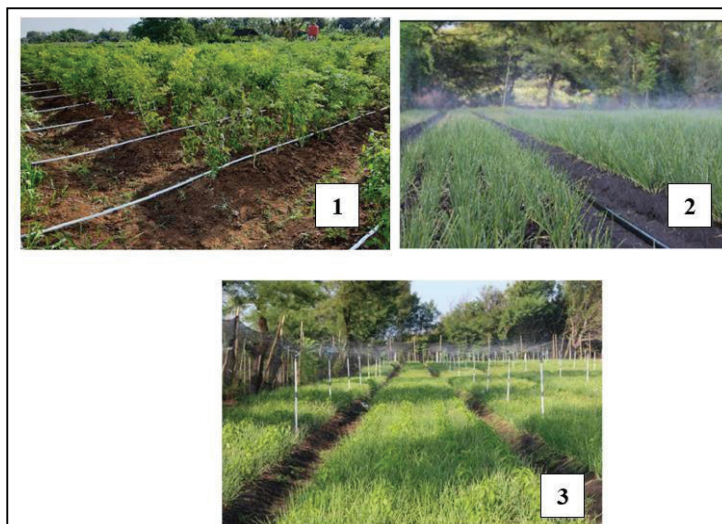
Pengaturan air secara bergilir dengan mempertimbangkan volume embung serta pemanfaatan air permukaan dan air tanah mampu memperpanjang masa tanam, memperluas lahan pertanian, dan meningkatkan Indeks Pertanaman (Sulaeman et al., 2018). Metode panen air ini juga efektif mengurangi dampak kekeringan dan meningkatkan produktivitas (Suni et al., 2023). Secara ekonomi, pembangunan embung dengan layanan hingga 4 juta hektar dapat menghasilkan keuntungan kotor Rp 81,7 triliun dan pendapatan bersih Rp 59,1 triliun. Untuk komoditas jagung dan bawang merah, potensi keuntungan masing-masing mencapai Rp 50,37 triliun dan Rp 301,67 triliun (Sulaeman et al., 2018).

Temuan tersebut menunjukkan bahwa investasi infrastruktur panen air mampu mendukung ketahanan air untuk pertanian sekaligus meningkatkan nilai ekonomi melalui produktivitas tanaman unggulan.

Selain teknologi panen air, penerapan teknologi hemat air sangat penting pada lahan kering beriklim kering dengan sumber daya air terbatas (Apriyana et al., 2006). Teknologi hemat air bertujuan memaksimalkan efisiensi dan keberlanjutan penggunaan air untuk menghadapi keterbatasan air dan perubahan iklim (Apriyana et al., 2016). Penerapan teknologi ini didasarkan pada ketersediaan sumber daya air guna mengoptimalkan irigasi, sehingga efisiensi penggunaan air meningkat, produksi tetap terjaga meskipun air berkurang, dan produktivitas air (kg/m^3) meningkat (Allen et al., 1998; Howell, 2001; Pereira et al., 2002). Hal ini penting agar luas layanan irigasi dapat diperluas tanpa peningkatan kebutuhan air serta mendukung keberlanjutan produksi pertanian di tengah perubahan iklim (Sulaeman et al., 2018).

Sunusi et al, (2023) menyatakan bahwa distribusi air melalui pipa (*pipeline irrigation system*) terbukti efektif mengurangi

kehilangan air akibat penguapan dan kebocoran yang sering terjadi pada sistem saluran terbuka (*open channel irrigation system*), sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air. Teknik irigasi efisien yang umum diterapkan mencakup irigasi tetes (*drip irrigation*), irigasi semprot (*sprayer irrigation*), dan irigasi curah (*sprinkler irrigation*). Teknik irigasi tersebut masing-masing memiliki karakteristik debit air, cakupan area, dan tingkat efisiensi air spesifik, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan kondisi lahan (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 1. Irigasi tetes (*Drip Irrigation*), 2. Irigasi Kabut (*Hose Spray Irrigation*). 3. Irigasi curah (*Sprinkler Irrigation*) (Sumber: Sunusi et al., 2023)

Pengelolaan air yang efisien menjadi kunci dalam membangun sistem produksi tangguh menghadapi perubahan iklim (Apriyana et al., 2018). Untuk mencapai pengelolaan yang efektif, diperlukan kesepakatan bersama mengenai

mekanisme penggunaan air (Pereira et al., 2002; Apriyana & Rejekiingrum, 2016). Tata kelola partisipatif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan menjadi faktor penentu agar perencanaan air dan perencanaan lahan berjalan selaras secara terpadu (Rejekiingrum et al., 2022; Apriyana et al., 2021a). Pendekatan partisipatif ini memungkinkan keterlibatan petani, pemerintah, dan komunitas lokal dalam pengambilan keputusan, sehingga pengelolaan air menjadi lebih adil, transparan, dan berkelanjutan (Apriyana & Rejekiingrum, 2016). Pendekatan terpadu ini mendukung peningkatan produksi pertanian dan ketahanan terhadap perubahan iklim (Apriyana et al., 2021a; Estiningtyas et al., 2024a).

Secara keseluruhan, pengelolaan air terpadu dan partisipatif dapat memperkuat sistem produksi, meningkatkan hasil, serta mengurangi risiko akibat perubahan iklim (Apriyana et al., 2021b; Estiningtyas et al., 2024b). Pembangunan embung juga terbukti meningkatkan keuntungan ekonomi pertanian, seperti jagung dan bawang merah, dan akan lebih optimal bila didukung pengelolaan air yang efisien (Pereira et al., 2002; Pradhan et al., 2011; Rejekiingrum et al., 2022). Penerapan teknologi panen air secara terpadu dengan teknik efisiensi irigasi mampu meningkatkan keberlanjutan sistem pertanian, hasil produksi, dan efisiensi penggunaan sumber daya air di lahan kering. Pendekatan ini juga mendukung pengelolaan sumber daya air yang lebih bijaksana dan optimal.

3. Perlindungan dan Konservasi Lahan

Sektor pertanian Indonesia, terutama padi di lahan kering dan sawah tropika, sangat rentan karena bergantung pada pola hujan musiman dan kesuburan tanah yang rendah (Apriyana et al., 2016; Estiningtyas et al., 2024a). Perlindungan dan

konservasi lahan menjadi strategi adaptasi efektif untuk menjaga produktivitas sekaligus memitigasi risiko lingkungan (Lal, 2016; Dharmawan et al., 2023). Konservasi tanah dan air di daerah kering dapat meningkatkan infiltrasi, mengurangi limpasan, dan memperpanjang ketersediaan kelembapan tanah, sehingga mendukung produktivitas tanaman pangan (Mahrup et al., 2005; Ilstedt et al., 2016; Makate et al., 2016; Apriyana et al., 2017).

Praktik konservasi seperti terracing, mulching, vegetasi penutup, rotasi tanaman, dan penutup tanah hijau dapat meningkatkan infiltrasi air 30–50% serta menekan erosi pada lahan miring tropika (Morgan, 2005). Strategi berbasis hidrologi seperti penampungan air hujan dan vegetasi penutup juga meningkatkan pengisian air tanah dan menjaga ketersediaan air berkelanjutan (Ilstedt et al., 2016). Selain aspek teknis, pendekatan kelembagaan seperti penguatan kelompok tani, Gapoktan, dan koperasi penting untuk mengoordinasikan pengelolaan lahan serta penerapan praktik konservasi (Hartemink, 2005). Kebijakan lokal yang mendukung perlindungan lahan dan insentif pertanian ramah lingkungan turut memperkuat ketahanan sosial-ekonomi petani (BAPPENAS, 2019).

Secara ekologis, konservasi lahan meningkatkan cadangan karbon organik, mengurangi emisi gas rumah kaca, menjaga keanekaragaman hayati, dan mempertahankan fungsi ekosistem pertanian tropika (Lal, 2016; Apriyana et al., 2017). Integrasi konservasi fisik, kimia, dan kelembagaan menjadi strategi adaptasi yang efektif terhadap perubahan iklim (Apriyana & Rejekiingrum, 2016). Perlindungan lahan menjaga produktivitas pertanian, mendukung ketahanan pangan, serta mengurangi degradasi lahan, terutama di wilayah kering yang rentan terhadap kelangkaan air (Apriyana & Sugianto., 1998; Apriyana et al., 2017; Lal, 2020).

III. PERUBAHAN IKLIM DAN DAMPAKNYA TERHADAP SEKTOR PERTANIAN

Perubahan iklim dengan dampaknya terhadap sektor pertanian di Indonesia, khususnya terkait perubahan suhu dan curah hujan telah berimplikasi terhadap ketahanan pangan. Pada bab ini dibahas hal-hal terkait peningkatan kejadian iklim ekstrem dan pentingnya strategi adaptasi berbasis sains untuk menjaga keberlanjutan sistem pertanian.

A. Perubahan Iklim di Indonesia

Indonesia memiliki iklim tropis dengan dua musim utama yaitu musim hujan yang berlangsung dari November hingga April, dengan curah hujan yang mencapai puncaknya pada Januari dan Februari, dan musim kemarau dari Mei hingga Oktober, dan Juli hingga September merupakan bulan-bulan terkering. Iklim Indonesia dipengaruhi oleh Fenomena *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO), yang membawa tahun-tahun *El Niño* yang hangat dan kering serta tahun-tahun *La Niña* yang sejuk dan basah, serta fenomena pemanasan global yang diperkirakan akan terus terjadi dengan gejala yang semakin menguat (Aldrian, 2023) sehingga berdampak pada pergeseran waktu tanam dan produktivitas pangan (Las et al., 2018; Apriyana et al., 2021a).

Meskipun curah hujan tahunan diproyeksikan akan meningkat sebesar 1-5% di tingkat nasional hingga tahun 2100, variasi yang besar per musim diperkirakan terjadi, termasuk penurunan curah hujan musim kemarau sebesar 4,8% (GERICS, 2015). Konsentrasi hujan yang lebih intensif kemungkinan akan memperburuk dampak banjir dan longsor, sementara hujan yang

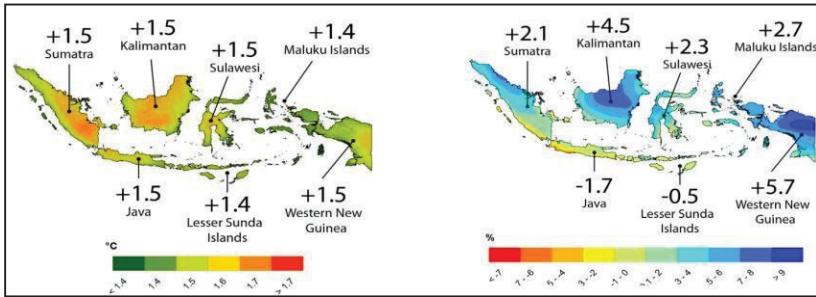
lebih jarang dan musim hujan yang tertunda akan memperburuk kekeringan dan kebakaran hutan (Rejekiningrum et al., 2005).

Perubahan iklim memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman pangan dan hasil pertanian (Apriyana et al., 2010). Dalam kondisi normal, seluruh sumber daya tersedia secara sinergis, mendukung tercapainya produksi optimal melalui penerapan teknologi yang tepat. Sebaliknya, jika satu atau lebih sumber daya mengalami anomali, hal ini akan berdampak signifikan terhadap hasil pertanian (Estiningtyas et al., 2024a). Peningkatan frekuensi peristiwa ekstrem dan ketidakpastian pola cuaca diperkirakan akan terus berdampak secara langsung dan tidak langsung pada ketahanan pangan, hal ini dapat menyebabkan penurunan produksi dan penghasilan di daerah rentan terhadap perubahan iklim (Pramudia et al., 2020). Perubahan iklim terjadi melalui peningkatan suhu rata-rata; perubahan pola hujan; frekuensi dan intensitas kejadian ekstrem seperti banjir dan kekeringan akan berdampak serius pada pertanian (Estiningtyas et al., 2024b). Tingkat dampak ini tidak hanya bergantung pada intensitas dan waktu (periodisitas) perubahan, tetapi juga pada kombinasi perubahan tersebut serta kondisi lokal.

Dalam beberapa dekade terakhir, perubahan iklim telah meningkatkan frekuensi dan intensitas kekeringan, sehingga memperbesar risiko gangguan terhadap sistem pangan, khususnya di wilayah yang bergantung pada pertanian tadah hujan (IPCC, 2022). Penurunan produksi akibat kekeringan mengganggu ketersediaan pangan, menurunkan pendapatan petani dan daya beli masyarakat, serta meningkatkan kerentanan terhadap kerawanan pangan, terutama pada kelompok rumah tangga miskin dan petani kecil (FAO, 2018).

B. Dampak terhadap Perubahan Suhu dan Curah Hujan

Dampak Perubahan iklim terutama terhadap ketahanan pangan pada masa mendatang menghadapi tantangan yang semakin kompleks seiring dengan proyeksi perubahan iklim global. Proyeksi perubahan suhu dan curah hujan di Indonesia pada tahun 2050 disajikan dalam bentuk peta pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 A. Perubahan suhu rata-rata tahunan (°C) dan B. Perubahan curah hujan total (persen) di Indonesia pada tahun 2050. Sumber: (Savelli et al., 2021).

Peta tersebut menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah utama Indonesia di Sumatra, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, dan Papua mengalami kenaikan suhu tahunan rata-rata sebesar $+1.5^{\circ}\text{C}$, sedangkan Kepulauan Maluku dan Nusa Tenggara mengalami kenaikan sedikit lebih rendah, yaitu $+1.4^{\circ}\text{C}$. Kenaikan suhu ini berpotensi dipicu oleh kombinasi pengaruh global dan regional. Secara global, akumulasi gas rumah kaca yang terus meningkat memperkuat pemanasan atmosfer, sementara secara regional, perubahan tata guna lahan, deforestasi, dan urbanisasi dapat mempercepat proses pemanasan lokal (*urban heat island effect*). Pola kenaikan yang seragam di seluruh wilayah menunjukkan bahwa pemanasan bersifat sistemik, tidak terbatas pada zona iklim atau topografi tertentu.

Perubahan total curah hujan di wilayah kepulauan Indonesia menunjukkan heterogenitas spasial yang cukup nyata. Anomali curah hujan yang diproyeksikan mengindikasikan bahwa sebagian besar pulau utama akan mengalami peningkatan curah hujan tahunan, dengan perubahan relatif tertinggi terjadi di Papua Barat (+5,7%), diikuti Kalimantan (+4,5%), Kepulauan Maluku (+2,7%), Sulawesi (+2,3%), dan Sumatra (+2,1%). Wilayah-wilayah ini didominasi gradasi warna biru hingga kehijauan pada peta anomali, yang merepresentasikan kenaikan berkisar antara

+2% hingga lebih dari +5%. Peningkatan tersebut kemungkinan terkait dengan intensifikasi konveksi dan peningkatan suplai uap air dari laut sekitarnya akibat pemanasan suhu permukaan laut, yang dapat diperkuat oleh pergeseran sirkulasi Walker.

Sebaliknya, Pulau Jawa (-1,7%) dan Kepulauan Nusa Tenggara (-0,5%) menunjukkan penurunan curah hujan yang relatif kecil, ditunjukkan oleh rona hijau hingga kuning pada peta, yang mengindikasikan berkurangnya ketersediaan air. Penurunan ini kemungkinan berhubungan dengan melemahnya aliran monsun pada musim panas, yang dapat diperburuk oleh perubahan tata guna lahan dan perubahan sirkulasi atmosfer regional. Perbedaan tren antara Indonesia bagian barat-tengah (anomali positif) dan wilayah pesisir selatan maritim (anomali negatif) menegaskan kompleksitas interaksi pengendali iklim global oleh *El Niño–Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) dengan faktor geografis–topografis lokal.

Implikasi agonomis dari tren ini mencakup percepatan laju evapotranspirasi, peningkatan kebutuhan air tanaman, serta potensi pergeseran zona agroklimat yang dapat mempengaruhi produktivitas dan pola tanam (Apriyana et al., 2016a). Kenaikan suhu juga dapat mengubah siklus hidup OPT serta memperbesar

risiko cekaman panas (*heat stress*) pada fase kritis pertumbuhan tanaman (Arifin, 2012). Kenaikan suhu ini berdampak langsung terhadap sektor-sektor kunci di Indonesia terutama sektor pertanian dan sumberdaya air. Perubahan ini meningkatkan risiko kekeringan, kegagalan panen, serta mempercepat degradasi ekosistem dan kebakaran lahan gambut. Kondisi ini menegaskan pentingnya penerapan strategi adaptasi berbasis sains, seperti pemilihan varietas toleran suhu tinggi, penyesuaian kalender tanam, dan pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien untuk mempertahankan ketahanan pangan di tengah perubahan iklim (Apriyana et al., 2021a; Pramudia et al., 2021). Oleh karena itu, upaya adaptasi melalui pendekatan berbasis sains seperti pertanian cerdas iklim (*Climate Smart Agriculture/ CSA*), efisiensi penggunaan air, dan konservasi sumber daya alam menjadi sangat krusial untuk menjamin ketahanan pangan dan lingkungan secara berkelanjutan di masa depan (Misnawati et al., 2021; Savelli et al., 2021).

C. Dampak terhadap Sektor Pertanian dan Lahan Kering

Analisis data historis produksi padi di Indonesia selama 30 tahun (1990–2020), yang bersumber dari FAO, menunjukkan bahwa produksi padi sangat dipengaruhi oleh kejadian iklim ekstrem, yaitu *El Niño* dan *La Niña*. Pada tahun-tahun terjadinya fenomena tersebut, terjadi penurunan produksi padi yang signifikan (Gambar 3.2). Hal ini disebabkan oleh dampak kedua fenomena iklim ekstrem tersebut, yang memicu banjir maupun kekeringan, sehingga luas tanam dan luas panen padi menurun dan berdampak langsung pada penurunan produksi.



Gambar 3.2 Anomali Produksi Padi di Indonesia Periode 1990–2020 (Sumber: Aldrian et al. 2022)

Tanpa strategi adaptasi transformatif, dampak variabilitas iklim diperkirakan akan mengurangi hasil panen global dan meningkatkan ketidakamanan pangan, sementara peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) semakin memperparah krisis tersebut. Meskipun pertanian merupakan kontributor utama perubahan iklim melalui praktik-praktik yang tidak berkelanjutan, sektor ini juga menawarkan peluang signifikan untuk mengurangi emisi tersebut melalui penerapan praktik-praktik berkelanjutan (Kabato et al., 2025). Mengantisipasi dampak perubahan iklim pada pertanian memerlukan data, alat, model serta rancang bangun informasinya pada skala spasial area produksi (Apriyana et al., 2016b). Perubahan ini tidak hanya terkait dengan berkurangnya jumlah curah hujan, tetapi juga dengan pergeseran awal musim hujan, durasi musim tanam, serta distribusi temporal curah hujan sepanjang tahun.

Untuk menghadapi tantangan dampak variabilitas iklim, diperlukan strategi adaptasi yang terencana dan terintegrasi,

sehingga pertanian tetap berkelanjutan sekaligus mampu meningkatkan ketahanan pangan (Apriyana & Syahbuddin, 2018). Strategi adaptasi pada sektor pertanian tidak hanya menekankan pada penerapan teknologi, tetapi juga mencakup upaya sistematis dalam merancang kebijakan dan program yang selaras dengan prinsip-prinsip yang mendasari keberlanjutan dan ketahanan sistem pertanian berkelanjutan (Apriyana & Pramudia, 2018). Salah satu contohnya adalah pemanfaatan kalender tanam terpadu sebagai instrumen komunikasi yang mampu meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan di tingkat petani (Apriyana & Guswara, 2015; Aziz et al., 2021a). Implementasi kalender tanam terpadu di Sumatera Utara menunjukkan bahwa model komunikasi yang baik antara penyuluh dan petani dapat meningkatkan efektivitas adaptasi terhadap perubahan iklim (Aziz et al., 2021b).

Perubahan iklim menggeser pola hujan dan meningkatkan frekuensi kekeringan di lahan kering Indonesia (Aldrian, 2023); suhu udara dan curah hujan menjadi indikator utama untuk proyeksi iklim global–regional (GERICS, 2015). Variabilitas suhu mempengaruhi evapotranspirasi serta pertumbuhan, fenologi, dan metabolisme tanaman yang berdampak pada produktivitas (Apriyana & Kailaku, 2015), sementara curah hujan menentukan ketersediaan air melalui kelembaban tanah, peresapan air tanah, dan pasokan air bagi fotosintesis (Apriyana & Lindawati, 2015).

Sektor pertanian menghadapi keterbatasan air irigasi, degradasi lahan, dan penurunan produktivitas pangan (Apriyana & Kartiwa, 2019). Ketidakseimbangan antara evapotranspirasi dan curah hujan akibat perubahan iklim dapat menimbulkan stres air, gagal panen, serta risiko kekeringan dan banjir (OECD, 2025). Oleh karena itu, pemahaman terhadap dinamika suhu dan

curah hujan penting untuk strategi adaptasi berupa penerapan teknologi yang sesuai dan inovasi institusional seperti pengelolaan air, varietas tahan iklim, dan kebijakan mitigasi dapat membantu Indonesia mencapai keamanan pangan (Apriyana & Surmaini, 2007; Sutardi et al., 2023).

Lahan kering tropika Indonesia rentan terhadap ketidakpastian air, fluktuasi curah hujan, dan kekeringan musiman yang menurunkan produktivitas serta meningkatkan degradasi lahan (Ramadhani et al., 2021). Ketersediaan air menjadi faktor utama keberhasilan pertanian, khususnya pada lahan tadah hujan (Rejekiingrum et al., 2022). Penurunan sumber daya air dalam beberapa dekade terakhir disebabkan oleh perubahan iklim, deforestasi, degradasi lahan, dan meningkatnya kebutuhan irigasi (Apriyana, 2018). Ketergantungan tinggi terhadap hujan tanpa intervensi teknologi seperti irigasi skala kecil, panen air hujan, atau konservasi tanah dapat memperburuk distribusi air, menurunkan indeks tanam, dan meningkatkan risiko gagal panen (Dharmawan et al., 2023).

Pemahaman mendalam mengenai suhu, curah hujan, dan kebutuhan air penting untuk merancang strategi adaptasi membangun model neraca air tanah. Model neraca air tanah yang digunakan dalam implementasi teknologi ini dikembangkan oleh penulis sejak 2005 dan menjadi dasar penyusunan rekomendasi kalender tanam terpadu di wilayah terdampak variabilitas iklim guna menentukan waktu tanam optimal dan meningkatkan produktivitas padi (Rejekiingrum & Apriyana, 2005; Apriyana et al., 2019b; Dewi et al., 2021).

IV. PERCEPATAN INOVASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI IRIGASI DI LAHAN KERING

Penerapan teknik konservasi tanah dan air berbasis teknologi dan inovasi menjadi kunci menjaga keberlanjutan sumber daya air serta memperkuat ketahanan ekosistem DAS terhadap perubahan iklim. Inovasi pengelolaan air meliputi eksplorasi potensi air, eksploitasi sumber permukaan dan bawah tanah, distribusi air secara efisien, serta teknik penyiraman yang tepat waktu dan jumlah (Apriyana, 2015). Oleh karena itu, percepatan penerapan teknologi panen air (*rainwater harvesting*) dan efisiensi irigasi menjadi strategi adaptasi perubahan iklim yang krusial untuk mendukung keberlanjutan sistem pertanian berketahanan pangan di lahan kering (Sulaiman et al., 2019; Apriyana et al, 2023). Dalam konteks tersebut, pembahasan selanjutnya disusun ke dalam tiga komponen utama, yaitu: A) Teknologi Panen Air, B) Efisiensi Irigasi, dan C) Aplikasi Percepatan Teknologi Modern Infrastruktur Panen Air dan Irigasi Efisien, sebagai satu kesatuan pendekatan adaptif terhadap perubahan iklim.

A. Teknologi Panen Air

Kelangkaan air akibat perubahan iklim dan degradasi lingkungan membuat pemanfaatan air hujan yang langsung terbuang ke sungai/laut perlu dioptimalkan melalui teknologi panen air untuk penampungan, penyimpanan, dan pemanfaatan ulang pada musim kemarau guna mendukung ketahanan pangan (Apriyana & Kartiwa, 2019). Embung sebagai salah satu bentuk panen air berfungsi menambah resapan, meningkatkan simpanan air tanah, serta menyediakan air bagi tanaman dan

ternak saat kemarau (Sulaiman et al., 2018). Berbagai teknik seperti embung mikro, sumur resapan, dan *runoff harvesting* meningkatkan kelembaban tanah mengurangi erosi, serta menaikkan indeks tanam dan produktivitas lahan kering di Indonesia (Redjekiningrum et al., 2022), sejalan dengan temuan global bahwa panen air memperbaiki kelembapan tanah, mengisi cadangan air tanah, dan meningkatkan hasil pertanian (Apriyana, 2015), dengan riset yang semakin intensif dua dekade terakhir (Velasco-Muñoz, Juan et al., 2019). Bukti lapangan menunjukkan embung meningkatkan intensitas tanam dan stabilitas hasil memungkinkan peralihan dari padi-bero ke padi-tembakau- jagung serta menekan limpasan, memperbesar infiltrasi, dan mendukung pengisian air tanah (Subagyono & Pawitan, 2008).

B. Efisiensi Irigasi

Selain panen air, efisiensi irigasi merupakan faktor kunci peningkatan produktivitas pertanian di lahan kering, karena keterbatasan air menuntut pengelolaan yang tepat guna dan berkelanjutan. Sistem irigasi konvensional berbasis gravitasi cenderung boros air, sehingga perlu diterapkan teknologi efisiensi irigasi. Lahan kering dengan curah hujan rendah, distribusi tidak merata, dan evaporasi tinggi menghadapi kendala serius terhadap pertumbuhan tanaman (Apriyana et al., 2016). Dalam kondisi tersebut, metode irigasi tradisional menjadi kurang efektif akibat tingginya kehilangan air melalui perkolasi dan evaporasi (Apriyana et al., 2004). Oleh karena itu, sistem irigasi efisien dibutuhkan agar setiap tetes air dimanfaatkan optimal untuk hasil pertanian dan keberlanjutan sumber daya.

Menurut Howell (2001), efisiensi penggunaan air dapat ditingkatkan melalui teknologi irigasi modern seperti tetes

(*drip irrigation*) dan sprinkler yang mengurangi kehilangan air dibandingkan irigasi permukaan. Hasil penelitian Pereira, Oweis, dan Zairi (2002) menegaskan bahwa manajemen irigasi di wilayah kering dapat meningkatkan hasil panen dan efisiensi penggunaan air melalui penjadwalan dan distribusi air yang tepat. Studi Kharrou et al. (2011) di wilayah semi-arid Maroko menunjukkan bahwa irigasi tetes pada gandum musim dingin meningkatkan hasil produksi sekaligus mengoptimalkan efisiensi air. Temuan ini membuktikan efektivitas teknologi efisiensi irigasi dalam menghadapi keterbatasan sumber daya di lahan kering. Selain meningkatkan produktivitas, efisiensi irigasi juga memperkuat ketahanan pangan di tengah perubahan pola curah hujan dan risiko kekeringan akibat perubahan iklim (Apriyana & Rejekiningrum, 2016).

Dengan demikian, efisiensi irigasi tidak hanya menjadi strategi teknis, tetapi juga bagian integral dari adaptasi terhadap perubahan iklim, pengelolaan air berkelanjutan, dan ketahanan pangan jangka panjang. Implementasi sistem irigasi efisien perlu menjadi prioritas kebijakan pertanian, terutama di negara berkembang seperti Indonesia yang memiliki lahan kering luas dan potensial jika didukung teknologi pengelolaan air yang tepat. Percepatan penerapan teknologi panen air dan irigasi efisien membutuhkan dukungan kelembagaan, investasi infrastruktur, serta peningkatan kapasitas petani. Integrasi kedua pendekatan ini terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 40%, menstabilkan produktivitas pada musim kering, serta berpotensi menurunkan emisi gas rumah kaca dan degradasi tanah (Rejekiningrum & Apriyana, 2021)

C. Aplikasi Percepatan Teknologi Modern Infrastruktur Panen Air dan Efisiensi Irigasi

Pada bagian ini merupakan refleksi perjalanan riset dalam mengembangkan pendekatan inovatif pengelolaan air di lahan kering sebagai respons terhadap perubahan iklim. Berangkat dari realitas meningkatnya variabilitas iklim dan keterbatasan sumber daya air, riset ini tidak hanya berfokus pada pengembangan teknologi, tetapi juga pada integrasi informasi iklim, kondisi biofisik lahan, dan praktik pertanian di tingkat petani.

Pembangunan embung yang terintegrasi dengan efisiensi irigasi modern telah dilaksanakan di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Lokasi ini dipilih karena memiliki karakteristik geografis, sosial, ekonomi, dan potensi pengembangan yang relevan untuk penerapan teknologi panen air dan irigasi efisien.

1. Karakteristik Lahan Kering.

Desa Selopamioro memiliki lahan kering dengan keterbatasan air dan tingkat kesuburan tanah yang rendah (Apriyana et al., 2016; Heryani & Rejekiningrum, 2020). Kondisi tersebut menjadikannya lokasi ideal untuk mengkaji pengelolaan lahan kering secara efektif melalui teknik konservasi tanah, air, dan penerapan teknologi pertanian adaptif. Lahan kering di wilayah ini juga sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim seperti kekeringan, sehingga penelitian di lokasi ini dapat memberikan gambaran penting tentang ketahanan pangan di daerah dengan sumber daya terbatas.

2. Keberagaman Sosial Ekonomi.

Sebagian besar masyarakat Desa Selopamioro berprofesi sebagai petani, menjadikannya representatif untuk mempelajari dampak ekonomi dan sosial pengelolaan lahan kering. Kajian di wilayah ini dapat menyoroti strategi adaptasi, inovasi pertanian, serta upaya peningkatan produktivitas dan ketahanan ekonomi lokal dalam menghadapi keterbatasan lahan dan iklim.

3. Peluang Inovasi dan Pengembangan Teknologi Pertanian.

Keterbatasan air merupakan tantangan utama lahan kering. Oleh karena itu, penerapan teknologi irigasi tetes, pemanenan air hujan, serta praktik pertanian berkelanjutan sangat relevan untuk dikembangkan di Selopamioro. Pendekatan ini membuka peluang pengembangan solusi berbasis teknologi yang efisien dan ramah lingkungan. Integrasi sektor pertanian, peternakan, dan perikanan melalui sistem pertanian terpadu juga dapat meningkatkan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan produksi pertanian di wilayah ini.

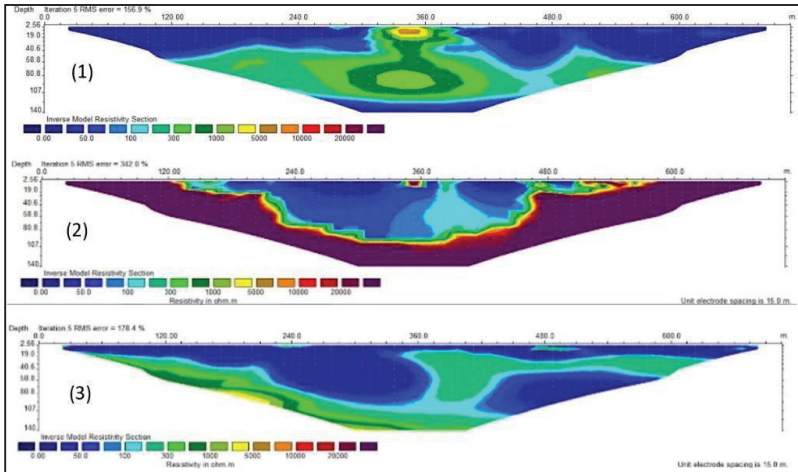
4. Pengaruh Kebijakan Lokal.

Desa Selopamioro berada di bawah kebijakan daerah dan nasional yang mendukung pertanian dan konservasi lahan. Hal ini menjadikannya lokasi yang tepat untuk menilai efektivitas implementasi program pemerintah di wilayah lahan kering. Program pemerintah Kabupaten Bantul dan Provinsi DIY yang berfokus pada peningkatan kesejahteraan desa di lahan kering dapat dianalisis untuk melihat capaian dan tantangannya. Selain itu, tingkat partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lahan dan pengambilan keputusan menjadi aspek penting yang menentukan keberhasilan program.

D. Implementasi Teknologi Integrasi Panen Hujan dan Efisiensi irigasi di Lahan Kering

Implementasi teknologi integrasi panen hujan dan efisiensi irigasi di lahan kering Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi validasi empiris atas pendekatan yang dikembangkan. Melalui tahapan survei sumber daya air, analisis topografi, identifikasi akuifer, dan penerapan sistem teknologi panen air dan efisiensi irigasi, menunjukkan dampak nyata terhadap efisiensi air dan peningkatan hasil. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2020–2021 melalui kegiatan “*Aksi Iklim melalui Implementasi Panen Hujan dan Irigasi Hemat Air untuk Peningkatan Indeks Pertanaman di Lahan Kering*”, yang diselenggarakan oleh Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI) bekerja sama dengan Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (BALITKILMAT) serta Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta.

Implementasi teknologi didahului dengan pengambilan sampel tanah serta melakukan identifikasi air tanah dalam (*deep well*) dan desain pengelolaan air irigasi untuk tanaman bawang merah, seluas 10 ha dari 24 ha lahan yang berpotensi untuk tanaman bawang merah yang dilakukan melalui survei geoelektrik, menggunakan Geoscanner untuk mengidentifikasi potensi air tanah dalam format dua dimensi (2D) untuk menentukan distribusi dan kedalaman akuifer, yaitu area bawah permukaan yang mengandung air di bawah lapisan batuan dengan hasil pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil pemetaan akuifer dengan pendekatan geoelektrik di Yogyakarta tahun 2020. (1) hilir, (2) tengah dan (3) hulu.

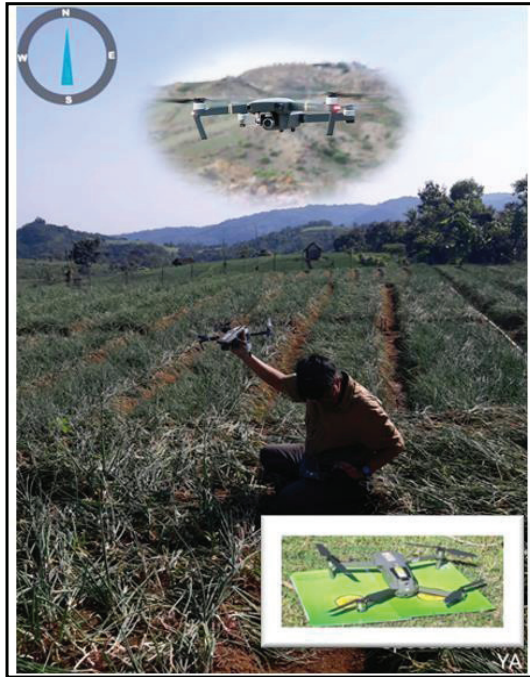
Dari perspektif toposequential, titik pertama berada di area hilir, titik kedua mewakili wilayah tengah, dan titik ketiga terletak di area hulu. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa titik pertama memiliki potensi air tanah rendah, sedangkan titik kedua dan ketiga menunjukkan potensi yang lebih baik. Nilai resistivitas batuan (0,4–100 ohm) mengindikasikan keberadaan akuifer, dengan gradasi warna biru muda hingga biru tua menggambarkan variasi ketersediaan air. Berdasarkan hasil tersebut, pengeboran dilakukan pada titik ketiga dengan mempertimbangkan kedalaman akuifer, ketinggian, dan posisi geografis.

GPS RTK (*Global Positioning System Real-Time Kinematic*) digunakan untuk survei topografi dalam memetakan profil melintang sumber air (saluran irigasi, sungai, embung), menentukan beda tinggi permukaan lahan dan permukaan air serta kontur lahan (Gambar 4.2).

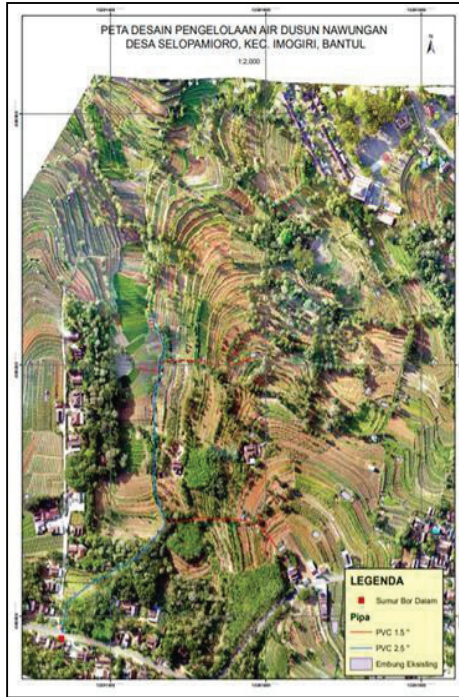


Gambar 4.2 Pengukuran topografi lahan menggunakan GPS RT area riset Yogyakarta tahun 2020.

Survei photo udara menggunakan drone quadcopter DJI Mavic Pro (Gambar 4.3) pada ketinggian hingga 150 meter di atas permukaan tanah, dapat mengcover tutupan lahan seluas 25 ha. Hasil survei photo udara direalisasikan dalam bentuk peta Desain Pengelolaan Air di Dusun Nawungan, Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Bantul. DI Yogyakarta (Gambar 4.4).



Gambar 4.3 Penggunaan Drone quadcopter untuk mengambil foto lanskap wilayah kajian di Yogyakarta tahun 2020.



Gambar 4.4 Peta hasil survei photo udara menggunakan drone quadcopter DJI Mavic Pro di Yogyakarta tahun 2020.

Setelah identifikasi distribusi akuifer, dilanjutkan dengan pengeboran menggunakan bor hidrolik sekitar 80 m kedalaman tanah, dan dipasang casing sumur berdiameter 4 inci. (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Pengeboran air tanah dalam dengan menggunakan bor hidraulik untuk uji pompa air di Yogyakarta.

Potensi debit sumur dievaluasi melalui uji pompa menggunakan *Water Level Logger* untuk memantau penurunan muka air tanah selama pengujian dan *Ultrasonic Flow Meter* untuk mengukur laju aliran air dalam pipa. Selain itu, digunakan berbagai peralatan dan data pendukung, seperti pompa submersible, pipa PVC, emitter efisiensi irigasi, meter air, serta data iklim dan curah hujan. Analisis spasial dilakukan dengan memanfaatkan citra satelit SPOT 6 (tahun 2013 dan 2018), peta Model Elevasi Digital (resolusi 8 m x 8 m), peta tanah, peta topografi, peta DAS Oyo, dan peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bantul.

Air tanah dalam dipompa menggunakan pompa submersible berkekuatan 2,5 PK, dengan debit air sesuai hasil perhitungan kebutuhan harian tanaman. Distribusi air ke lahan dilakukan

dengan memanfaatkan gaya tekan akibat perbedaan elevasi (beda tinggi permukaan), sehingga memungkinkan pengairan efisien ke seluruh areal pertanian bawang merah. Air tanah diakses menggunakan pompa submersible untuk mengekstraksi air, yang kemudian disalurkan melalui pipa berdiameter 2,5 inci dengan memanfaatkan gravitasi.

Selanjutnya dilakukan pembuatan lima buah embung mini kapasitas 1000 m³ berukuran 3 × 4 × 3 meter berlapis geomembran sebagai sarana panen air hujan untuk mencukupi kebutuhan air tanaman bawang merah selama musim kemarau (Gambar 4.6). Selain itu, sistem panen air juga memanfaatkan sumber air dari sumur dalam, yang dialirkan melalui jaringan irigasi pipa berdiameter 2,5 inci sepanjang 1 kilometer.



Gambar 4.6 Pembuatan embung mini berukuran 3 x 4 x 3 meter berlapis geomembran di Yogyakarta

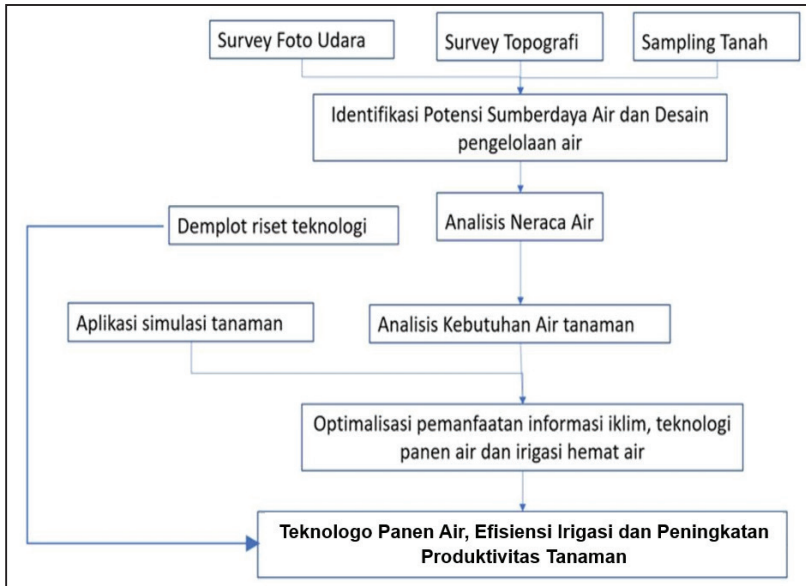
Petani memanfaatkan air dari embung dengan menggunakan pompa portabel dan pipa cabang berdiameter 1,5 inci untuk mengairi lahan bawang merah selama musim kemarau. Untuk memfasilitasi penelitian tentang teknik efisiensi irigasi, secara bersamaan dibuat demplot riset teknologi pada lahan penelitian seluas 812 m² disertai dengan analisis neraca air untuk kebutuhan air tanaman serta simulasi tanaman yang dihubungkan dengan

tiga teknik irigasi *Laser Spray*, *Butterfly Sprinkler*, dan *Tirta Horti* yang kemudian dibandingkan dengan irigasi manual yang dilakukan petani (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 *Laser Spray (A), Butterfly Sprinkler (B), Tirta Horti (C), Manual Irrigation (D)*

Implementasi teknologi integrasi panen hujan dan efisiensi irigasi di lahan kering secara ringkas dapat digambarkan melalui diagram alir (Gambar 4.8), yang menunjukkan alur mulai dari identifikasi sumberdaya air, pemanenan air, penyimpanan, distribusi, hingga pemanfaatannya secara efisien untuk mendukung produktivitas pertanian berkelanjutan. Pendekatan ini bertujuan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya air, menjaga keberlanjutan produksi, serta mengurangi kerentanan lahan kering terhadap risiko kekeringan.



Gambar 4.8 Diagram Alir Implementasi Teknologi Integrasi Panen Air dan Efisiensi Irigasi di Lahan Kering

Pendekatan pengelolaan air berbasis teknologi dalam sistem pertanian dimulai dengan survei foto udara, survei topografi, dan pengambilan sampel tanah. Ketiga tahapan ini penting untuk memperoleh data spasial dan biofisik lahan yang menjadi dasar dalam mengidentifikasi potensi sumber daya air serta menyusun desain pengelolaan air yang sesuai dengan karakteristik ekosistem lokal (Apriyana & Rejekiningrum, 2016; Koswara & Apriyana, 2020).

Selanjutnya dilakukan analisis neraca air untuk mengevaluasi keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air pada suatu wilayah, serta analisis kebutuhan air tanaman yang difokuskan pada kesesuaian suplai air dengan proses fisiologis tanaman selama siklus pertumbuhan (Apriyana et al., 2017). Informasi

tersebut sangat penting untuk menentukan strategi pengelolaan air yang adaptif terhadap dinamika iklim.

Tahap berikutnya mencakup demplot riset teknologi dan aplikasi simulasi tanaman. Demplot berfungsi sebagai wahana validasi lapangan terhadap teknologi pengelolaan air yang dikembangkan, sementara simulasi tanaman memberikan proyeksi respons pertumbuhan dan produktivitas tanaman terhadap variasi ketersediaan air dan kondisi iklim. Hasil analisis dari demplot riset teknologi menunjukkan bahwa sistem irigasi baik Pengabutan, Sprinkler maupun Tirta Horti yang diterapkan, lebih baik dibandingkan dengan perlakuan petani. Efisiensi Penggunaan Air pada jarak tanam 10 x 20 cm yang diterapkan petani hanya mencapai 0.33 g/mm, penggunaan irigasi Laser Spray, Butterfly Sprinkler dan Tirta Horti masing-masing dapat meningkatkan efisiensi 115%, 15% dan 48% dari perlakuan petani. Peningkatan hasil pada jarak tanam 10 x 20 cm lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan petani, hasil bawang merah petani mencapai 12,27 ton/ha sedangkan penggunaan irigasi *Laser Spray*, *Butterfly Sprinkler* dan *Tirta Horti* mampu meningkatkan hasil masing-masing 43%, 9% dan 8 % dari perlakuan petani (Apriyana et al., 2026) Hasil demplot riset menunjukkan bahwa sistem irigasi modern memberikan efisiensi penggunaan air dan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan praktik petani. Temuan ini menegaskan bahwa inovasi teknologi yang dirancang berbasis sains dan konteks lokal memiliki peluang besar untuk diadopsi secara luas.

Integrasi dari seluruh tahapan ini mengarah pada optimalisasi pemanfaatan informasi iklim, teknologi panen air, serta sistem efisiensi irigasi. Penerapan teknologi tersebut terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya air sekaligus memperkuat ketahanan pangan melalui peningkatan produktivitas

tanaman yang berkelanjutan (Apriyana et al., 2021b). Dengan demikian, pendekatan ini memberikan kontribusi signifikan dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan memastikan keberlanjutan sistem pertanian di masa depan.

Selain itu hasil penelitian fokus pada potensi yang signifikan dari sistem pengelolaan air terpadu dalam mengoptimalkan hasil panen dan menghemat air pada sistem pertanian di daerah kering. Dengan demikian, percepatan adopsi teknologi panen air dan efisiensi irigasi di lahan kering bukan hanya menjadi solusi teknis untuk meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga merupakan strategi adaptasi-mitigasi perubahan iklim yang selaras dengan agenda pembangunan berkelanjutan. Untuk memastikan keberlanjutan, perlu adanya kebijakan insentif, model pembiayaan inklusif, serta pendekatan partisipatif yang menempatkan petani sebagai aktor utama dalam transformasi teknologi air di lahan kering.

V. OPTIMALISASI SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN SERTA STRATEGI PENGEMBANGAN INOVASI TEKNOLOGI PANEN AIR DAN EFISIENSI IRIGASI DI LAHAN KERING

Bab ini menjelaskan penerapan teknologi untuk memastikan pemanfaatan air yang efektif dalam mendukung peningkatan produktivitas dan ketahanan pangan pada lahan kering.

Untuk mewujudkan pertanian lahan kering yang tangguh, produktif, dan berkelanjutan, diperlukan pendekatan terpadu melalui: a) Optimalisasi Sumberdaya Lahan Pertanian dan b) Pengembangan Inovasi Teknologi Panen Air Serta Efisiensi Irigasi di Lahan Kering.

A. Optimalisasi Sumberdaya Lahan Pertanian

Optimalisasi lahan pertanian secara berkelanjutan di lahan kering melalui teknologi panen air dan efisiensi irigasi menjadi strategi utama adaptasi perubahan iklim, sekaligus menjaga fungsi ekologi tanah, ketersediaan air, dan kesejahteraan petani dengan menyeimbangkan kelestarian ekologi, produktivitas ekonomi, dan keadilan sosial (Pretty et al., 2018).

Teknologi panen air seperti embung, dam parit, dan sumur resapan meningkatkan ketersediaan air pada musim kemarau, sedangkan irigasi tetes, sprinkler, dan mulsa menekan kehilangan air akibat evaporasi (Widiarta et al., 2020); integrasi teknologi tersebut dengan konservasi tanah dapat meningkatkan produktivitas tanpa mengabaikan keberlanjutan ekologi serta

tetap menjaga fungsi tanah, ketersediaan air, dan kesejahteraan petani dalam sistem pertanian adaptif terhadap perubahan iklim.

Strategi Optimalisasi Lahan Pertanian dapat dilakukan melalui: (1) Pengelolaan tanah dan air, (2) Pemanfaatan Teknologi Modern, (3) Produksi Ramah Lingkungan, (4) Model Integrated Farming dan (5) Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim.

1. Pengelolaan Tanah dan Air

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2014, Konservasi Tanah dan Air (KTA) merupakan upaya perlindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan fungsi tanah sesuai dengan kemampuan serta peruntukan lahannya untuk mendukung pembangunan dan penghidupan yang berkelanjutan.

Konservasi tanah dan air memiliki keterkaitan erat karena pengelolaan lahan akan memengaruhi kondisi tanah dan tata air baik di wilayah tersebut maupun di sekitarnya (Chaves et al. 2025; Dharmawan et al., 2023). Pengelolaan ini bertujuan menjaga kesuburan, produktivitas, dan keberlanjutan fungsi lahan pertanian melalui penerapan berbagai teknik konservasi seperti terasering, pembuatan guludan, penggunaan mulsa organik, pembangunan embung, dan sumur resapan (Patil et al., 2023; Manikandan et al., 2025; Subagyo & Pawitan, 2008).

2. Pemanfaatan Teknologi Modern

Teknologi modern yang dikembangkan telah diterapkan pada lahan kering di DI Yogyakarta untuk komoditas bawang merah, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil analisis pengaruh perlakuan teknik irigasi dan jarak tanam terhadap produksi bawang merah di Nawungan, Kecamatan Imogi, Kabupaten Bantul, DI. Yogyakarta

Perlakuan	Berat Brangkasan Kering (gr)	Jumlah Umbi (buah)	Produktivitas (t/ha)
Irigasi manual jarak tanam 20 x 20 cm	56,7 abc	12,2 abc	9,3 a
Irigasi manual jarak tanam 10 x 20 cm	76,6 abcd	11,5 a	9,5 ab
Irigasi kabut jarak tanam 20 x 20 cm	95,8 abcd	15,6 abcd	10,0 abcd
Irigasi kabut jarak tanam 10 x 20 cm	63,7 abc	14,2 abcd	13,3 abcd
Irigasi tirtahorti jarak tanam 20 x 20 cm	94,9 abcd	17,3 abcd	10,3 abcd
Irigasi tirtahorti jarak tanam 10 x 20 cm	54,2 ab	12,8 abc	10,6 abcd
Irigasi sprinkler jarak tanam 20 x 20 cm	45,1 a	12,5 abc	12,5 abcd
Irigasi sprinkler jarak tanam 10 x 20 cm	52,8 ab	12,2 abc	14,5 abcd

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT (Duncan Multiple Range Test)

Pada Tabel 5.1 terlihat bahwa peningkatan hasil pada perlakuan rekomendasi irigasi (kabut, tirta horti, sprinkler) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan petani, hasil petani hanya mencapai 9,3–9,5 t/ha sedangkan penggunaan irigasi baik kabut, dan tirta horti dan sprinkler mampu menghasilkan bawang merah masing-masing antara 10,0–14,5 t/ha. Hasil

tertinggi pada perlakuan irigasi sprinkler pada jarak tanam 10 cm x 20 cm sebesar 14,5 t/ha.

Teknologi digital berbasis drone dengan kamera multispektral, sensor tanah, dan citra satelit dapat dimanfaatkan untuk memantau kelembaban dan kesuburan tanah, serta mendeteksi hama dan penyakit secara cepat dan akurat (Guebsi et al., 2024). Pemanfaatan teknologi modern meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Sprinkler presisi berbasis sensor IoT dapat menghemat air 20–30% dan menaikkan hasil panen 20–27%, sementara pemanfaatan Decision Support System (DSS) untuk penjadwalan irigasi adaptif berbasis kelembaban tanah real-time dapat menghemat air 30–50% dan meningkatkan hasil hingga $\pm 20\%$ (Chaudrary et al., 2024). Disamping itu sistem efisiensi irigasi seperti drip irrigation dan sprinkler otomatis berbasis teknologi pintar mampu mengurangi pemborosan air hingga 50% dan meningkatkan hasil panen hortikultura sebesar 20–30% (Askaraliev et al., 2024). Lebih lanjut, platform digital farming termasuk aplikasi seluler memberikan kemudahan bagi petani dalam mengakses informasi cuaca, harga pasar, serta panduan teknis budi daya berbasis data, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan efisien (Khan et al., 2025).

Dengan demikian, integrasi teknologi irigasi pintar, drone, sensor digital, dan ekosistem digital farming tidak hanya mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi pengelolaan sumber daya lahan pertanian, tetapi juga memperkuat daya saing petani dalam menghadapi tantangan pertanian modern yang berkelanjutan.

3. Produksi Ramah Lingkungan

Produksi pertanian yang ramah lingkungan bertujuan menjaga keseimbangan ekosistem dan memastikan keberlanjutan usaha tani. Salah satu pendekatan yang efektif adalah agroforestri yang merupakan suatu sistem pertanian agroekologi yang mengintegrasikan tanaman pangan dengan pohon, sehingga dapat meningkatkan keanekaragaman hayati, memperbaiki kestabilan tanah, menjaga ketersediaan air, serta meningkatkan penyerapan karbon dan ketahanan terhadap degradasi lahan (Budiasuti et al., 2022). Selain itu, penerapan pertanian organik atau semi-organik menjadi alternatif penting untuk menekan penggunaan input kimia sintesis. Teknik ini melibatkan pemanfaatan kompos, pupuk hijau, dan pestisida nabati yang lebih aman untuk lingkungan (Arifin. 2012).

4. Model Integrated Farming

Model integrated farming berperan penting dalam mengoptimalkan produksi dan efisiensi sumber daya melalui integrasi tanaman, peternakan, dan perikanan dalam satu sistem terpadu (Wiratno et al., 2025). Pendekatan ini memanfaatkan limbah dari satu komoditas sebagai input bagi komoditas lain (Pretty et al., 2018), sehingga meningkatkan produktivitas, menekan biaya produksi, dan mengurangi ketergantungan pada input eksternal untuk mendorong kemandirian petani. Selain itu, sistem ini menekan pencemaran, meningkatkan kualitas lingkungan, serta menjaga keberlanjutan agroekosistem jangka panjang (Lal, 2016; Dharmawan et al., 2023). Dengan demikian, orientasi pertanian tidak hanya berfokus pada hasil panen, tetapi juga pada keseimbangan ekologis dan ketahanan sistem pertanian (Savelli et al., 2021; Apriyana et al., 2021b).

Petani didorong melakukan diversifikasi usaha, seperti menggabungkan padi dengan hortikultura atau ternak kecil,

untuk meminimalkan risiko akibat gagal panen atau fluktuasi harga (Mihrete & Mihretu, 2025). Partisipasi dalam aksi kolektif juga mempercepat adopsi teknologi konservasi air, termasuk irigasi hemat dan terasering. Hasil penelitian Zhu & Wang (2024) menunjukkan bahwa keanggotaan koperasi meningkatkan adopsi teknologi efisiensi irigasi hingga 5,6% serta memperkuat kekompakan kolektif dalam pengelolaan sumber daya air. Dengan demikian, pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan secara simultan mendukung produktivitas air, ketahanan hidrologis, dan kesejahteraan masyarakat tani jangka panjang.

5. Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim

Optimalisasi sumber daya lahan pertanian berkelanjutan memerlukan pendekatan adaptasi dan mitigasi terpadu, seperti pemanenan air hujan, pembangunan embung sebagai infrastruktur penyimpanan air untuk meningkatkan ketersediaan irigasi saat musim kering (*scaling-up* embung tadah hujan), serta penerapan efisiensi irigasi guna menjaga pasokan air sepanjang musim. Penerapan metode *alternate wetting and drying* (AWD) pada lahan sawah terbukti efektif menghemat penggunaan air.

Kombinasi teknik AWD dengan peningkatan bahan organik juga terbukti memperbaiki kualitas tanah, menurunkan potensi pemanasan global tanpa mengurangi hasil panen, bahkan cenderung meningkatkan produktivitas padi (Widiarta & Nurida, 2020; Apriyana et al., 2023).

B. Strategi Pengembangan Inovasi Teknologi Panen Air Serta Efisiensi Irigasi di Lahan Kering

Integrasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi memiliki potensi besar dalam meningkatkan produksi tanaman pangan pada lahan

kering di Indonesia. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kedua teknologi ini efektif mengatasi kekeringan dan menjaga ketersediaan air bagi tanaman. Teknologi tersebut berpotensi menjadi solusi tepat guna dan berkelanjutan bagi pengelolaan lahan kering.

Pengembangan integrasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi diarahkan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman guna mendukung ketahanan pangan nasional, dengan mempertimbangkan potensi, tantangan, serta peluang pengembangannya melalui penetapan arah, sasaran, dan strategi yang terukur sebagai berikut:

1. Prospek Pengembangan Teknologi

Prospek pengembangan integrasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi di lahan kering tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga berdampak positif secara ekonomi. Inovasi sprinkler irrigation terbukti mampu meningkatkan hasil bawang merah hingga 45% dan menghemat air irigasi sebesar 62,1% dibandingkan praktik konvensional petani (Suriadi et al., 2020).

Penerapan efisiensi irigasi pada lahan kering beriklim kering di Kabupaten Sumba juga meningkatkan produktivitas tanaman. Irigasi dengan dosis 80% dari kebutuhan air tanaman jagung menghasilkan produktivitas sebanding dengan irigasi penuh (100%), sekaligus mengurangi penggunaan air sebesar 17,8% atau sekitar 7.750 m³ per unit area. Dengan potensi lahan kering mencapai 677.136 hektar (96,73% dari total lahan) di Kabupaten Sumba, penerapan teknologi ini berpotensi signifikan dalam meningkatkan produksi pertanian wilayah tersebut (Kartiwa et al., 2007).

Selain itu, studi Apriyana et al. (2021a) menunjukkan bahwa panen air dan pengaturan jadwal tanam berbasis prediksi curah

hujan dapat menurunkan risiko gagal panen serta meningkatkan hasil padi hingga 15–20% di daerah rawan kekeringan.

1.1. 2. Arah dan Sasaran Pengembangan Teknologi
Dalam rangka pengembangan teknologi integrasi panen air dan efisiensi irigasi, agar diarahkan dengan berbagai kegiatan penelitian adaptif. Kegiatan penelitian tersebut dilakukan untuk mendapatkan informasi paket teknologi rekomendasi untuk tanaman pangan di lahan kering yang spesifik lokasi. Penelitian adaptif juga diarahkan pada kawasan *food-estate* di lahan kering yang dikelola oleh korporasi.

Adapun sasaran utama pengembangan teknologi inovatif integrasi panen air dan efisiensi irigasi adalah: (i) Area-area pertanian pangan pada lahan kering, termasuk kawasan *food-estate* di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua, yang ke depan juga akan dijadikan bagian lumbung pangan nasional, sesuai program Asta Cita pemerintah, dan (ii) Area pertanian pangan di lahan kering yang kelompok taninya mendapat bantuan Sarana Produksi Pertanian. Pada kawasan-kawasan tersebut diharapkan akan terjadi peningkatan produktivitas lahan dan tanaman melalui pengembangan teknologi ini, yang pada gilirannya akan mendukung dan meningkatkan ketahanan pangan skala regional dan nasional.

3. Tantangan dan Peluang Pengembangan Teknologi

Pengembangan teknologi integrasi panen air dan efisiensi irigasi perlu diarahkan melalui berbagai penelitian adaptif guna menghasilkan paket teknologi rekomendasi tanaman pangan di lahan kering yang spesifik lokasi. Penelitian ini juga difokuskan pada kawasan *food estate* di lahan kering yang dikelola oleh korporasi.

Keterlibatan petani milenial menjadi penting dalam peningkatan produksi tanaman di lahan kering masam melalui pengembangan teknologi inovatif yang sesuai kondisi setempat. Hal ini sejalan dengan temuan Apriyana & Syahbuddin (2018) bahwa strategi adaptasi pertanian tidak hanya menekankan penerapan teknologi, tetapi juga mengintegrasikan pendekatan berbasis informasi iklim. Lebih lanjut, Apriyana et al. (2019) menegaskan bahwa perbaikan jaringan irigasi dan pengembangan peta prediksi tanam dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan air sekaligus produktivitas tanaman. Integrasi panen air dengan efisiensi irigasi yang dikembangkan Apriyana & Rejekiingrum (2016) melalui analisis neraca air tanah juga terbukti menjadi dasar penentuan waktu tanam yang lebih akurat pada lahan kering terdampak variabilitas iklim.

4. Strategi Pengembangan Teknologi

Untuk mencapai sasaran pengembangan teknologi integrasi panen air dan efisiensi irigasi, diperlukan beberapa strategi utama sebagai berikut:

- i) Melaksanakan kegiatan litkajibangrap (penelitian, pengkajian, pengembangan, dan penerapan) bersama penyuluh Kementan dan petani yang dilibatkan secara aktif sejak tahap persiapan sarana-prasarana irigasi hingga penerapan di lapangan. Kegiatan ini berfungsi sebagai laboratorium lapang dan show window bagi petani sasaran maupun petani di wilayah sekitar, guna mempercepat diseminasi dan adopsi teknologi hasil penelitian adaptif.
- ii) Menyelenggarakan sosialisasi teknologi integrasi panen air dan efisiensi irigasi kepada pengambil kebijakan, untuk menunjukkan potensi dan peluang pengembangannya agar dapat diterapkan di berbagai daerah. Sosialisasi di

tingkat kecamatan juga perlu dilakukan bersama penyuluh Kementan melalui bimbingan teknis bagi petugas lapang dan anggota Poktan/Gapoktan guna meningkatkan minat dan kemampuan adopsi teknologi.

- iii) Mendorong kemitraan BUMN/BUMD maupun swasta dalam penyediaan sarana dan prasarana integrasi panen air dan efisiensi irigasi dalam mendukung industri pertanian. Hal tersebut dilakukan guna menjamin keberlanjutan penerapan teknologi di lapangan, sehingga pasokan bahan baku bagi industri pertanian seperti industri penggilingan padi, industri gula tebu, serta industri pengolahan jagung dan hortikultura dapat terjaga secara kontinu. Stabilitas produksi tersebut berkontribusi langsung terhadap ketahanan pangan nasional.
- iv) Mendorong lembaga atau institusi berkompeten untuk mengembangkan perangkat lunak (aplikasi komputer) berisi rekomendasi irigasi lahan kering yang spesifik lokasi dan ramah pengguna, berbasis Android serta dilengkapi sensor detektor untuk mendukung penerapan irigasi cerdas dan efisien.

VI. KESIMPULAN

Perubahan iklim global dan variabilitasnya menjadi tantangan besar bagi sektor pertanian dan ketahanan pangan terutama karena meningkatnya frekuensi dan intensitas kekeringan. Di Indonesia, gangguan curah hujan, kenaikan suhu, serta kejadian ekstrem seperti kekeringan dan banjir menurunkan produktivitas pertanian, terutama di lahan kering yang sangat bergantung pada ketersediaan air.

Lahan kering sebenarnya memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan nasional, namun keterbatasan pengelolaan sumber daya air menjadikannya rentan terhadap perubahan iklim. Kondisi ini menegaskan bahwa ketahanan pangan tidak dapat lagi dicapai melalui pendekatan konvensional, melainkan memerlukan strategi adaptasi yang terencana, berbasis sains, dan terintegrasi dengan fokus utama pada mitigasi risiko kekeringan

Penerapan teknologi adaptif melalui pengelolaan air merupakan kunci utama adaptasi perubahan iklim yang sangat penting untuk efisiensi penggunaan air dan pengelolaan lahan ramah lingkungan. Teknologi panen air melalui embung yang dikombinasikan dengan sistem efisiensi irigasi seperti *Laser Spray*, *Butterfly Sprinkler*, dan *Tirta Horti* terbukti efektif menjaga ketersediaan air sepanjang musim, meningkatkan produktivitas lahan, serta mengurangi risiko gagal panen. Inovasi teknologi pengelolaan air menjadi kunci strategis dalam menjawab tantangan kekeringan dan ketidakpastian iklim yang semakin meningkat, sekaligus membuka peluang optimalisasi

potensi lahan kering sebagai penopang ketahanan pangan berkelanjutan.

Optimalisasi lahan pertanian berkelanjutan tidak cukup mengandalkan teknologi, tetapi memerlukan peran aktif petani, dukungan lembaga pertanian, dan kebijakan pemerintah. Pendekatan *Climate Smart Agriculture* (CSA) serta diversifikasi pola tanam menjadi solusi jangka panjang untuk meningkatkan ketahanan pangan, mengurangi ketergantungan pada satu komoditas, dan menekan risiko akibat cuaca ekstrem. Selain itu, pendekatan ini memperkuat ketahanan sosial-ekonomi petani melalui kemudahan akses terhadap teknologi, pasar, dan pembiayaan yang berkelanjutan.

Kebaruan ilmiah dari orasi ini terletak pada fokus inovasi dan teknologi integrasi neraca air tanah, iklim dan tanaman sebagai dasar operasional penentuan waktu tanam di lahan kering yang dipadukan dengan model integratif panen hujan, air tanah dan efisiensi irigasi berbasis toposekuens dan elevasi mikro. Pendekatan ini merupakan kebaruan ilmiah yang memperkuat pengambilan keputusan budi daya secara presisi, adaptif, dan spesifik lokasi.

Dengan demikian, inovasi teknologi pengelolaan air berbasis riset menjadi jawaban strategis adaptasi perubahan iklim yang relevan dengan kompetensi keilmuan di bidang agroklimat dan hidrologi, sekaligus fondasi penguatan sistem *Climate Smart Agriculture* (CSA) di lahan kering. Integrasi inovasi teknologi, dukungan kebijakan, dan penguatan kapasitas petani akan mempercepat terwujudnya sistem pertanian yang tangguh, produktif, dan berkelanjutan, sehingga ketahanan pangan nasional dapat terjaga di tengah dinamika perubahan iklim.

Secara keseluruhan, hanya melalui kolaborasi teknologi, kebijakan, dan partisipasi semua pihak, Indonesia dapat memastikan pertanian yang produktif dan berkelanjutan

di tengah perubahan iklim. Implementasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi di lahan kering merupakan langkah strategis untuk mendukung ketahanan pangan, meningkatkan kesejahteraan petani, serta menjaga kelestarian ekosistem bagi generasi mendatang.

VII. PENUTUP

Perubahan iklim telah dan akan terus mempengaruhi sektor pertanian, terutama di negara tropis, seperti Indonesia. Keberhasilan inovasi untuk mengatasinya bergantung pada kemampuan beradaptasi terhadap teknologi serta keterlibatan masyarakat, pemerintah, dan lembaga terkait dalam menciptakan solusi berkelanjutan. Adaptasi memerlukan dukungan kebijakan, insentif, serta integrasi dalam tata ruang dan pembangunan daerah.

Dalam jangka panjang, teknologi ini menghadapi tantangan, seperti (1) Pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan agar tidak merusak lingkungan, (2) Keterbatasan akses dan infrastruktur di daerah terpencil, (3) Efektivitas teknologi panen dan efisiensi irigasi terhadap perubahan karakteristik tanah akibat perubahan iklim, dan (4) Ketergantungan pada inovasi berkelanjutan untuk menyesuaikan kebutuhan petani dan kondisi lingkungan.

Tantangan akibat perubahan iklim tidak bisa diselesaikan dengan cara konvensional. Inovasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi menjadi langkah konkret menjaga keberlanjutan produksi pertanian di tengah ketidakpastian iklim. Percepatan penerapan teknologi ini adalah keharusan untuk mengoptimalkan sumber daya air di lahan kering yang rawan kekeringan. Namun, keberhasilannya memerlukan kebijakan tepat, pengelolaan sumber daya alam yang bijaksana, dan partisipasi aktif petani. Teknologi panen air dan efisiensi irigasi bukan hanya solusi teknis, tetapi juga upaya memperkuat ketahanan pangan,

kesejahteraan petani, dan kelestarian ekosistem pertanian berkelanjutan.

Ketahanan pangan bergantung pada peran semua pemangku kepentingan, antara lain: (1) Pemerintah menetapkan kebijakan dan insentif bagi petani lahan kering, (2) Memberikan dukungan finansial seperti subsidi atau kredit murah, (3) Mendanai riset kolaboratif antara lembaga penelitian, universitas, dan swasta, serta (4) Pihak swasta mengembangkan teknologi hemat air yang sesuai kebutuhan petani. Kolaborasi pemerintah dan swasta akan membantu meningkatkan produktivitas lahan kering sekaligus memperkuat ketahanan pangan nasional.

Orasi ini menegaskan bahwa persoalan krusial pertanian lahan kering tidak hanya pada keterbatasan air, melainkan masih lemahnya integrasi pengelolaan air, informasi iklim, dan praktik budi daya. Pendekatan integratif menunjukkan bahwa lahan kering berpotensi besar mendukung ketahanan pangan nasional jika dikelola secara tepat. Keberhasilan inovasi dan penerapan teknologi tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga pada peningkatan kapasitas petani serta kolaborasi antara pemerintah, swasta, lembaga riset, sehingga percepatan integrasi teknologi panen air dan efisiensi irigasi menjadi kunci untuk mewujudkan pertanian cerdas iklim yang memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi sebagai instrumen transformasi menuju pertanian Indonesia dapat menjadi lebih tangguh, produktif, dan berkelanjutan bagi generasi mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Perkenankan saya mengucapkan syukur kepada ALLAH SWT, atas karunia dan rahmatNya sehingga orasi ini dapat disampaikan dengan lancar dan penuh hikmat.

Pada kesempatan ini, saya menyampaikan terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia, Jenderal TNI Prabowo Subianto atas amanat dan penugasan saya sebagai peneliti ahli utama di BRIN; Presiden ke 7 Republik Indonesia, Ir. H. Joko Widodo atas pengangkatan dalam jabatan fungsional Peneliti Ahli Utama, Kepala BRIN, Prof. Dr. Arif Satria, S.P., M.Si; Wakil Kepala BRIN, Prof. Ir. Amarulla Octavian, S.T., M.Sc., DESD., IPU., ASEAN.Eng., atas kesempatan dan dukungan pada penyelesaian naskah Orasi Ilmiah; Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc. Kepala BRIN periode 2021–2025, atas dedikasi dalam konsolidasi dan penguatan riset nasional. Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset BRIN, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D.; dan Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset BRIN, Prof. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc, yang memberikan masukan dan arahan dalam berbagai kesempatan.

Saya berterima kasih kepada Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah, Prof. Dr. Ir. A. Arivin Rivaie, M.Sc, Prof. Dr. Ir. Sukarman, M.S dan Prof. Dr. Muh. Taufik, S.Si., M.Si. serta Prof. Dr. Edvin Aldrian, B.Eng, M.Sc, atas telaah dan sarannya dalam penyelesaian naskah orasi. Terima kasih kepada Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A.; Kepala BOSDM BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si.; Kepala Organisasi Riset Kebumian dan Maritim, Dr. Luki Subehi; Kepala

Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Dr. Albertus Sulaeman; Kelris Perubahan Iklim, Iklim Urban dan Pembangunan Berkelanjutan, Dr. Heru Santoso, M.App.Sc; atas dukungannya.

Saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Tim Sekretariat Majelis Profesor Riset BRIN, ibu Suci Arti Laraswati, S.IP., ibu Sabrina Mumpuni, S.E. dan ibu Yani Kusliani, S.AP., M.M., beserta ibu Sarma Uli Bakara, S.I.Kom. Pengelola Kesekretariatan ORKM atas kerjasamanya dalam menyelesaikan pelaksanaan Orasi Pengukuhan Profesor Riset.

Selanjutnya saya mengucapkan terima kasih kepada guru-guru SD, SMP, dan SMA yang telah memberikan pendidikan moral dan etika dan ilmu pengetahuan yang menjadi dasar pengembangan kompetensi kandidat serta teman-teman SD, SMP, dan SMA atas kekompakan dan kebersamaannya dalam menempuh pendidikan. Ucapan terima kasih yang besar kepada Ir. Darjono Watiman, Ir. Begananda, Triana Ariati SU sebagai pembimbing kandidat pada jenjang S1 di Fakultas Pertanian UNSOED; Dr. Philippe Jouve pembimbing S2 kandidat di CNEARC; dan Prof. Dr. Yonny Koesmaryono, MS, Prof. Dr. Irsal Las, MS, Dr. Edvin Aldrian, B. Eng., MSc, pembimbing S3 di IPB serta Dr. Anthony M. Whitbread sebagai pembimbing Post Doctoral Di Georg-August- Universität Göttingen, Jerman.

Prof. Dr. Ir. Fadjry Djufry, M.Si. GRCE., Dr. Ir. Haris Syahbuddin, DEA; Prof. Dr. Ir. Irsal Las, MS., Prof. Dr. Dedi Nursyamsi, M.Agr.; Dr. Ir. Harmanto, M.Eng.; Prof. Dr. Ir. Haryono, M.Sc., Dr. Ir. Muhrizal Sarwani dan Husnain, M.P., M.Sc., Ph.D. atas dukungan beliau semua terhadap pengembangan karir saya sebagai peneliti.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan di Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Kelris Perubahan Iklim, Iklim Urban dan Pembangunan Berkelanjutan, BRMP Agroklimat

dan Hidrologi Pertanian, Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI), dan sahabat-sahabat lainnya atas do'a, dorongan dan semangat yang diberikan hingga saya menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini.

Teristimewa, hormat dan terima kasih sebesar-besarnya saya ucapkan kepada Ibunda tercinta, Hj Titin Resmiati (Almh) dan Ayahanda, Thomas Effendi (Alm), yang mengasuh, mendidik dengan penuh kasih sayang, perhatian, keikhlasan, kesabaran dan do'a-do'a tulus dipanjatkan yang melapangkan bagi saya dalam meniti karir dan senantiasa menggapai Ridho Illahi. Walaupun saat ini, Bapa dan ibunda tidak sempat menyaksikan Orasi Pengukuhan Profesor ini, namun saya yakin In Syaa Allah mereka turut berbahagia. Semoga Allah Azza wa Jalla memberikan tempat yang mulia kepada kedua orang tua saya di sisi Nya. Aamiin yaa Robb. Terima kasih saya haturkan pula kepada Ibu mertua, Hj. Siti Nafisah (Almh) dan Ayah mertua, Drs. H. Maman Achdiat (Alm), kakak dan adik atas do'a dan dorongan morilnya untuk mendo'akan dan memotivasi saya dalam meniti karir di lingkungan pekerjaan.

Kepada Isteri tercinta Hj. Ai Salamah, S.H., ananda tersayang Fathul Alim Al Faruqi S.Si, Fachry Syifaurrehman S.E, Fikri Dhiyaul Ilmi S.I.A. dan Faiz Watsiqul Umam S. Tr. Kom, atas dukungan do'a dalam keadaan senang maupun susah. dan juga menantu Dwi Tirta Aisyah SH dan Irita Ekayanti, SE, kepada cucunda Fazel Zafran Alim, Adinda Hj. Yani Fahliani Amd. Pt, dan adik ipar H. Jamalludin Amd.Pt, Keponakan Aghnita Pinandiya Mujadifah S.M dan Nu'man Ahlur Ra'yi Qaiz S.Tr.T, saya ucapkan terima kasih atas dukungan dan doanya yang tiada henti.

Kepada Kakak Ipar Prof. Drs. H. Herli Salim, M.Ed. Ph.D, Dra.Hj.Ita Suhuda Ekayati, M.Pd, Drs. H. Adang Taufik Salim,

ST, MM., Hj. Sri Mulyani, Adik ipar Ir. H. Zulkarnain, MSi, Prof. Dr. Ir. Hj. Yaya Hasanah, MSi., Hasan Salim ST, Leny Lismawati, S.Ak., Masaruddin Saga, A.Md, Eli Aisah Sugiarti, S.Pd, M.Si. Cecep Hermawan, A.M dan Ani Hamidah Nurhayati S.Si, MAB. Saya ucapkan terima kasih atas dukungan dan doanya yang tiada henti.

Kepada para undangan, hadirin, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada saya, diucapkan banyak terima kasih. Semoga orasi ilmiah ini bermanfaat bagi pengembangan iptek di bidang pertanian di Indonesia. Dengan mengucapkan Alhamdulillah Rabbil ‘Aalamiin, saya akhiri orasi ini dan mohon maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan dalam menyampaikannya.

Wabillaahitaufiq Walhidayah. Wassalaamualaikum warahmatullaahi wa barakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abera, M., Dessie, M., Addis, H. K., & Asmamaw, D. K. (2025). Modeling Maize Production and Water Productivity Under Deficit Irrigation and Mulching as Sustainable Agricultural Water Management Strategies in Semiarid Areas. *Sustainability*, 17(4), 1347. <https://doi.org/10.3390/su17041347>
- Aldrian, E. (2023). Pergeseran musim akibat pemanasan global. *Republika*. <https://www.republika.id/posts/40789/pergeseran-musim-akibat-pemanasan-global>
- Aldrian, E., Surmaini, E., Marwanto, S., **Apriyana, Y.**, Maftu'ah, E., Pramudia, A., Fanggida, Y. R., Supari, Syafrianno, A. A., Khoir, A.N., Chandrasa, G.T., Muharsyah, R., Suradi, Perdinan, Anggraeni, L., Adi, R. F., Tjahjono, R. E. P., Infrawan, D. Y. D., & Sulistyowati, D. (2022). Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian: Fokus komoditas padi dan kopi (arabika dan robusta) [Laporan Akhir]. PI-AREA.
- Apriyana, Y.** & Sugianto, Y. (1998). Lahan Gambut dan keberlanjutan lahan swasembada pangan. Prossiding seminar nasional dan pertemuan tahunan. Asosiasi ilmu tanah. Malang.
- Apriyana, Y.**, Kharmilasari, & Lopez, J. M. (2004). Optimalisasi Irigasi untuk Meminimalkan Kehilangan Hasil Tebu. *Buletin Penelitian Agroklimat dan Hidrologi*. Vol 1. 2004. ISSN 0216-3934.
- Apriyana, Y.**, & Haryono. (2006). Karakterisasi dan analisis variabel iklim dan faktor biofisik yang dominan untuk mengetahui kualitas beras Rojolele. *Prosiding. Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Buku II. 14-15 September 2006. Publisher: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian,

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor, 2006.

- Apriyana, Y., & Surmaini, E.** (2007). Model Simulasi Iklim- Tanaman untuk Menganalisis Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Tipe Dataran Tinggi dan Rendah. Kasus di Losarang. Indramayu. Jurnal Agromet Indonesia. Vol. XXII. No. 1 Juli 2007. ISSN: 0126 – 3833.
- Apriyana, Y., Purwandhini, E., Koesmaryono, Y., & Las, I.** (2010). The Impact of Climate Variability on Dynamics of an Early Planting Season in the Two Main Rice Producers of West Java. Indonesian Soil and Climate Journal. No 31. July 2010.
- Apriyana, Y.** (2015). Daya Dukung Sumberdaya Air dan Adaptasi Waktu Tanam terhadap Anomali Iklim di Wilayah Sentra Produksi Padi. Hal 18-32. Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Vol. 12. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi.
- Apriyana, Y.** (2015). Strategi Adaptasi Kalender Tanam terhadap Variabilitas Iklim pada Sentra Produksi Padi di Wilayah Monsunal dan Equatorial. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia Volume 1, Nomor 7.
- Apriyana, Y., & Guswara, A.** (2015). Variabilitas Iklim dan Dampaknya Terhadap Dinamika Kalender Tanam di Sentra Produksi Padi. Prosiding Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BBPadi). <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/19756>.
- Apriyana, Y., & Lindawati.** (2015). Aplikasi Model Prediksi Curah Hujan pada Dua Sentra Produksi Padi di Jawa Barat. Jurnal Informatika Pertanian, Vol. 24 No.2. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstream/e6ee480a-2d2a-4c2d-85f9-f507b142a7b6/content>.
- Apriyana, Y., & Kailaku, T.E.** (2015). Variabilitas iklim dan dinamika waktu tanam padi di wilayah pola hujan monsun dan equatorial. PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON Volume 1, Nomor 2, April 2015 Halaman: 366-372.

- Apriyana, Y & Rejekiningrum, P.** (2016). Analisis Neraca Air Tanah untuk Penetapan Waktu Tanam Padi di Wilayah Terkena Dampak Variabilitas Iklim. Prosiding. Kongres XI dan Seminar Nasional Himpunan Ilmu Tanah Indonesia.
- Apriyana, Y., Pramudia, A., & Dewi, E.R.** (2016a). Dinamika dan Sensitivitas Kalender Tanam pada Lahan Sawah, Tadah Hujan dan Lahan Kering. Prosiding Temu Lapang dan Ekspose Teknologi Pengelolaan Iklim Ekstrim dan Air.
- Apriyana, Y., Susanti E., Suciantini, Ramadhani, F., & Surmaini, E.** (2016b). Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Tanaman Pangan pada lahan Kering dan Rancang Bangun Sistem Informasinya. *Jurnal Informatika Pertanian*. Vol. 25. No. 1. 2016.
- Apriyana, Y., Kartiwa, B., & Suwitra, I.K.** (2017). Penelitian Neraca Air Tanaman untuk Pengembangan Sistem Irigasi Tanaman Kakao dalam Mengantisipasi dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. ISBN 978- 602-459-050-5. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/a0f635ba-29c2-4282-9ff5-83024d84d035/content>
- Apriyana, Y., Sarvina, Y., Dewi, E.R., & Pramudia, A.** (2017). Farmer Adaptation Strategy in Paddy Field Affected by Climate Variability in Monsoon Regions. *Asian Journal of Agriculture* Volume 1, Number 1. <https://smujo.id/aja/article/view/1782>.
- Apriyana, Y.** (2018). Variabilitas Iklim dan Dinamika Waktu Tanam Padi. *Handbook Iklim Pertanian Indonesia*. Edisi 1: 2018. IAARD Press. 445 hal. ISBN: 978-602-344-254-6.551.58:63(594).
- Apriyana Y., & Syahbuddin, H.** (2018). Teknologi Inovasi Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu sebagai Upaya Adaptasi Perubahan Iklim. *Handbook Iklim Pertanian Indonesia*. Edisi 1: 2018. IAARD Press, 2018. 445 hal. ISBN: 978-602-344-254-6.551.58:63(594).

- Apriyana Y., & Pramudia, A.** (2018). Penggunaan Sistem Modeling Dampak Perubahan Iklim terhadap Pertanian untuk Proyeksi Produktivitas Tanaman Pangan. Handbook Iklim Pertanian Indonesia. Edisi 1: 2018. IAARD Press, 2018. 445 hal. ISBN: 978-602-344-254-6.551.58:63(594).
- Apriyana, Y., Redjekiningrum, R., & Kartiwa, B.** (2018). Buku Menata Jaringan Irigasi Mempercepat Swasembada Pangan. IAARD Press, 2018. 136 hlm. ISBN: 978-602-344-220-01.
- Apriyana, Y. & Kartiwa, B.** (2019). Analisis Sumberdaya Air untuk Irigasi Lahan Sawah dalam Meningkatkan Akurasi Kalender Tanam di Daerah Irigasi Way Rarem, Lampung dan Colo, Jawa Tengah. 2019. Jurnal Sumber Daya Air Vol. 15 No 1. <https://jurnalsda.pusair-pu.go.id/index.php/JSDA/article/view/404>.
- Apriyana, Y., Surmaini, E., Pramudia, A., & Haris Syahbuddin, H.** (2019a). Buku Peta Prediksi Tanam dan Kebutuhan Air Komoditas Strategis Perkebunan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementerian Pertanian.
- Apriyana, Y., E. Aldrian E., & Y. Koesmaryono, Y.** (2019b). The Dynamics of Rice Cropping Calendar and Its Relation with the ENSO (El Niño-Southern Oscillation) and IOD (Indian Ocean Dipole) in Monsoon and Equatorial Regions of Indonesia. LoCARNet: The 7th Annual Meeting - Challenges for Asia to Meet 1.5°C Target. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 363 (2019) 012013 doi:10.1088/1755-1315/363/1/012013 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 363 (2019) 012013 doi:10.1088/1755-1315/363/1/012013.
- Apriyana, Y., Rakhmidewi, E., Fichtler, E. & Whitbread, A.** (2020). The Response of Soybean (*Glycine Max (L.) Meer.*) Varieties From The Tropical Region to Five Watering Regimes Under a Controlled. ICFST. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/484/1/012047>.

- Apriyana, Y.,** Pramudia, A., Koswara M.R.S, & Misnawati. (2021a). Adjusting planting time using water balance and rainfall prediction approaches. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012105. doi:10.1088/1755-1315/648/1/012105.
- Apriyana, Y.,** Surmaini, E., Estiningtyas, W., Pramudia, A., Ramadhani, F., Suciantini, S., Susanti, E., Purnamayani, R., & Syahbuddin, H. (2021b). The Integrated Cropping Calendar Information System: A Coping Mechanism to Climate Variability for Sustainable Agriculture in Indonesia. *Sustainability* 2021, 13,6495. <https://doi.org/10.3390/su13116495>.
- Apriyana, Y.,** Estiningtyas, W., Dariah, A., & Dewi, E. R. (2023). Teknologi dan kearifan lokal untuk adaptasi perubahan iklim di sektor pertanian. Dalam Surmaini, E., Lilik Slamet Supriatin, & Sarvina, Y. (Ed.), Teknologi dan kearifan lokal untuk adaptasi perubahan iklim (81– 112). Penerbit BRIN. <https://doi.org/10.55981/brin.901.c719>.
- Arifin, M. (2012). Pengendalian Hama Terpadu: Pendekatan dalam Mewujudkan Pertanian Organik Rasional. *IPTEK TANAMAN PANGAN VOL. 7 NO. 2* 2012.
- Askaraliev. B., Musabaeva. K., Koshmatov. B., Omurzakov. K., & Dzhakshylykova, Z. (2024). Development of modern irrigation systems for improving efficiency, reducing water consumption and increasing yields. *Machinery & Energetics*, 15 (3): 47-59. <https://doi.org/10.31548/machinery/3.2024.47>.
- Aziz, A., Muljono, P., Las, I., Mulyandari, R.S.H., **Apriyana, Y.,** & Pramudya, A. (2021a). Communication Model in Integrated Cropping Calendar Information System Implementation at the Farmer Level in West Java. Proceedings of the 2nd International Conference on Rural Socio-Economic Transformation: Agrarian, Ecology, Communication and Community Development

Perspectives, RUSSET 2021, 14-15 September 2021. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.14-9-2021.2317198>.

- Aziz, A., Muljono, P., Las, I., Mulyandari, R.S.H., & **Apriyana. Y.** (2021b). Communication Model in The Implementation of Integrated Cropping Calendar Information System in North Sumatra. 2021. E3S Web of Conferences 306, 02033 (2021). 1st ICADAI 2021.
- BAPPENAS. (2019). Rancangan Teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024: Indonesia Berpenghasilan Menengah-Tinggi yang Sejahtera, Adil, dan Berkesinambungan. Kementerian PPN/BAPPENAS. 293 hal.
- Bruun, T.B., de Neergaard, A., Burup, M.L., Hepp, C.M., Larsen, M.N., Abel, C., Aumtong, S., Magid, J., Mertz, O. (2017). Intensification of Upland Agriculture in Thailand: Development or Degradation? *Land Degrad. Dev.* 28 (1), 83–94. <https://doi.org/10.1002/ldr.2596>.
- Budiatuti, M.T.S., Purnomo, D., Sakya, A.T., & Setyaningrum, D. (2022). Buku : AGROEKOLOGI: Sistem Pertanian Ramah Lingkungan. UNS Press. ISBN : 978-602-397-829-8 (PDF). Juli / 2022. 236 Hal.
- Chaves, J. V. B., Gutierrez Rosas, C. L., Ferraz, C. P. A., Aiello, L. H. F., Peche Filho, A., Mota, L. T. M., Longo, R. M., & Ribeiro, A. Í. (2025). *Soil conservation and information technologies: A literature review*. *Smart Agricultural Technology*, 11, 100935. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100935>
- Chauhdary, J.N.; Li, H.; Jiang, Y.; Pan, X.; Hussain, Z.; Javaid, M.; Rizwan, M. (2024). Advances in Sprinkler Irrigation: A Review in the Context of Precision Irrigation for Crop Production. *Agronomy* 2024, 14, 47. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010047>
- Chipomho, J., Moreblessing, C., Makore, F., Cosmas, P. (2024). Rainwater Harvesting Technologies and Soil Moisture Conservation in Marginalised Semi-Arid Soils of Southern

Africa. In: Nciizah, A.D., Roopnarain, A., Ndaba, B., Malobane, M.E. (eds) *The Marginal Soils of Africa*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55185-7_19

Dewi, E.R., Susanti E., & **Apriyana, Y.** (2021). Planting Time Options to Improve Rice Productivity Based on The Integrated KATAM Recommendations. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012105. doi:10.1088/1755-1315/648/1/012105.

Dharmawan, I., Pratiwi., Siregar, C., Narendra, B., Undaharta, N.K.E., Sitepu, B., Sukmana, A., Wiratmoko., M, Abywijaya, I., & Sari, K. (2023). Implementation of Soil and Water Conservation in Indonesia and Its Impacts on Biodiversity, Hydrology, Soil Erosion and Microclimate. *Applied Sciences*.13. 7648. 10.3390/app13137648.<https://doi.org/10.3390/app13137648>.

Erythrina, Sahardi, Mardiharini, M., Purnamayani, R., **Apriyana, Y.**, Syahbuddin, H., & Ratule, M.T. (2020). Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Penerapan Inovasi Teknologi Pertanian untuk Peningkatan Indeks Pertanaman. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. ISBN : 978-602-6954-38-1.

Estiningtyas, W., Dariah A., **Apriyana, Y.**, & Dewi, E. R. (2024a). Kajian dampak perubahan iklim pada sektor pertanian: Upaya strategis adaptasi untuk mendukung ketahanan pangan. Dalam D. E. Nuryanto & I. Fathrio (Ed.), *Prediksi iklim untuk ketahanan pangan (15–58)*. Penerbit BRIN. DOI: <https://doi.org/10.55981/brin.1244>.

Estiningtyas, W., Surmaini, E., Suciantini, Susanti, E., Mulyani, A., Kartiwa, B., Sumaryanto, Perdinan, **Apriyana, Y.**, & Alifia, A.D., (2024b). Analysing food farming vulnerability in Kalimantan, Indonesia: Determinant factors and adaptation measures. *PLoS ONE* 19(1): e0296262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296262>.

- FAO. (2010). *Climate-Smart Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*. Rome:FAO. <https://www.fao.org/4/i1881e/i1881e00.pdf>.
- FAO. (2018). *Climate Change and Food Security: Risks and Responses*. Rome: FAO.
- GERICS. (2015) *Climate Fact Sheet – Indonesia (Updated Version 2015)*, GERICS: Climate Service Center Germany.
- Guebsi, R., Mami, S., & Chokmani, K. (2024). Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges. *Drones*. 8. 686. DOI:10.3390/drones8110686.
- Gross, J. E., Watson, J. E., Welling, L. A., & Woodley, S. (2016). *Adapting to Climate Change: Guidelines for Protected Area Managers and Planners*. IUCN Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 24. Gland, Switzerland: IUCN.
- Heryani, N & Rejekiingrum, P. (2020). Development of Dryland-Dry Climate Agriculture through the Implementation of Five Land Management (in Indonesian). *J. Sumberd. Lahan* 2020, 13, 63–71. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v13n2.2019.63-71>.
- Heryani, N., Kartiwa, B., Sosiawan, H., Rejekiingrum, P., Adi, S.H., **Apriyana, Y.**, Pramudia, A., Yufdy, M.P., Tafakresnanto, C., Rivaie, A.A. (2022). Analysis of Climate Change Impacts on Agricultural Water Availability in Cimanuk Watershed, Indonesia. *Sustainability* 2022, 14, 16236. <https://doi.org/10.3390/su142316236>
- Howell, T. A. (2001). Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture. *Agronomy Journal*. 93. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.932281x>.
- Ilstedt, U., Bargués Tobella, A., Bazié, H.R., Bayala, J., Verbeeten, E., Nyberg, G., Sanou, J., Benegas, L., Murdiyarso, D., Laudon, H., & Sheil, D. (2016). Intermediate tree cover can maximize

- groundwater recharge in the seasonally dry tropics. *Scientific Reports*, 6, 21930. <https://doi.org/10.1038/srep21930>.
- IPCC. (2022). *Sixth Assessment Report (AR6), Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Kabato, W., Getnet, G.T., Sinore, T., Nemeth, A., & Molnár, Z. (2025). Towards Climate-Smart Agriculture: Strategies for Sustainable Agricultural Production, Food Security, and Greenhouse Gas Reduction. *Agronomy*, 15(3), 565. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030565>.
- Kartiwa, B., Sosiawan, H., Sudarman, K., & Sumarno. (2007). Pengelolaan Sumberdaya Air Partisipatif Di Nusa Tenggara Timur (Studi Kasus Desa Kambatana, Kecamatan Pandawai, Kabupaten Sumba Timur NTT). Balai Penelitian Agroklimat Dan Hidrologi. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Khan, S. Pathania, N., & Kumar, N. (2025). Digital Agriculture: Transforming Modern Farming With Next- Gen Technologies: A Review. *International Journal Of Creative* https://www.researchgate.net/publication/390976243_Digital_Agriculture_Transforming_Modern_Farming_With_Next-Gen_Technologies_A_Review. DOI:10.1729/Journal.44821
- Kharrou, M. H., Er-Raki, S., Chehbouni, A., Duchemin, B.D., Simonneaux, V., Le-Page, M., Ouzine, L., & Jarlan, L. (2011). Water use efficiency and yield of winter wheat under different irrigation regimes in a semi-arid region. *Agricultural Sciences*. 2. 273-282. <https://doi.org/10.4236/as.2011.23036>.
- Koswara, M. R. S. & **Apriyana**, Y. (2020). Model Spasial Kadar Tanah di Kabupaten Indramayu mendukung Era Revolusi Industri 4.0. *Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi*. Vol 17: 3-10. ISSN 0216-3934.

- Lal, R. (2016). Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*, 5(4), 212-222. <https://doi.org/10.1002/fes3.96>.
- Las, I., Amin, I., Hermanto, Syahbudin, H., & **Apriyana, Y.** (2018). *Iklim Pertanian Indonesia*. IAARD Press. IAARD PRESS. ISBN: 978-602-344-254-6551.58:63(594).
- Mahrup, M., Borrell, A., Ma'shum, M., Kusnarta, I., Sukartono, S., Tisdall, J., & Gill, J. S. (2005). Soil Management Systems Improve Water Use Efficiency of Rainfed Rice in the Semi-Arid Tropics of Southern Lombok, Eastern Indonesia. *Plant Production Science*, 8(3), 342–344. <https://doi.org/10.1626/pp.s.8.342>.
- Makate, C., Wang, R. C., Makate, M., & Mango, N. (2016). Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe: adaptive management for environmental change. *Springer Plus*, 5, Article No. 1135.
- Manikandan, M., Saliha, B. B., Narsimlu, B., Prasad, J. V. N. S., Baskar, K., Sanjivkumar, V., Manoharan, S., Guru, G., Chary, G. R., Rao, K. V., Rejani, R., & Singh, V. K. (2025). *Design of Rainwater Harvesting Pond for Runoff Storage and Utilization in Semi-Arid Vertisols*. *Water*, 17(21), 3034. <https://doi.org/10.3390/w17213034>
- Mihrete, T. B., & Mihretu, F. B. (2025). Crop Diversification for Ensuring Sustainable Agriculture, Risk Management and Food Security. *Global Challenges*, 9, 2400267.
- Misnawati, **Apriyana, Y.**, & Ramadhani, F. (2021). The Projected Water Availability on Paddy Rice Based on Climate Change Scenario in Indonesia. *Proc. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2021, 648, 012162. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012162>.
- Mustaqiman, A. (2010). Pola Tanam: Gambaran Rencana Tanam Berbagai Jenis Tanaman dalam Suatu Lahan Tertentu dalam Satu Tahun. Dalam Pertemuan 2 Pola Tanam Tanaman Budi daya.

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. *Analysis of Climate Change on Water Resources. Procedia Eng.* 24, 643–648.

- OECD. (2025). Climate Change, Water and Agriculture. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2014/06/climate-change-water-and-agriculture_g1g3fd78/9789264209138-en.pdf
- Patil, S., Anmol, Bisarya., D., Kumar, V., & Jadhav V. (2023). Mulching: A sustainable solution for soil and water conservation. *Biological Forum – An International Journal* 14(4a), 619-623.
- Pereira, L., Oweis, T., & Zairi, A. (2002). Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*.57.175-206. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00075-6)
- Pramudia, A., **Apriyana, Y.**, & Haryono. (2020). Sistem Informasi Katam Terpadu untuk Mendukung Pertanian Modern dalam Buku Bunga Rampai 2 Manajemen Kebijakan Teknologi dan Kelembagaan Mendukung Pertanian Modern.IAARD PRESS. ISBN 978-602-344- 284-3.
- Pramudia, A., **Apriyana, Y.**, Adi, S.H., Kartiwa, B., Suciantini, Misnawati & Firda, D. (2021). Cropping Calendar Analysis for Dry Season 2020 in Indonesia. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012105. doi:10.1088/1755-1315/648/1/012105
- Pramudia, A., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., Suciantini, & Harmanto. (2022). Aplikasi Katam Untuk Penentuan Waktu Tanam dalam Buku Pertanian Cerdas Iklim Indonesia: Konsep dan Teknologi. Penerbit PT Permata Wacana Lestari. ISBN 978-623-91017-2-5.
- Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., Dicks, L. V., Flora, C. B., Godfray, H. C. J., & Wratten, S. (2018). Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 1(8), 441–446.

- Ramadhani, F., Surmaini, E., Dariah, A., **Apriyana, Y.**, Estiningtyas, W., Susanti, E., Yustika, & Rejekiningrum, P. (2020). Analisis Indeks Penggunaan Air untuk Deteksi Kekritisan Air (Studi Kasus DAS Cicatih-Cimandiri, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat). *Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi*. 17, : 3-10.
- Ramadhani, F., Koswara, M.R.S., **Apriyana, Y.**, & Harmanto. (2021). The Comparison of Numerous Machine Learning Algorithms Performance in Classifying Rice Growth Stages Based on Sentinel-2 to Enhance Crop Monitoring in National Level. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012105. doi:10.1088/1755-1315/648/1/012105.
- Ramadhani, F., Surmaini, E., Dariah, A., **Apriyana, Y.**, Estiningtyas, W., Susanti, E., Yustika, R. D., Sarvina, Y., Fanggidae, Y. R., & Nurjaya, N. (2024). Multisource spatiotemporal analysis of cropping patterns on dry upland: A case study in Rubaru Sub-district, Sumenep Regency. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 27(2), 403-415. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2024.04.008>.
- Rejekiningrum, P. & **Apriyana, Y.** (2005). Optimalisasi Sumberdaya Air dengan Penentuan Saat Tanam Tebu di PG. Rendeng dan Trangkil Jawa Tengah. *Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi*. Vol. 2 No. 2. 2005. Balitklimat, Bogor. Hal. 57-70. ISSN. 0216-3934.
- Rejekiningrum, P., **Apriyana, Y.**, Pujilestari, N., & Sawijo. (2005). Meningkatkan Kesiagaan Menghadapi Kekeringan Akibat Iklim Eksepsional dalam Buku Sistem Informasi Sumberdaya Iklim dan Air. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Hlm. 81-101. ISBN: 979- 98237-1-4.
- Rejekiningrum P. & **Apriyana, Y.**, (2021). Design and implementation of solar pump irrigation systems for the optimization of irrigation and increase of productivity. IOP Conf. Series: Earth and

Environmental Science 622 (2021) 012046. IOP Publishing.
doi:10.1088/1755-1315/622/1/012046. P. 1-18.

Rejekiningrum P., **Apriyana Y.**, & Harmanto. (2021). The application of solar water pump for drip irrigation to increase shallot yield on dry land. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012091. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/648/1/012091. p. 1-12.

Rejekiningrum, P, **Apriyana, Y.**, Sutardi, Estiningtyas, W., Sosiawan, H., Susilawati, PH. L., Hervani, A., & Alifia, A. D. (2022). Optimising Water Management in Drylands to Increase Crop Productivity and Anticipate Climate Change in Indonesia. *Sustainability*, 11672. <https://doi.org/10.3390/su141811672>

Savelli, A., Atieno, M., Giles, J., Santos, J., Leyte, J., Nguyen, N.V. B., Koostanto, H., Sulaeman, Y., Douchamps, S., & Grosjean, G. (2021). Climate-Smart Agriculture in Indonesia. CSA Country Profiles for Asia Series. Hanoi (Vietnam): The Alliance of Bioversity and CIAT; The World Bank Group 88 p. <https://hdl.handle.net/10568/114898>

Subagyono, K. & Pawitan, H. (2008). Water Harvesting Techniques for Sustainable Water Resources Management in Catchment Areas in. Proceedings of International Workshop on Integrated Watershed Management for Sustainable Water Use in a Humid Tropical Region, JSPS-DGHE Joint Research Project, Tsukuba, October 2007. Bull. TERC, Univ. Tsukuba, No.8 Supplement, no. 2, 2008.

Suciantini, Surmaini, E., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., Misnawati, & Fanggalda, Y. R. (2024). Perkembangan metode prediksi iklim untuk menunjang ketahanan pangan. Dalam D. E. Nuryanto & I. Fathrio (Ed.), *Prediksi iklim untuk ketahanan pangan* (119–158). Penerbit BRIN. <https://doi.org/10.55981/brin.1244.c1389.E-ISBN:978-602-6303-49-3>

- Sulaiman., A. A., Setiawan. B.I., Sosiawan H., Kartiwa, B., Torang, S., Aquino, F., & Saputro, S.D.F. (2018). Panen Air Menuai Kesejahteraan Petani. Cetakan ke-2. – Jakarta : IAARD Press, 2018. xviii, 156 hlm.; 21 cm. ISBN: 978-602-344-193-8.
- Suni, Y.P.K., Sujono, J., & Istiarto. (2023). Identifying potential sites for rainwater harvesting ponds (embung) in Indonesia's semi-arid region using GIS-based MCA techniques and satellite rainfall data. *PLoS ONE* 18(6): e0286061. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286061>
- Sunusi, M. A., Hermami, A., Purwaningsih, Y., Setiawan, A., Putri, Y. D., Utomo, D. R. C., & Tambunan, M. R. (2023). Teknologi Hemat Air Komoditas Hortikultura. Jakarta: Pertanian Press. ISBN 978-979-582-256-1; eISBN 978-979-582-257-8.
- Suriadi, A., Hadiawati, L., & Nazam, M. (2020). Water saving technology package to improve shallot productivity for smallholder farmers in eastern Indonesia. *Jurnal AGRO*, 7(2), 124–133. <https://doi.org/10.15575/6461>
- Surmaini, E., Estiningtyas, W., & **Apriyana, Y.** (2023). Measuring the Impact of Climate Resilience Actions in Agriculture: A Preliminary Study. Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment and Humanosphere Science. pp 595–604. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_55
- Surmaini, E., Misnawati, Ramadhani, F., Dewi, E. R., Sarvina, Y., Syahputra, M. R., Estiningtyas, W., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., & Aziz, A. (2025). A new spatial-temporal modelling approach for predicting rice drought in Indonesia using the Standardized Precipitation Index. *Italian Journal of Agrometeorology* (2): 23-37. doi: 10.36253/ijam-3677
- Sutardi, **Apriyana, Y.**, Widodo, S., Alifia, AD., Rejekiningrum, P., Pramono, J., Setyowati, N., & Astri. C., (2022a). Growth, Seedling Yield, and Feasibility of True Shallot Seed (*Allium cepa* L) Nursery

Farming System. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Vol. 12 (2022) No. 4,+ pages: 1544-1551, DOI:10.18517/ijaseit.12.4.14496

Sutardi, Pramono, J., Widodo, S., Martini, T., Alifia, AD., **Apriyana, Y.**, Rejekiingrum, P., Setyowati, N., & Hanafi, H. (2022b). Double Production of Shallot (*Allium cepa* L var. aggregatum) based on Climate, Water, and Soil Management in Sandy Land. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Vol. 12 (2022) No. 5, pages: 1756-1767, DOI:10.18517/ijaseit.12.5.14698.

Sutardi, **Apriyana, Y.**, Rejekiingrum, P., Alifia, A. D., Ramadhani, F., Darwis, V., Setyowati, N., Setyono, D. E. D., Gunawan, Malik, A., Abdullah, S., Muslimin, Wibawa, W., Triastono, J., Yusuf, Arianti, F. D., & Fadwiwati, A. Y. (2023). The Transformation of Rice Crop Technology in Indonesia: Innovation and Sustainable Food Security *Agronomy* 2023, 13, 1. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010001>

Tirtalistyani, R.; Murtiningrum, M.; & Kanwar, R.S. (2022). Indonesia Rice Irrigation System: Time for Innovation. *Sustainability* 2022, 14, 12477. <https://doi.org/10.3390/su141912477>

Tefera, M. L., Seddaiu, G., & Carletti, A. (2024). Traditional In Situ Water Harvesting Practices and Agricultural Sustainability in Sub-Saharan Africa-A Meta- Analysis. *Sustainability*, 16(15), 6427. <https://doi.org/10.3390/su16156427>

Velasco-Muñoz, J.F., Aznar-Sánchez, J.A., Batlles-delaFuente, A., & Fidelibus, M. D. (2019). Rainwater Harvesting for Agricultural Irrigation: An Analysis of Global Research *Water* 11, 1320. <https://doi.org/10.3390/w11071320>

Widiarta, A., Wayan, I. N., & Nurida, N. L. (2020). Optimalisasi sawah tadah hujan untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan pangan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(2), 75–86.

- Wiratno, Trisawa, I.M., Taufik, I., Ardi, I., Thesiana, L., Kusriani, E., Susanti, D., Minarni, E.W., Nurawan, A., Jufri, A., Sukamto, **Y. Apriyana**, Sutrisna, N., Surdianto, Y., Susanto, B., & Susanto. U. (2025). Eco-friendly pest management in integrated rice-fish farming systems using plant-derived biopesticides to promote sustainable agriculture. *Global Journal of Environmental Science and Management (GJESM)*. *Global J. Environ. Sci. Manage.* 11(3): 1-18, Summer 2025, Serial #43. *Global Journal of Environmental Science and Management - Articles List*.
- World Bank. (1968). Irrigation Rehabilitation Project Indonesia. International Bank for Reconstruction and Development International Development Association. No. TO-658a.
- World Bank. (1978a). Project Performance Audit Report - Indonesia First Irrigation Rehabilitation Project. 108145I. World Bank Group Archives, Washington, D.C., United States.
- World Bank. (1978b). Indonesia Irrigation Program Review. No.2027a. Project Department East Asia & Regional Office.
- World Bank. (1978c). Indonesia Irrigation Program Review. No.2027a. Project Departement East Asia & Regional Office.
- World Bank. (2023). *Accelerating irrigation expansion in Sub-Saharan Africa*. World Bank Group
- Yayan Apriyana**, Budi Kartiwa, Popi Rejekiningrum, Woro Estiningtyas, Elza Surmaini, Elsa Rakhmi Dewi, Sutardi, & Annisa Dhielar Alifia. (2026). Application of Irrigation Techniques to Improve Water Use Efficiency in Shallots (*Allium ascalonicum* L.) in Dryland. *Water Cycle* Volume 7, 2026, Pages 278-291. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266644532500056X>
- Zhu, X. & Wang, G. (2024). Impact of Agricultural Cooperatives on Farmers' Collective Action: A Study Based on the Socio-Ecological System Framework. *Agriculture 14 (1)*, 96. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010096>

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Buku Nasional

- 1) Sulaiman, A. A., Setiawan, B. I., Subagyono, K., Rejekiningrum, P., Kartiwa, B., Aquino, F. Y., **Apriyana, Y.**, Sofiyuddin, H. A., & Andayani, A. (2019). Buku Menata Jaringan Irigasi Mempercepat Swasembada Pangan. IAARD PRESS. ISBN: 978-602-344-220-01.
- 2) **Apriyana, Y.**, Surmaini, E., Pramudia, A. & Syahbudin, H. (2019). Buku Peta Prediksi Tanam dan Kebutuhan Air Komoditas Strategis Perkebunan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementerian Pertanian.

Bagian dari Buku Nasional

- 3) Rejekiningrum, P., **Apriyana, Y.**, Pujilestari, N. & Sawijo. (2005). Meningkatkan Kesiagaan Menghadapi Kekeringan Akibat Iklim Eksepsional *dalam* Buku Sistem Informasi Sumberdaya Iklim dan Air. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Hlm. 81-101. ISBN: 979-98237-1-4.
- 4) Runtuuwu, E., Syahbudin, H., Ramadhani, F., Kartiwa, B., Pramudia, A., Hariyanti, K., Susanti, E., Setyorini, D., **Apriyana, Y.**, Haryono, Budiharti, U., & Las, I. (2013). Pengembangan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian *dalam* Buku Kalender Tanam Terpadu Penelitian, Pengkajian,

Pengembangan, dan Penerapan. IAARD Press. 482 Hal. ISBN 978-602-128-07-2.

- 5) Heryani, N., **Apriyana, Y.**, Sasmita, P., Ruskandar, A., Harsono, A., & Zubachtirodin. (2013). Rekomendasi Penyediaan Benih Padi dan Palawija Menghadapi Ancaman Bencana *dalam* Buku Kalender Tanam Terpadu Penelitian, Pengkajian, Pengembangan, dan Penerapan. IAARD Press. 482 Hal. ISBN 978-602-128-07-2.
- 6) Kartiwa, B., Heryani, N., Rejekiingrum, P., Susanti, E., Estiningtyas, W, Suciantini, Haryono, Sosiawan, H., Sutrisno, N., Hamdani, A., Talaohu, S. H., Sudarman, K., Pramudia, A., **Apriyana, Y.**, Surmaini, E., Husen, E., Syahbudin, H., & Nursyamsi, D. (2015). Petunjuk Teknis Penentuan Sumber Air dan Jenis Irigasi Suplementer. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. ISBN 978- 602-6759-07-8.
- 7) Abdulrachman, S., Rejekiingrum, P., Hairmainsis, A., Sasmita, P., Suciantini, Nuryanto, N., Husen, E., Suhartatik, E., Suastika, I. W., Usyati, N., **Apriyana, Y.**, Pratiwi, G. R., Heryani, N., Widyantoro, Zaqiah M. H., Handoko, D. D., Praptana, H., Mulyani, E. S., Zaini, Z., Mejaya M. J., Jamil, A., & Nursyamsi, D. (2015). Petunjuk Teknis Teknologi Budi daya Padi Hemar Air. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. ISBN 978-602- 1280-93-5.
- 8) Sutrisno, N. & **Apriyana, Y.** (2016). Optimalisasi Sumberdaya Air dan Iklim untuk Meningkatkan IP Lahan Sawah Tadah Hujan dan Lahan Kering dalam Bunga Rampai Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Berbasis Agroekosistem dan Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan dan Peningkatan Produksi Komoditas Pertanian Strategis. VOLUME I. Balai Besar Penelitian

dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. ISBN: 978- 602-436-563-9.

- 9) Wahyunto, Hikmatullah, Suryani, E., Tafakresnanto, C., Ritung, S., Mulyani, A., Sukarman, Nugroho, K., Sulaeman, Y., **Apriyana, Y.**, Suciantini, Pramudia, A., Suparto, Subandiono, R. E., Sutriadi, T. & Nursyamsi, D. (2016). Petunjuk Teknis Pedoman Penilaian Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian Strategis Tingkat Semi Detail Skala 1:50.000. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. 37 hal. ISBN 978-602-6759-16-0.
- 10) **Apriyana, Y.** (2018). Variabilitas Iklim dan Dinamika Waktu Tanam Padi. Handbook Iklim Pertanian Indonesia. Edisi 1: 2018. IAARD Press. 445 hal. ISBN: 978-602-344-254-6.551.58:63(594).
- 11) **Apriyana Y.**, & Pramudia, A. (2018). Penggunaan System Modeling Dampak Perubahan Iklim terhadap Pertanian untuk Proyeksi Produktivitas Tanaman Pangan dalam Handbook Iklim Pertanian Indonesia. IAARD PRESS. ISBN: 978-602-344-254-6551.58:63(594).
- 12) Las, I., Amin, I., Hermanto, Syahbudin, H., & **Apriyana, Y.** (2018). Iklim Pertanian Indonesia. IAARD Press. IAARD PRESS. ISBN: 978-602-344-254-6551.58:63(594).
- 13) Syahbudin, H., Purnamayani, R., Humaedah, U., **Apriyana, Y.**, Estiningtyas, W, Kartiwa, B. & Muharam, (2018). Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Penerapan Inovasi

Teknologi untuk Peningkatan Indeks Pertanaman. ISBN: 978-602-6954-24-4.

- 14) Syahbudin, H., **Apriyana, Y.** & Runtunuwu, E. (2018). Teknologi Inovasi Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu Sebagai Upaya Adaptasi Perubahan Iklim. IAARD PRESS. ISBN: 978-602-344-254-6551.58:63(594).
- 15) Erythrina, Sahardi, Mardiharini, M., Purnamayani, R., **Apriyana, Y.**, Syahbuddin, H., & Ratule, M. T. (2020). Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Penerapan Inovasi Teknologi Pertanian untuk Peningkatan Indeks Pertanaman. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. ISBN : 978-602-6954-38-1.
- 16) Pramudia, A., **Apriyana, Y.**, & Haryono. (2020). Sistem Informasi Katam Terpadu untuk Mendukung Pertanian Modern dalam Buku Bunga Rampai Manajemen Kebijakan Teknologi dan Kelembagaan Mendukung Pertanian Modern. IAARD PRESS. ISBN 978-602-344-284-3.
- 17) Geisha, **Apriyana, Y.**, Sulistiono, W., Assagaf, M., Yasin, I., Ali, N. & Maryam, H. I. (2021). Sagu Kasbi, Menjaga Tradisi Ketahanan Pangan Kesultanan Tidore dalam buku From Zero To Hero Merajut Sinergi Terapkan Inovasi Pertanian dari Aceh hingga Papua. 272 hlm. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. ISBN: 978-602-6954-85-5 e-ISBN : 978-602-6954-86-2.
- 18) Pramudia, A., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., Suciantini, & Harmanto. (2022). Aplikasi Katam Untuk Penentuan Waktu Tanam dalam Buku Pertanian Cerdas Iklim Indonesia:

Konsep dan Teknologi. Penerbit PT Permata Wacana Lestari. ISBN 978-623-91017-2-5.

- 19) **Apriyana, Y.**, Estiningtyas, W., Dariah, A., & Dewi, E., R. (2023). Teknologi dan Kearifan Lokal untuk Adaptasi Perubahan Iklim di Sektor Pertanian. Buku Teknologi dan Kearifan Lokal untuk Adaptasi Perubahan Iklim. Penerbit BRIN, 2023. 375 Hal. ISBN 978-623-8372-46-1 (e-book).
- 20) Suciantini, Surmaini, E., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., Misnawati, & Fanggidae, Y.R. (2024). Perkembangan metode prediksi iklim untuk menunjang ketahanan pangan. Dalam D. E. Nuryanto & I. Fathrio (Eds.), *Prediksi iklim untuk ketahanan pangan* (119–158). Penerbit BRIN. <https://doi.org/10.55981/brin.1244.c1389>. E-ISBN: 978-602-6303-49-3
- 21) Estiningtyas, W., Dariah A., **Apriyana, Y.** & Dewi, E. R. (2024). Kajian dampak perubahan iklim pada sektor pertanian: Upaya strategis adaptasi untuk mendukung ketahanan pangan. Dalam D. E. Nuryanto & I. Fathrio (Ed.), *Prediksi iklim untuk ketahanan pangan* (15–58). Penerbit BRIN. <https://doi.org/10.55981/brin.1244.c1386>. E-ISBN: 978-602- 6303-49-3.

Jurnal Internasional

- 22) Heryani, N., Kartiwa, B., **Apriyana, Y.** & Syahbuddin, H. (2016). Production and Quality Enhancement of Mango Using Fan Jet Sprayer Irrigation Technique. *Indonesian Journal of Agricultural Science*. DOI: 10.21082/ijas.v17n2.2016.p41-48. https://www.researchgate.net/publication/316840736_PRODUCTION_AND_

QUALITY_ENHANCEMENT_OF_M ANGO_USING_
FAN_JET_SPRAYER_IRRIGATION_T ECHNIQUE

- 23) **Apriyana, Y.**, Sarvina, Y., Dewi, E. R., & Pramudia, A. (2017). Farmer Adaptation Strategy in Paddy Field Affected by Climate Variability in Monsoon Regions. *Asian Journal of Agriculture* Volume 1, Number 1. <https://smujo.id/aja/article/view/1782>
- 24) **Apriyana, Y.**, Surmaini, E., Estiningtyas, W, Pramudia, A., Ramadhani, F., Suciantini, Susanti, E., Purnamayani, R. & Syahbudin, H. (2021). The Integrated Cropping Calendar Information System:A Coping Mechanism to Climate Variability for Sustainable Agriculture in Indonesia. *Sustainability* 2021, 13, 6495. <https://doi.org/10.3390/su13116495>
- 25) Heryani, N., Kartiwa, B., Sosiawan, H., Rejekiningrum, P., Adi, S.H., **Apriyana, Y.**, Pramudia, A., Yufdy, M. P., Tafakresnanto, C., & Rivaie, A. A.. (2022). Analysis of Climate Change Impacts on Agricultural Water Availability in Cimanuk Watershed, Indonesia. *Sustainability*, Volume 14. Issue 23, December (I) 2022. <https://doi.org/10.3390/su142316236>
- 26) Rejekiningrum, P., **Apriyana, Y.**, Sutardi, Estiningtyas, W, Sosiawan, H., Susilawati, H.L., Hervani, A., & Alifia, A. D. (2022). Optimising Water Management in Drylands to Increase Crop Productivity and Anticipate Climate Change in Indonesia. *Sustainability* 2022, 14, 11672. <https://doi.org/10.3390/su141811672>
- 27) Sutardi, Pramono, J., Widodo, S., Martini, T., Alifia, A. D., **Apriyana, Y.**, Rejekiningrum, P., Setyowati, N., & Hanafi, H. (2022). Double Production of Shallot (*Allium*

- cepa L var. aggregatum*) based on Climate, Water, and Soil Management in Sandy Land. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Vol. 12 (2022) No. 5, pages: 1756-1767. ISSN: 2088-5334. <http://www.insightsociety.org/ojaseit/index.php/ijaseit/article/view/14698>
- 28) Sutardi, **Apriyana, Y.**, Widodo, S., Alifia, A. D., Rejekiingrum, P., Pramono, J., Setyowati, N., & Astri. C. (2022). Growth, Seedling Yield, and Feasibility of True Shallot Seed (*Allium cepa L*) Nursery Farming System. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Vol. 12 (2022) No. 4, pages:1544-1551, ISSN: 2088 5334. <https://ijaseit.insightsociety.org/index.php/ijaseit/article/view/14496>
- 29) Sulistiono, W., Aji, H. B., Handoko, S., Lase, J.A., Suryanti Suryanti, **Apriyana, Y.**, & Rizal, M. (2023). Effect Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Early Growth, Root Colonization, and Chlorophyll Content of North Maluku Nutmeg Cultivars. Open Agriculture 2023; 8: 20220215. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0215>
- 30) Sutardi, **Apriyana, Y.**, Rejekiingrum, P., Alifia, A. D., Ramadhani, F., Darwis, V., Setyowati, N., Setyono, D. E. D., Gunawan, Malik, A., Abdullah, S., Muslimin, Wibawa, W., Triastono, J., Yusuf, Arianti, F. D., & Fadwiwati, A. Y. (2023). The Transformation of Rice Crop Technology in Indonesia: Innovation and Sustainable Food Security Agronomy 2023, 13, 1. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010001>
- 31) Ramadhani, F., Surmaini, E., Dariah, A., **Apriyana, Y.**, Estiningtyas, W., Susanti, E., Yustika, R. D., Sarvina, Y., Fanggidae, Y. R., & Nurjaya, N. (2024). Multisource

- Spatiotemporal Analysis of Cropping Patterns on Dry Upland: A Case Study in Rubaru Sub-district, Sumenep Regency. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 27(2), 403-415. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2024.04.008>
- 32) Estiningtyas, W, Surmaini, E., Suciantini, Susanti, E., Mulyani, A., Kartiwa, B., Sumaryanto, Perdinan, **Apriyana, Y.**, & Alifia, A. D. (2024). Analysing Food Farming Vulnerability in Kalimantan, Indonesia: Determinant factors and adaptation measures. *PLoS ONE* 19(1), e0296262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296262>
- 33) Wiratno, I.M., Trisawa, I., Taufik, I., Ardi, L., Kusrini, T.E., Susanti, D., Minarni, Nurawan, A., Jufri, A., Sukamto, **Apriyana, Y.**, Sutrisna, N., Surdianto, Y., Susanto, B., Susanto, U. (2025). Eco-friendly pest management in integrated rice-fish farming systems using plant-derived biopesticides to promote sustainable agriculture. *Global Journal of Environmental Science and Management (GJESM)*. *Global J. Environ. Sci. Manage.* 11(3): 1-18, Summer 2025, Serial #43. *Global Journal of Environmental Science and Management - Articles List*
- 34) Surmaini, E., Misnawati, Ramadhani, F., Dewi, E. R., Sarvina, Y., Syahputra, M. R., Estiningtyas, W., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., & Aziz, A. (2025). A new spatial-temporal modelling approach for predicting rice drought in Indonesia using the Standardized Precipitation Index. *Italian Journal of Agrometeorology* (2): 23-37. doi: 10.36253/ijam-3677.
- 35) **Yayan Apriyana**, Budi Kartiwa, Popi Rejekiningrum, Woro Estiningtyas, Elza Surmaini, Elsa Rakhmi Dewi, Sutardi, & Annisa Dhielar Alifia. (2026). Application of

Irrigation Techniques to Improve Water Use Efficiency in Shallots (*Allium ascalonicum* L.) in Dryland. Water Cycle Volume 7, 2026, Pages 278-291. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266644532500056X>

Jurnal Nasional

- 36) Heryani. N., Darmijati. S., H. Syahbuddin, **Apriyana, Y.,** & Las, I.. (1998). Pengaruh curah hujan terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada Vertisol dan Ultisol. Jurnal Agromet Vol. XIII. No. 1. 1998. pp 50 – 70.
- 37) **Apriyana. Y.** (1998). Evapotranspirasi dan Periode Tumbuh Di Margahayu Dalam Kompilasi Data dan Informasi Iklim. Jurnal Agro.Vol. 26. No. 1. Desember. 1998. Puslittanak. Bogor.
- 38) Syahbuddin. H., **Apriyana, Y.,** Heryani, N., Syarifuddin,
- 39) D. & Las, I. (1998). Serapan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium kedelai (*Glycine max* (L) merril) pada Tiga Tingkat Intensitas Radiasi dan Kadar Air Tanah Latosol. Jurnal Tanah dan Iklim Indonesia No. 16. Pp. 20 – 27. Puslittanak. Bogor.
- 40) Rejekiningrum, P., Ramadani, F., **Apriyana, Y.,** & Haryono. (2005). Identifikasi dan Karakterisasi Potensi Air Tanah untuk Pengembangan Irigasi Suplementer di Pabrik Gula Rendeng dan Trangkil. Jurnal Agromet Indonesia. Volume XIX No. 1 Juli 2005. Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI). hlm. 50-65. ISSN: 0126-3633.
- 41) **Apriyana. Y.,** & Surmaini, E. (2007). Model Simulasi Iklim-Tanaman untuk Menganalisis Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Tipe Dataran Tinggi dan Rendah.

Kasus di Losarang. Indramayu. Jurnal Agromet Indonesia. Vol XXII. No. 1 Juli 2007.

- 42) **Apriyana, Y.**, Haryono, & Suciantini. (2009). Analisis Peubah Iklim dan Tanah sebagai Faktor Penentu Mutu Internal Jeruk Keprok Tawangmangu Jurnal Tanah dan Iklim No. 29.
- 43) **Apriyana Y.**, E. Purwandhini, Y. Koesmaryono, & I. Las. (2010). Dampak Variabilitas Iklim terhadap Dinamika Musim Tanam Awal di Dua Daerah Penghasil Padi Utama di Jawa Barat. Jurnal Tanah dan Iklim Indonesia. No. 31. Juli 2010.
- 44) Runtunuwu, E., Syahbuddin, H., Ramadhani, F., Pramudia, A., Setyorini, D., Sari, K., Apriyana, Y., Susanti, E., Haryono, Setyanto, P., Las, I., & Sarwani, M. (2012). Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu: Status terkini dan tantangan kedepan. Jurnal Sumberdaya Lahan 6(2):67-78
- 45) Runtunuwu, E., Syahbudin, H., Ramadhani, F., Pramudia, A., Setyorini, D., Sari, K., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., & Haryono. (2012). Analisis Prediksi Curah Hujan dengan Fluktuasi Pasang Surut Kelembagaan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu mendukung Adaptasi Perubahan Iklim untuk Ketahanan Pangan Nasional. Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian Vol. 6 No. 1.
- 46) Runtunuwu, E., Syahbuddin, H., Ramadhani, F., Pramudia, A., Setyorini, D., Sari, K., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., & Haryono. (2013). Inovasi Kelembagaan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu Mendukung Adaptasi Perubahan Iklim untuk Ketahanan Pangan Nasional. Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian 6 (1): 44-52.

- 47) Runtunuwu, E., Syahbuddin, H., Ramadhani, F., **Apriyana, Y.**, Sari, K. & Nugroho, W. T. (2013). Tinjauan Waktu Tanam Tanaman Pangan Di Wilayah Timur Indonesia. *Jurnal Pangan*, Vol. 22 No. 1. Maret: 1- 10.
- 48) **Apriyana, Y.** & Lindawati. (2015). Aplikasi Model Prediksi Curah Hujan pada Dua Sentra Produksi Padi di Jawa Barat. *Jurnal Informatika Pertanian*, Vol. 24 No.2. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/e6ee480a-2d2a-4c2d-85f9-f507b142a7b6/content>
- 49) **Apriyana, Y.**, Susanti, E., Suciantini, Ramadhani, F., & Surmaini, E. (2016). Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Tanaman Pangan pada lahan Kering dan Rancang Bangun Sistem Informasinya. *Jurnal Informatika Pertanian*. Vol. 25. No. 1. 2016. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/e545a322-506c-4261-826c-5c8353ef5df8/content>
- 50) Salwa L. Dalimoenthe, **Apriyana, Y.**, & June, T. (2016). Dampak Perubahan Iklim terhadap Pola Curah Hujan dan Defisit Air di Perkebunan Teh. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina* 19(2): 57168. <https://pdfs.semanticscholar.org/93d5/ff63cb196dfd4e6a0d698fe9883221a1384b.pdf>
- 51) **Apriyana, Y.** & Kartiwa, B. (2019). Analisis Sumberdaya Air untuk Irigasi Lahan Sawah dalam Meningkatkan Akurasi Kalender Tanam di Daerah Irigasi Way Rarem, Lampung dan Colo, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Air* Vol. 15 No 1. <https://journalsda.pusair-pu.go.id/index.php/JSDA/article/view/404>
- 52) Susanti, E., Surmaini, E., Pramudia, A., Heryani, N., Estiningtyas, W, Suciantini, & **Apriyana, Y.** (2021). Pemutakhiran Peta Sumberdaya Agroklimat Indonesia

untuk Mendukung Perencanaan Pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim* Vol. 45 No. 1, Juli 2021: 47-58. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/13620>.

Prosiding Internasional

- 53) **Apriyana, Y.**, Aldrian, E & Koesmaryono, Y. (2019). The Dynamics of Rice Cropping Calendar and Its Relation with the ENSO (El Niño-Southern Oscillation) and IOD (Indian Ocean Dipole) in Monsoon and Equatorial Regions of Indonesia. LoCARNet: The 7th Annual Meeting-Challenges for Asia to Meet 1.5°C Target. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 363 012013. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/363/1/012013>
- 54) **Apriyana, Y.**, Rakhmidewi, E., Fichtler, E. & Whitbread, A. (2020). The Response of Soybean (*Glycine Max* (L.) Meer.) Varieties From The Tropical Region to Five Watering Regimes Under a Controlled. ICFST. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/484/1/012047>
- 55) Dewi, E. R., Susanti, E. & **Apriyana, Y.** (2021). Planting Time Options to Improve Rice Productivity Based on The Integrated KATAM Recommendations. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012105. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/648/1/012105>
- 56) Ramadhani, F., Koswara, M. R. S, **Apriyana, Y.** & Harmanto. (2021). The Comparison of Numerous Machine Learning Algorithms Performance in Classifying Rice

- Growth Stages Based on Sentinel-2 to Enhance Crop Monitoring in National Level. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012105. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/648/1/012212>
- 57) **Apriyana, Y., Pramudia, A., Koswara. M.R.S. & Misnawati.** (2021). Adjusting planting time using water balance and rainfall prediction approaches. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648. 012105. DOI 10.1088/1755-1315/648/1/012212. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/648/1/012108>
- 58) Misnawati, **Apriyana, Y.** & Ramadhani, F. (2021). The Projected Water Availability on Paddy Rice Based on Climate Change Scenario in Indonesia. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/648/1/012162>
- 59) Pramudia, A., **Apriyana, Y.**, Adi, S.H., Kartiwa, B., Suciantini, Misnawati & Firda, D. (2021). Cropping Calendar Analysis for Dry Season 2020 in Indonesia. 2021. 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 012105. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/648/1/012117>
- 60) Rejekiningrum, P., **Apriyana, Y.** & Harmanto. (2021). The application of solar water pump for drip irrigation to increase shallot yield on dry land. IOP Conf. Series: Earth

and Environmental Science 648 012091. IOP Publishing.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/648/1/012091>

- 61) Adi S. H., Kardiwa, B., **Apriyana, Y.**, Sosiawan, H., Rejekiningrum, P. & Gumilar, G. (2021). Developing the swamp planting calendar based on the the hydrological model application. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 648 (2021) 012116. IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/648/1/012116>
- 62) Rejekiningrum P. & **Apriyana, Y.** (2021). Design and implementation of solar pump irrigation systems for the optimization of irrigation and increase of productivity. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 622. 012046. IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/622/1/012046>
- 63) Abdul Aziz, Pudji Muljono, Irsal Las, Retno Sri Hartati Mulyandari, **Yayan Apriyana**, Aris Pramudya. 2021. Communication Model in Integrated Cropping Calendar Information System Implementation at the Farmer Level in West Java. Proceedings of the 2nd International Conference on Rural Socio-Economic Transformation: Agrarian, Ecology, Communication and Community Development Perspectives, RUSSET 2021, 14-15 September 2021. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.14-9-2021.2317198>.
- 64) Abdul Aziz, Pudji Muljono, Irsal Las, Retno Sri Hartati Mulyandari, and **Yayan Apriyana**. 2021. Communication Model in The Implementation of Integrated Cropping Calendar Information System in North Sumatra. 2021. E3S Web of Conferences 306, 02033 (2021). 1st ICADAI 2021.
- 65) Nurkhaida R., P. Rejekiningrum, & Apriyana, Y. (2022). Identification of potential groundwater and determination

of sugarcane planting period in Pantura of West Java. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 974 (2022) 012036. IOP Publishing. p. 1-10. DOI 10.1088/1755-1315/974/1/012036. <https://beta.iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/974/1/012036>

- 66) Surmaini, E., Estiningtyas, W., & Apriyana, Y. (2023). Measuring the Impact of Climate Resilience Actions in Agriculture: A Preliminary Study. Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment and Humanosphere Science. pp 595–604. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_55

Prosiding Nasional

- 67) **Apriyana, Y.,** Sugianto, Y., Syahbuddin, H. & Las, I. (1997). Kajian Korelasi Pendugaan Empat Potensi Evaporasi (ETP) dengan Panci Kelas A (ETo) di Muara Bogor Bogor. Prossiding Diskusi dan Komunikasi Penelitian Tanah Dan Iklim. hal. 197-206. Puslittanak.Bogor.
- 68) **Apriyana, Y. &** Sugianto. Y. (1998). Lahan Gambut dan keberlanjutan lahan swasembada pangan. Prossiding seminar nasional dan pertemuan tahunan. Asosiasi ilmu tanah. Malang.
- 69) **Apriyana. Y.,** Rejekiningrum, P., & Haryanti. K. (2006). Penentuan skenario irigasi tambahan untuk meminimalkan kehilangan hasil panen dengan indeks kecukupan air (studi kasus di lampung). Prosiding Seminar Nasional. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Palembang. 26-27 Juli 2006.
- 70) **Apriyana, Y. &** Haryono. (2006). Karakterisasi dan analisis variabel iklim dan faktor biofisik yang dominan

untuk mengetahui kualitas beras Rojolele. Prosiding. Seminar nasional sumberdaya lahan pertanian. Buku II. 14- 15 September 2006.

- 71) **Apriyana, Y.** (2015). Strategi Adaptasi Kalender Tanam terhadap Variabilitas Iklim pada Sentra Produksi Padi di Wilayah Monsunal dan Equatorial. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia Volume 1, Nomor 7. <https://smujo.id/psnmbi/>
- 72) **Apriyana, Y. & Kailaku, T. E.** (2015). Variabilitas iklim dan dinamika waktu tanam padi di wilayah pola hujan monsunal dan equatorial. PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON Volume 1, Nomor 2, Halaman: 366-372 April 2015 ISSN: 2407-8050. DOI: 10.13057/psnmbi/m010233 <https://smujo.id/files/psnmbi/M0102/M010233.pdf>
- 73) Rejekiningrum, P. & **Apriyana, Y.** (2016). Tren Ketersediaan dan Kebutuhan Air Mendukung Optimal Water Sharing untuk Konservasi Air di DAS Bengawan Solo. Prosiding. Konges XI dan Seminar Nasional Himpunan Ilmu Tanah Indonesia.
- 74) **Apriyana, Y.,** Pramudia, A., & Dewi, E. R. (2016). Dinamika dan Sensitivitas Kalender Tanam pada Lahan Sawah, Tadah Hujan dan Lahan Kering. Prosiding Temu Lapang dan Ekspose Teknologi Pengelolaan Iklim Ekstrim dan Air. Hal. 729-744. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. ISBN 978-602-6912-39-6.
- 75) Estiningtyas, W, Syahbudin, H., Susanti, E., Surmaini, E., Pramudia, A., Ramadhani, F., **Apriyana, Y.,** Suciantini & Sarvina, Y. (2016). Analisis Signifikansi Anomali Curah Hujan Dengan Indikator Global untuk Adaptasi Perubahan

- Iklm. Prosiding Temu Lapang dan Ekspose Teknologi Pengelolaan Iklim Ekstrim dan Air. Hal. 143-156. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. ISBN 978-602-6912-39-6.
- 76) **Apriyana, Y.** & Rejekiningrum, P. (2016). Analisis Neraca Air Tanah untuk Penetapan Waktu Tanam Padi di Wilayah Terkena Dampak Variabilitas Iklim. Prosiding. Kongres XI dan Seminar Nasional Himpunan Ilmu Tanah Indonesia.
- 77) **Apriyana, Y.,** Kartiwa, B., & Suwitra, I.K. (2017). Penelitian Neraca Air Tanaman untuk Pengembangan Sistem Irigasi Tanaman Kakao dalam Mengantisipasi dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. ISBN 978-602-459-050-5. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/a0f635ba-29c2-4282-9ff5-83024d84d035/content>
- 78) Estiningtyas, W, **Apriyana, Y.** & Nengsusmoyo, C. (2017). Penguatan Kapasitas Adaptasi Berdasarkan Tingkat Kerentanan Usahatani Pangan di Provinsi Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. ISBN 978-602-459-050-5. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/61143612-402a-45d2-b01e-8a1097910e06/content>
- 79) Adang Hamdani & **Apriyana, Y.** (2017). Prototipe Sensor Curah Hujan Untuk Mendukung Pertanian Presisi. Prosiding Seminar Nasional Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. <https://repository.pertanian.go.id/>

server/api/core/bitstreams/61143612-402a-45d2-b01e-8a1097910e06/content.

Paten dan Hak Cipta

- 80) Estiningtyas, W, Harmanto, Susanti, E., Surmaini, E., Sumaryanto, Mulyani, A., Haryono, Kartiwa, B., Setyorini, D., Suciantini, Rakhman, A., Sarvina, Y., **Apriyana, Y.**, Pramudia, A., Dewi, E. R., Nengsusmoyo, C., Syahbudin, H., Las, I., Boer, R., Perdinan, Agus, F., Praydhi, Subagyono, K., Kurniawan, H., & Prasetyo, E. (2017). Atlas Kerentanan Usaha Tani pangan dan Risiko Iklim Kabupaten/Kota di Pulau Jawa. Nomor Hak Cipta C00201701734, tertanggal 26 April 2017. DJKI.
- 81) Estiningtyas, W, Harmanto, Susanti, E., Surmaini, E., Sumaryanto, Mulyani, A., Haryono, Kartiwa, B., Setyorini, D., Suciantini, Rakhman, A., Sarvina, Y., **Apriyana, Y.**, Pramudia, A., Dewi, E. R., Nengsusmoyo, C., Syahbudin, H., Las, I., Boer, R., Perdinan, Agus, F., Praydhi, Subagyono, K., Kurniawan, H., & Prasetyo, E. (2017). Atlas Kerentanan Usaha Tani Pangan dan Risiko Iklim Kabupaten/Kota di Pulau Sulawesi. Nomor Hak Cipta C00201701735, tertanggal 26 April 2017. DJKI.
- 82) Ramadhani, F. , Runtunuwu, E., Syahbudin, H., Pramudia, A., Hariyanti, K. S., **Apriyana, Y.**, Susanti, E., Las, I., Setyorini, D. , Haryono, Setyanto, P, & Sarwani, M. (2017). Aplikasi Web Kalender Tanam Terpadu Versi 1.0. Nomor Hak Cipta C00201600976, tertanggal 21 Maret 2016. DJKI.
- 83) Harmanto, Las, I., Susanti, E., Pramudia, A., Surmaini, E., **Apriyana, Y.**, Estiningtyas, W, Suciantini, Adi, S.H.,

- Kartiwa, B., Heryani, N., Dewi, E. R., Hariyanti, K. S., Misnawati, Firda, D., Firdhauzi, S. N., Pratiwi, N., Cahya, D.P, Nengsusmoyo, C., Mulyani, A., Agustian, M., Rachmawati, N., Baroto, Y. A., Hervani, A., Alfiani, H., Kurniawan, H., Imansyah, M. N., & Sukendar. W. (2020). Atlas Sumber Daya Agroklimat Skala 1 : 500.000. Nomor Hak Cipta EC00202030692 tertanggal 2 September 2020. DJKI.
- 84) Harmanto, Susanti, E., Pramudia, A., Surmaini, E., **Apriyana, Y.**, Estiningtyas, W, Suciantini, Dewi, E. R., Hariyanti, K. S., Misnawati, Firda, D., Agustian, M., Rachmawati, N., Firdhauzi, S. N., Hervani, A., Sukendar, W., & Nugroho. A. A. (2020). Aplikasi Peta Sumber Daya Agroklimat. Nomor Hak Cipta EC00202029244 tertanggal 25 Agustus 2020. DJKI.
- 85) Ramadhani, F., **Apriyana, Y.**, Pramudia, A., Syahbudin, H., Husnain, Harmanto, Koswara, M. R. S., Misnawati, Agustian, M., Sofiati, R., Nengsusmoyo, C., Firda, D., Rachmawati, N., Muhardiono, I., Surmaini, E., Estiningtyas, W, Suciantini, Dewi, E. R., Hariyanti, K. S., Hervani, A., & Susanti, E. (2020). Aplikasi Web Standing Crop Berbasis Sentinel-2 (WebSC Sentinel-2) Versi 1.0. Nomor Hak Cipta EC00202022715 tertanggal 14 Juli 2020. DJKI
- 86) Ramadhani, F., Djufry, F., **Apriyana, Y.**, Pramudia, A., Syahbudin, H., Husnain, Harmanto, Muhamad Ronal Sabhana Koswara, Misnaswati, Agustian, M., Nengsusmoyo, C., Firda, D., Rachmawati, N., Muhardiono, I., Surmaini, E., Estiningtyas, W, Susanti, E., Suciantini, Dewi, E. R., Hariyanti, K., Hervani, A., & Mulyaqin, T. (2020). Aplikasi Android Monitoring Standing Crop Berbasis Sentinel-2 (AndroidSC Sentinel-2) Versi 1.0.

Nomor Hak Cipta EC00202022713, tertanggal 14 Juli 2020. DJKI.

- 87) Estiningtyas, W, Syahbudin, H., Harmanto, Las, I., Rahmat Hidayat, Pramudia, A., Suciantini, Susanti, E., Surmaini, E., **Apriyana, Y.**, Dewi, E. R., Firda, D., Hervani, A., Baroto, Y. A., & Nengsusmoyo, C. (2020). Wilayah Kunci Indikator Pengaruh Iklim Ekstrem di Indonesia untuk Sektor Pertanian. Nomor Hak Cipta EC00202020313, tertanggal 30 Juni 2020. DJKI
- 88) Ramadhani, F., **Apriyana, Y.**, Las, I., Syahbudin, H., Harmanto, Pramudia, A., Surmaini, E., Adi, S.H., Kartiwa, B., Heryani, N., Hamdani, A., Suciantini, Dewi, E. R., Hariyanti, K. S., Setyorini, D., A. Kasno, Nurhasanah, A., Shiddieqy, I., Shofiyati, R., Hervani, A., Misnaswati, R., Muhardiono, I., Nengsusmoyo, C., Imansyah, M. N., Alfiani, H., Baroto, Y. A., Kurniawan, H., Firda, D., Koswara, M. R. S., Rachmawati, N., Agustian, M., Estiningtyas, W, & Susanti, E. (2020). Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu Versi 3.1. Nomor Hak Cipta EC00202017792, tertanggal 11 Juni 2020. DJKI
- 89) Ramadhani, F. , **Apriyana, Y.**, Las, I., Syahbudin, H., Pramudia, A., Estiningtyas, W, Susanti, E., Suciantini, Kartiwa, B., Heryani, N., Setyorini, D., A. Kasno, Budiharti, U., Widiawati, R.A.Y., Haryono, Alfiani, H., Baroto, Y. A., Nengsusmoyo, C., & Nugroho. A. A. (2020). Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu Versi 2.0. Nomor Hak Cipta EC00202017773, tertanggal 11 Juni 2020. DJKI.
- 90) Surmaini, E., Ramadhani, F., Harmanto, **Apriyana, Y.**, Dewi, E. R., Suciantini, Pramudia, A., Estiningtyas, W, Hervani, A., & Agustian, M. (2020). Sistem Informasi

Prediksi Risiko Kekeringan Padi. Nomor Hak Cipta EC00202014018, tertanggal 30 April 2020. DJKI.

- 91) Ramadhani, F., **Apriyana, Y.**, Misnawati, Firda, D., Hervani, A., Rivaie, A. A., Husnain, & Syahbudin, H. (2021). (Aplikasi Web Pemantauan Fase Pertumbuhan Padi di Dataran Rendah Menggunakan Platform Google Earth Engine (FusionGEE - Rice Standing Crop) Versi 1.0. Nomor Hak Cipta EC00202112680 tertanggal 23 Februari 2021.DJKI.
- 92) Ramadhani, F., Estiningtyas, W, Dariah, A., **Apriyana, Y.**, & Misnawati. (2023). Aplikasi Pemetaan Prakiraan Kondisi Lahan Komoditas Bawang Merah di Kec. Rubaru, Kab. Sumenep, Provinsi Jawa Timur dengan Citra Satelit Versi 1.0. Nomor Hak Cipta EC002023123733 tertanggal 13 Desember 2023.DJKI.
- 93) Ramadhani, F. , **Apriyana, Y.**, Pramudia, A., Misnaswati, Hervani, A., Muhardiono, R. I., Nengsusmoyo, C., Koswara, M. R. S., Agustian, M., Firda, D., Rachmawati, N., Harmanto, Husnain, Syahbudin, H., & Djufry, F. (2023). Sistem Otomatisasi Pembuatan Peta Klasifikasi Fase Pertumbuhan Padi Menggunakan Citra Satelit dan Mesin Pembelajaran (Machine Learning). Nomor Paten IDP000086968 tanggal 11 April 2023. DJKI.
- 94) Sutardi, Rubiyo, Soeharsono, Iswadi, A., Marwati, T., Djafaar, T. F., Hatmi, R. U., Purwaningsih, Sutarno, **Apriyana, Y.**, & Kartiwa, B. (2024). Metode Pemanenan Air melalui Embung Mini Berlapis Geomembran. Nomor Paten IDP000091770. Tanggal Pemberian 22 Januari 2024. DJKI..

PVT

- 95) Cahyaningrum, H., Hidayat, Y., **Apriyana, Y.**, Hidayat, R., Aji, H. B., Habeahan, K. B., Ardiarini, N., Saleh, Y., Heriawan, A., Kasuba, S., & Umaternate, J. (2020). Afokat Bacan. Sertifikat PVT Nomor : 1816/PVL/2021. PPVTPP
- 96) Cahyaningrum, H., Suwitono, B., Hidayat, Y., **Apriyana, Y.**, Hidayat, R., Nugroho, N.C., La Abu, H., Heriawan, A., Hafel, F., Alam, T. I., & Rahmawati. (2021). Vanili Bacan. Sertifikant PVT Nomor : 1824/PVL/2021. PPVTPP

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

- 1) **Apriyana, Y.**, Kharmilasari, & J.M. Lopez. (2004). Optimalisasi Irigasi untuk Meminimalkan Kehilangan Hasil Tebu. Buletin Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Vol 1. 2004. ISSN 0216-3934.
- 2) Rejekiningrum, P. & **Apriyana, Y.** (2005). Optimalisasi Sumberdaya Air dengan Penentuan Saat Tanam Tebu di PG. Rendeng dan Trangkil Jawa Tengah. Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Vol. 2 No. 2. 2005.
- 3) Balitklimat, Bogor. Hal. 57-70. ISSN. 0216-3934.
- 4) **Apriyana, Y.** (2015). Daya Dukung Sumberdaya Air dan Adaptasi Waktu Tanam terhadap Anomali Iklim di Wilayah Sentra Produksi Padi. Hal 18-32. Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Vol. 12. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi.
- 5) Estiningtyas, W, Pramudia, A., Susanti, E., **Apriyana, Y.**, & Suciantini. (2015). Sebaran Korelasi Curah Hujan dan
- 6) Indikator Global di Indonesia. Hal 33-47. Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Vol. 12. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi.
- 7) Koswara, M. R. S. & **Apriyana, Y.** (2020). Model Spasial Kadar Air Tanah di Kabupaten Indramayu mendukung Era Revolusi Industri 4.0. Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Vol 17 : 3-10. ISSN 0216-3934

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. DATA PRIBADI

Nama : Dr. Ir. Yayan Apriyana, M.Sc. DAT
Tempat, Tanggal Lahir : Indramayu, 10 Maret 1966
Anak ke : 1 dari 2 bersaudara
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Ayah Kandung : Thomas Effendi (Alm)
Nama Ibu Kandung : Titin Resmiati (Almh)
Nama Istri : Ai Salamah, SH
Jumlah Anak : 4 (empat)
Nama Anak : Fathul Alim Al Faruqi S.Si
: Fachry Syifaurrehman S.E
: Fikri Dhiyaul Ilmi S.I.A.
: Faiz Watsiqul Umam S. Tr. Kom
Nama Cucu : Fazel Zafran Alim
Nama Unit : Pusat Riset Iklim dan Atmosfer
Nama Organisasi : Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim
Nama Instansi : Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi : Integrasi Teknologi Panen Air dan Efisiensi Irigasi di Lahan Kering sebagai Strategi Adaptasi Perubahan Iklim untuk Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan

Ilmu : Pertanian
 Bidang : Ilmu Tanah, Agroklimatologi, dan Hidrologi
 Kepekaran : Agroklimat dan Hidrologi
 No. SK Pangkat Terakhir : Keputusan Kepala BRIN Nomor 308/II.2.3/KP/2024 tanggal 1 Maret 2024
 No. SK Peneliti Ahli Utama : Keputusan Presiden RI Nomor 33/M Tahun 2023, tanggal 20 Juli 2023
 Tautan Scopus : <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57212866604>
 Tautan Google Scholar : <https://scholar.google.co.id/citations?user=aqoQvkUAAAAJ&hl=id>

B. PENDIDIKAN FORMAL

No.	Jenjang	Nama Sekolah/PT/Universitas	Tempat/Kota/Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SDN Paoman IV	Indramayu	1977
2.	SLTP	SMP N 1	Indramayu	1981
3.	SLTA	SMA N	Indramayu	1984
4.	S-1/Sarjana	Universitas Jenderal Soedirman	Purwokerto	1990
5.	S-2/Magister	Centre National D'études Agronomiques Des Régions Chaudes (CNEARC),	Montpellier Perancis	2003
6.	S-3/Doktor	Institut Pertanian Bogor	Bogor	2013

C. PENDIDIKAN NON FORMAL

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/Negara	Tahun
1.	Latihan Prajabatan Tingkat III	Bogor	1992
2.	Diklat Jabatan Fungsional Tingkat Lanjut	Cibinong	2016
3.	Post Doctoral	Georg-August-Universität Göttingen, Jerman	2013

D. JABATAN STRUKTURAL

No.	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1	Kepala Balai dan Plt. Ka Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku Utara	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku Utara, Kementerian Pertanian	2021-2022

E. JABATAN FUNGSIONAL

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Asisten Peneliti Madya	9 November 2004
2.	Peneliti Muda	13 November 2007
3.	Peneliti Ahli Madya	9 Agustus 2017
4.	Peneliti Ahli Utama	20 Juli 2023

F. PENUGASAN KHUSUS NASIONAL/ INTERNASIONAL

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1	Penanggungjawab kegiatan penelitian Penanggulangan Banjir dan Kekeringan DAS Kali Garang, Semarang, Kerja sama Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, PEMDA Tingkat I Jawa Tengah dan CIRAD, Perancis	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	1990-2004
2	<ul style="list-style-type: none"> • Anggota Kegiatan Proyek DAS Kaligarang, Jawa Tengah • Anggota Kegiatan Aplikasi tumpang air tebu di Lampung • Anggota Kegiatan Deteksi Ketersediaan Air Tanah Tebu di Seluruh Pulau Jawa dan Provinsi Lampung • Anggota Kegiatan Penelitian Unggulan Terpadu. • Anggota Kegiatan Peneliti di Balai Penelitian Tanaman Pangan. 	Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan	1996 - 2006
3	Penanggungjawab penelitian Karakterisasi dan Analisis Biofisik DAS untuk Mengantisipasi Banjir dan Kekeringan di DAS Kali Garang	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	1997-1998
4	Penanggung jawab Penelitian Karakterisasi dan Analisis Biofisik Wilayah Rawan Banjir dan Kekeringan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	1998 – 1999
5	Penanggungjawab Penelitian Pemodelan Hidrologi dan Pertanian dalam Sistem Usahatani Lahan Kering yang Berwawasan Agribisnis	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	1999 – 2004

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
6	Pendayagunaan Sumberdaya Air untuk Pengembangan Tanaman Perkebunan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2004-2006
7	- Penanggungjawab Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Iklim dan Hidrologi untuk Mendukung Primatani - Penanggungjawab Penelitian Analisis Hidrometeorologi dan Pengelolaan Sumber Daya Air untuk Menunjang Pertanian Berkelanjutan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2006-2007
8	- Penanggung Jawab dalam kegiatan Penelitian Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu pada sub penelitian varietas padi dan palawija. - Penanggung Jawab pada Penelitian Hortikultura dan Hubungannya dengan Iklim dan Ketersediaan Air. - Penanggung Jawab Penelitian Sistem Informasi Dampak Perubahan Iklim pada Tanaman Pangan	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi	2007-2013
9	Penanggungjawab Penelitian Model Pengelolaan Air Partisipatif Berbasis Kearifan Lokal untuk Keberlanjutan Pengembangan Sumber Daya Air DAS	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi	2008-2009
10	Anggota Penelitian Identifikasi dan Analisis Neraca Ketersediaan-Kebutuhan Air Pertanian Mendukung Peningkatan IP dan Pengembangan Padi IP 400	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2010

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
11	- Tim Penyusun Roadmap Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim - Tim Penyusun Pedum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian - Tim Penyusun Panduan Inventori Gas Rumah Kaca dan Mitigasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2011
12	Penanggungjawab Penelitian Pengembangan Model Pembagian Air Secara Optimal (Optimal Water Sharing) Untuk Keberlanjutan Ketersediaan Sumberdaya Air	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2011-2012
13	Penanggungjawab Penelitian Pengembangan Model Neraca Air Lahan Kering Beriklim Kering untuk Pengembangan Peternakan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2012
14	Narasumber Revitalisasi dan Percepatan Terhadap Pengembangan dan Perakitan Inovasi Teknologi Pertanian untuk Meningkatkan Efektivitas Pemanfaatannya	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2012
15	Penanggung Jawab Olimpiade Nasional Adaptasi Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2013
16	Penanggungjawab Penelitian Desain Pengelolaan Air Kebun Percobaan Lingkup Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2013-2015
17	Ketua Kelompok Peneliti Agroklimat	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi	2013-2021

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
18	Narasumber Workshop Advokasi Kalender Tanam MT II 2014 dan Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Pertanian	Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian	2014
19	- Tim Penelitian dan Pengembangan Dampak Perubahan Iklim Balitbangtan - Tim Penyusun Road Map Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering - Tim Penyusun RENSTRA Balitbangtan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2014
20	Penanggungjawab Penelitian Teknologi Inovatif dan Adaptif untuk Pengelolaan Sumberdaya Air	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2014-2016
21	- Tim Kerja Penelitian dan Pengembangan Tata Kelola Infrastruktur Pertanian - Tim Sosialisasi dan Peningkatan Kapasitas Solusi Permanen Kekeringan - Tim Penyusun Rancangan Pernentan Sistem Peringatan Dini dan - Penanganan Dampak Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian.	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2015
22	Tim UPSUS tentang RJIT (Rehabilitasi Jaringan Irigasi Tersier) Kementan	Kementerian Pertanian	2015

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
23	Penanggungjawab Penelitian Pengembangan Pompa Air Tenaga Surya untuk Irigasi dalam Upaya Peningkatan Produksi Pertanian di Lahan Kering	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2015-2018
24	Tim penyusun materi Nara Sumber Kepala Balitbangtan tentang (Pengelolaan Iklim, Air, Lahan)	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2015-2021
25	Narasumber Pertemuan Teknis Pengendalisan Hama Terpadu Padi	Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Bogor	2016
26	Panitia Temu Lapang dan Ekspose Teknologi Pengelolaan Iklim Ekstrem dan Air	Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian	2016
27	Tim Penyusun juknis penentuan sumber air dan jenis irigasi suplementer	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2016
28	Tim UPSUS Pajale	Kementan	2016
29	Mitra Bestari pada Jurnal Ilmiah WIDYARISSET Volume 2 Nomor 1.	Pusat Pembinaan Pendidikan Dan Pelatihan Peneliti Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia	2016
30	Narasumber Knowledge Exchange on The Use of Climate Information Services in Agriculture	Lao People's Democratic Republic and Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD)	2016

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
31	Koordinator Kerjasama dengan FAO Bidang: Crop Growth Simulation melalui kegiatan: Analysis AndMapping of Impacts Under Climate Change for Adaptation and Food Security Through South-south Cooperation	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2016- 2017
32	Penanggung jawab Kerjasama dengan COLLEGE OF AGRICULTURE, IBARAKI UNIVERSITY JAPAN pada kegiatan Project on Development of Regional Climate Change Adaptation Plans in Indonesia	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2016
33	Narasumber Sosialisasi Climate Smart- Farmer Field School	Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika	2017
34	Tenaga Ahli Pengembangan Pertanian Organik dengan Komoditas Utama Jagung dan Padi Gogo	Bupati Buton Utara	2017

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
35	<ul style="list-style-type: none"> - Tim Redaktur dan Penyunting Kalender Tanam Terpadu - Tim Penyunting Penyusunan Laporan Tahunan Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi - Tim Monitoring dan Evaluasi - Panitia Evaluasi Karya Ilmiah - Tim Penyusun Juknis Infrastruktur Panen Air - Tim Analisis, Formulasi Penelitian dan Diseminasi - Tim Apresiasi Implementasi Desain dan Pendampingan Pembangunan Infrastruktur Panen Air untuk Meningkatkan Indeks Pertanaman di Lahan Kering - Tim Gugus Tugas Banjir dan Kekeringan - Tim Penyusun Pedoman Penyediaan dan Pengelolaan Embung Kecil dan Bangunan Air Lainnya di Desa - Tim penyusun buku “Panen Air Menuai Kesejahteraan Petani” yang diterbitkan Sekjen Kementan” - Tim Perubahan Iklim Sektor Pertanian 	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi	2017
36	Tim Penyusun Peta Kawasan Pengembangan Komoditas Bawang Merah dan Cabe	Kementerian Pertanian	2017-2018
37	Penanggungjawab Kegiatan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi	2017-2021
38	Tim Penilai Peneliti Unit dan Sekretariat Jabatan Fungsional	BBSDLP	2018

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
39	Tim Laboratorium Informasi Geospasial dan Analisis Sistem	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2018
40	Tim Penyusun Buku “Menata Jaringan Irigasi Mempercepat Swasembada Pangan”	Kementerian Pertanian	2018
41	Narasumber Penerapan Inovasi Teknologi untuk Peningkatan Indeks Pertanaman	Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian	2018
42	<ul style="list-style-type: none"> - Penanggungjawab Pengembangan Pertanian Lahan Kering Iklim Kering dan Lahan Masam Melalui Implementasi Teknologi Panca Kelola Lahan - Penanggungjawab Penelitian dan Pengembangan Inovasi Teknologi Pertanian Lahan Rawa Mendukung Program #SERASI - Penanggungjawab Koordinasi, Bimbingan, dan Dukungan Teknologi UPSUS, Komoditas Strategis, TSP, TTP, dan Bio-Industri 		2018-2019
43	Anggota Tim Penilai Peneliti Unit (TPPU), dan Sekretariat Jabatan Fungsional Lingkup Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian	Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian	2018-2019
44	Tim Kegiatan Penelitian Implementasi Aksi Iklim melalui Gerakan Panen dan Hemat Air Berbasis Korporasi Mendukung Sistem Usaha Pertanian	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi	2019

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
45	Tim Penyusun Jurnal Tanah dan iklim	Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian	2019
46	- Tim Kelompok Kerja Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai Melalui Program Perbaikan Jaringan Irigasi dan Sarana Pendukungnya - Tim Penyusun Bahan Memori Menteri Pertanian Periode 2014-2019 tentang Sumberdaya Lahan	Kementerian Pertanian	2019
47	Narasumber Peningkatan Kapasitas Penyuluh Berbasis Teknologi Informasi dengan dengan The Asian Food and Agriculture Cooperation Initiative (AFACI)	Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian	2019
48	Narasumber Antisipasi Dampak Perubahan Iklim pada Tanaman Kopi	Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Barat	2020
49	Sistem Informasi Rencana Waktu Tanam dan Infrastruktur Air	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Direktorat Jenderal Perkebunan	2020
50	Narasumber pada Pelatihan Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2020

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
51	Supervisi IFAD utk Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Project (IPDMIP) BAPPENAS	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.	2020
52	Narasumber Peran Generasi Muda dalam Menjaga Ketahanan Pangan yang Terdampak Perubahan Iklim di Era New Normal	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Universitas Sebelas Maret	2020
53	Narasumber Webinar Jumpa Teknologi	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi dan Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian	2020
54	Narasumber Webinar Prediksi Iklim Pertanian Mengantisipasi Potensi Kekekeringan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2020

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
55	Narasumber Webinar Series BPTP Kaltim	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kalimantan Timur dengan Tim Pemerintah Kabupaten Bulungan	2020
56	- Anggota Penelitian Pengembangan Irigasi Cerdas (Smart Irrigation) Berbasis Teknologi 4.0 untuk Mendukung Sistem Pertanian Keluarga di Masa Pandemi COVID-19 - Anggota Penelitian Aksi Iklim Melalui Implementasi Teknologi Panen Hujan dan Irigasi Hemat Air untuk Peningkatan Indeks Pertanaman di Lahan Kering dan Sawah Tadah Hujan - Pemanfaatan Inovasi Teknologi Informasi Iklim dan Pengelolaan Air untuk Mendukung Peningkatan Kapasitas Sumber Daya Manusia Pertanian	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2020-2021
57	Tim Aksi Iklim Melalui Implementasi Teknologi Panen Hujan dan Irigasi Hemat Air untuk Peningkatan Indeks Pertanaman Di Lahan Kering Dan Sawah Tadah Hujan	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2020-2021

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
58	Penanggung Jawab Penelitian Pengembangan Teknologi Hemat Air untuk Efisiensi Irigasi di Lahan Kering Iklim Kering	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2021
59	Asesor Uji Kompetensi MAPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia	2021
60	Anggota Penelitian Pemanfaatan Informasi Iklim untuk Perencanaan Pertanian Lahan Kering Adaptif di Kabupaten Sumenep, Lombok Timur dan Gorontalo	Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2022
61	Panitia The 3rd International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment (INCREASE)	Pusat Riset Iklim dan Atmosfer	2023

G. KEIKUTSERTAAN DALAM KEGIATAN ILMIAH

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	Seminar Tentang Agribisnis	Peserta	Purwekerto	1990
2.	Simposium Tanaman Pangan	Peserta	Bogor	1993
3.	Simposium Tanaman Pangan	Peserta	Bogor	1995
4.	Seminar Nasional Gerakan Hemat Air	Panitia	Bogor	1996
5.	Seminar Nasional Penelitian Tanah dan Agroklimat	Panitia	Bogor	1997
6.	Seminar Nas Sumberdaya Tanah	Panitia	Bogor	1998

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
7.	Seminar Nasional HITI	Panitia	Malang	1998
8.	Seminar Nasional Penelitian Tanah dan Agroklimat	Panitia	Bogor	1998
9.	Seminar Sustainabilitas dan Penggunaan Air Tanah	Peserta	Jakarta	1998
10.	Komunikasi Penelitian Tanah & Agroklimat	Peserta	Bogor	1998
11.	Scientific Exchange	Peserta	Manila, Philippines	2013
12.	Regional Climate Workshop Agrometeorological Services	Presenter	Bangkok, Thailand	2019

H. KETERLIBATAN DALAM PENGELOLAAN JURNAL ILMIAH DAN BUKU

No.	Nama Jurnal/Buku	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1	Buku Iklim Pertanian Indonesia	IAARD PRESS	Tim Editor	2018
2	Jurnal Tanah dan Iklim	Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian	Tim Penyusun	2019

I. CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

Karya Tulis Ilmiah

a) Kualifikasi Karya

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Buku Internasional	-
2.	Buku Nasional	2
3.	Bagian dari Buku Internasional	-
4.	Bagian dari Buku Nasional	19
5.	Jurnal Internasional	14
6.	Jurnal Nasional	16
7.	Prosiding Internasional	14
8.	Prosiding Nasional	13
9.	Paten Internasional	-
	Terdaftar	
	Tersertifikasi	
10.	Paten Nasional	
	Terdaftar	
	Tersertifikasi	4
11.	Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	2
12.	Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan	-
13.	Hak Cipta	11
14.	Desain Industri	-
15.	Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu	-
16.	Transaksi Lisensi	-

b) Kualifikasi Penulis

No	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	4
2.	Penulis Bersama	81
	Total	85

c) Kualifikasi Bahasa

No	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	56
2.	Bahasa Inggris	29
3	Bahasa Lainnya	-
	Total	85

J. PEMBINAAN KADER ILMIAH

a) Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Dariin Firda, S.Si	Balitklimat, BBSDLP, Balitbangtan	Pembimbing dalam Pelatihan dasar CPNS Golongan III	2018
2.	Yudi Riadi Fanggidae, Ssi, M.Si	Balitklimat, BBSDLP, Balitbangtan	Mentor dalam Aktualisasi Nilai-Nilai Dasar PNS, Kedudukan dan Peran PNS dalam NKRI	2021
3.	Misnawati, S.Si, M.SI	Balitklimat, BBSDLP, Balitbangtan	Bimbingan Aktualisasi dalam Penyusunan Metodologi dan Analisis Penelitian Untuk Penerbitan Karya Tulis Ilmiah	2021

b) Mahasiswa

No.	Nama	Perguruan Tinggi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Tigia Eloka Kailaku	IPB	Pembimbing Skripsi dan penulisan di Prosiding Nasional	2015
2.	Lindawati	IPB	Pembimbing Skripsi dan penulisan di Jurnal Nasional	2015
3.	Erica Purwandhini	IPB	Pembimbing Tesis dan penulisan di Jurnal Nasional	2021
4.	Rifka Auliasasti Putri	UBM	Pembimbing lapang kegiatan magang	2021

K. ORGANISASI PROFESI ILMIAH

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Ketua Bidang Pengabdian Masyarakat	PERHIMPI (Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia)	2021
2.	Anggota	HITI (Himpuna Ilmu Tanah Indonesia)	2021
3.	Anggota	PPI (Perhimpunan Periset Indonesia)	2026

L. TANDA PENGHARGAAN

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Peringkat Pertama Diklat Jabatan Fungsional Peneliti Tingkat Lanjutan	Pusbindiklat Peneliti LIPI	2016
2.	Satyalancana Karyasatya XX Tahun	Presiden Republik Indonesia	2016
3.	Satyalancana Karyasatya XXX Tahun	Presiden Republik Indonesia	2023

M. RIWAYAT PELATIHAN

No	Nama Diklat/Shortcourse/ Workshop	Lembaga Penyelenggara	Posisi	Tahun
1.	Experimental Design and Data Analysis	IRRI	Peserta	1995
2.	Analisis Sistem dan Model Simulasi	IPB	Peserta	1996
3.	GIS dan ALES	Puslittanak	Peserta	1998
4.	Satellite Data Usage for Wetland	Puslittanak	Peserta	1999
5.	Scientific Exchange	IRRI, Phillipina	Peserta	2012
6.	The Climate Downscaling	FAO, UN	Peserta	2017
7.	Crop Modelling	FAO, UN	Peserta	2017

Perubahan iklim telah menyebabkan variabilitas suhu dan curah hujan yang berdampak signifikan terhadap sektor pertanian di Indonesia, khususnya pada ketersediaan air dan produktivitas tanaman. Naskah ini membahas peran strategis pengelolaan sumber daya air dalam meningkatkan ketahanan pangan melalui pendekatan adaptasi berbasis teknologi dan informasi iklim. Hasil kajian menunjukkan bahwa perubahan pola curah hujan, pergeseran musim tanam, serta peningkatan evapotranspirasi berkontribusi terhadap meningkatnya risiko kekeringan, banjir, dan gagal panen. Oleh karena itu, diperlukan integrasi antara teknologi panen air, efisiensi irigasi, serta pemanfaatan sistem informasi iklim seperti kalender tanam terpadu untuk mendukung pengambilan keputusan di tingkat petani. Implementasi teknologi seperti embung, irigasi hemat air, dan pengelolaan air berbasis neraca air terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, indeks pertanaman, dan stabilitas produksi. Namun demikian, keberhasilan penerapan inovasi tersebut sangat dipengaruhi oleh dukungan kebijakan, ketersediaan infrastruktur, kapasitas petani, serta kolaborasi antar pemangku kepentingan. Dengan pendekatan yang terintegrasi, pertanian Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi lebih adaptif, produktif, dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan perubahan iklim.

