



PENGUKUHAN GURU BESAR TETAP

Prof. Dr. Ngatindriatun, M.P.

Orasi Ilmiah:

*“ Smart Farming 5.0:
Simfoni Ekonomi Digital Dalam
Pembentukan Cakrawala Pertanian
Indonesia ”*

17 April 2024

Smart Farming 5.0:

Simfoni Ekonomi Digital Dalam Pembentukan Cakrawala Pertanian Indonesia

Prof. Dr. Dra. Ngatindriatun, M.P

Guru Besar Bidang Ilmu Ekonomi

Universitas Bina Nusantara

Bismillahirrahmanirrahim

Yang terhormat

- Kepala LLDIKTI Wilayah III, Prof. Dr. Toni Toharudin S.Si, M.Sc
- Kepala LLDIKTI Wilayah VI, Bhimo Widyo Andoko, S.H., M.H.
- Ketua Yayasan Bina Nusantara Bapak Ir. Bernard Gunawan dan segenap Pengurus Yayasan
- Chief Strategic Officer Bina Nusantara, Bapak Carmelus Susilo
- President BINUS Higher Education, Bapak Stephen Wahyudi Santoso
- Vice President BINUS Higher Education Bapak George Wijaya dan Bapak Michael Wijaya
- Para Managing Directors Bina Nusantara
- Rektor Universitas Bina Nusantara, Ibu Dr. Nelly beserta seluruh jajarannya
- Ketua Dewan Guru Besar Universitas Bina Nusantara, Prof. Dr. Ir. Harjanto Prabowo
- Bapak dan Ibu Dewan Pelantik
- Guru Besar Tamu Prof. Dr. Suharnomo, SE. M.Sc ; Prof. Dra. Indah Soesilowati, M.Sc. Ph.D ; Prof. Dr. Y. Sutomo, MM. ; Prof. Dr. Sucihatiningsih Dian Wisika Prajanti, M.Si.; dan Prof. Dr. Tika Widiastuti, S.E., M.M.
- Para Guru Besar Rektor serta Pimpinan Perguruan Tinggi mitra
- Para Wakil Rektor, Dekan, Direktur, BINUSIAN Leaders dan Faculty Members
- Bapak dan Ibu para Pimpinan Perusahaan
- Keluarga dan kerabat yang saya kasihi
- Serta Seluruh tamu undangan yang hadir di ruangan ini maupun yang menyaksikan melalui BINUS TV

Assalamualaikum. Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbi 'alamin, was sholatu wassalamu 'ala, asyrofil ambiyaa'i wal mursalin, wa a'laa alihi wa sahabihi ajmain amma ba'du.

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan kepada kita semua, sehingga pada hari ini dapat hadir dalam acara forum ilmiah pada Sidang Senat Terbuka Universitas Bina Nusantara. Atas izin dan rahmatNya, saya dapat berdiri di mimbar terhormat ini untuk menyampaikan pidato Guru Besar saya dalam bidang

Ilmu Ekonomi pada BINUS Business School Universitas Bina Nusantara. Sholawat serta salam semoga tetap dilimpahkan kepada Nabiullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Selanjutnya, saya menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada jajaran senat perguruan tinggi dan dewan guru besar yang telah memberikan kesempatan untuk menyampaikan pidato pengukuhan saya. Dalam momentum Idul Fitri 1445 Hijriah pula, saya juga ingin mengucapkan *Taqabbalallahu minna wa minkum taqabbal yaa kariim, wa ja'alanaallaahu wa iyyaakum minal 'aaidin wal faaiziin wal maqbuulin kullu 'ammin wa antum bi khair*. Mohon maaf lahir dan batin, semoga Allah SWT menerima semua amal ibadah kita dan menjadikan kita kembali dalam keadaan yang suci.

Para Guru Besar dan Bapak/Ibu yang saya hormati,

Dalam sebuah orkestra, terdapat berbagai macam instrumen yang saling bersinergi untuk menciptakan sebuah karya musik yang indah. Begitupula dengan pertanian Indonesia dengan bermacam elemen yang saling berkaitan seperti lahan, air, bibit, pupuk, tenaga kerja, teknologi, dan kebijakan. Untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan kesejahteraan masyarakat, maka semua elemen tersebut haruslah dikelola secara harmonis. Smart farming dapat menjadi solusi untuk mengharmoniskan semua elemen tersebut. Izinkan saya menyampaikan pidato pengukuhan yang berjudul “Smart Farming 5.0: Simfoni Ekonomi Digital Dalam Pembentukan Cakrawala Pertanian Indonesia”.

Overview Pertumbuhan Pertanian Indonesia di tengah Tuntutan Ketahanan Pangan dan Ekonomi Indonesia

Para Guru Besar dan Bapak, Ibu hadirin yang terhormat,

Sejak zaman dahulu, Indonesia telah dikenal karena kelimpahan hasil pertaniannya seperti padi, kedelai, jagung, kacang tanah, ketela rambat, dan ubi jalar. Tidak hanya itu, ada juga hasil pertanian yang dianggap sebagai komoditas perdagangan seperti teh, kopi, kelapa, kina, cengkeh, tebu, karet, dan produk lainnya (Agussabti et al., 2022). Indonesia memiliki mimpi menjadi lumbung pangan dunia dan menjadi rujukan negara lain dalam sektor pertanian. Karena inilah salah satu jalan jati diri Indonesia yang sepatutnya sebagai negara agraris dan memiliki sumber daya alam yang melimpah (Yuniar, 2022).

Di tengah dinamika global dan tantangan yang semakin kompleks, pertanian menjadi bagian tak terpisahkan dalam menopang ketahanan pangan dan ekonomi bangsa Indonesia. Pada tahun 2022, pertumbuhan PDB sektor pertanian mencapai 2,33% (dibanding tahun sebelumnya). Sampai dengan triwulan II 2023, pertumbuhan PDB sektor pertanian meningkat menjadi

14,28% (dibanding triwulan sebelumnya). Selain itu, Indonesia berhasil mencatat surplus perdagangan produk pertanian pada tahun 2022 sebesar 275,15 triliun. Dalam rentang Januari-Juni 2023, nilai ekspor produk pertanian mencapai Rp258,46 triliun dengan surplus sebesar Rp74,35 triliun. Akan tetapi, peningkatan produktivitas pertanian Indonesia masih belum berbasis nilai tambah (Ridwan et al., 2023). Pertanian Indonesia dihadapkan pada sejumlah permasalahan yang meliputi akses terbatas terhadap teknologi modern, rendahnya produktivitas akibat penggunaan metode tradisional, kurangnya infrastruktur, perubahan iklim yang mengganggu pola tanam, serta ketimpangan akses pasar (Lahjie et al., 2020). Kurangnya investasi dan akses permodalan juga menjadi tantangan serius. Semua ini mempengaruhi kemampuan sektor pertanian Indonesia untuk mencapai potensinya sebagai penggerak ekonomi dan pemenuhan kebutuhan pangan (Rozaki et al., 2021).

Dalam orasi ini akan dibagi menjadi 4 topik yaitu

1. Konsep *Smart Farming* Sebagai Simfoni Ekonomi Digital Era 5.0
2. Kontribusi *Smart Farming* dalam Tujuan Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan
3. Refleksi Akselerasi *Smart Farming* Oleh Aktor *Penta Helix*
4. Kontribusi terapan dalam dukungan *smart farming 5.0*

1. Konsep *Smart Farming* Sebagai Simfoni Ekonomi Digital Era 5.0

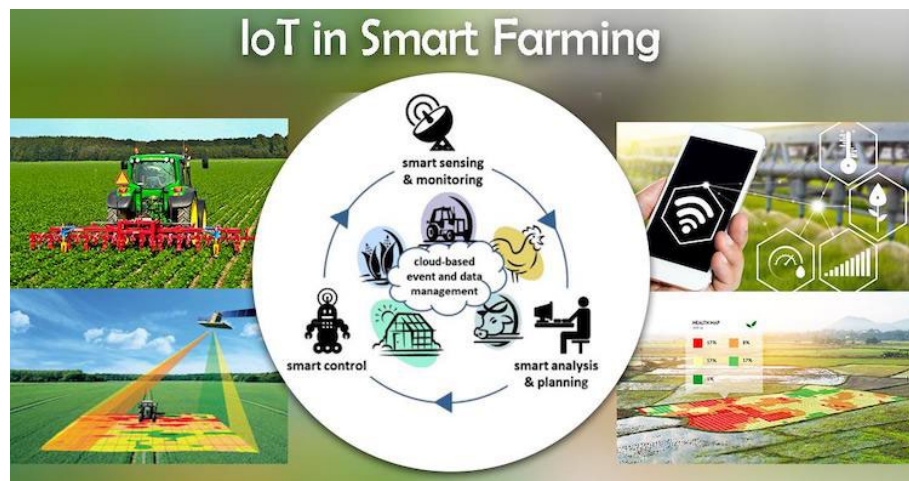
Hadirin yang saya hormati,

Dalam era revolusi industri 4.0 dan *society 5.0* yang sedang kita jalani saat ini, kita tidak bisa menafikan bahwa perkembangan teknologi telah membawa perubahan luar biasa dalam segala aspek kehidupan, termasuk dalam sektor pertanian.

Smart Farming 5.0 telah menjadi simfoni ekonomi digital yang memainkan peran kunci dalam mengubah wajah pertanian di Indonesia. *Smart Farming 5.0* mengakselerasikan teknologi maju dalam mengoptimalkan sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan, merevolusi produksi pangan dan mendorong keberlanjutan dalam menghadapi pertumbuhan populasi perkotaan. Biasanya mengacu pada pemanfaatan teknologi digital, seperti IoT, *cloud computing*, robotika, sensor, kecerdasan buatan bidang pertanian serta metaverse. (Polymeni et al., 2023).

1. *Internet of Things* (IoT) memainkan peran penting dalam *smart farming* dengan memungkinkan pemantauan dan pengumpulan data secara *real-time* untuk membuat keputusan yang tepat (Ronaghi & Forouharfar, 2020). Beberapa contoh penerapan IoT

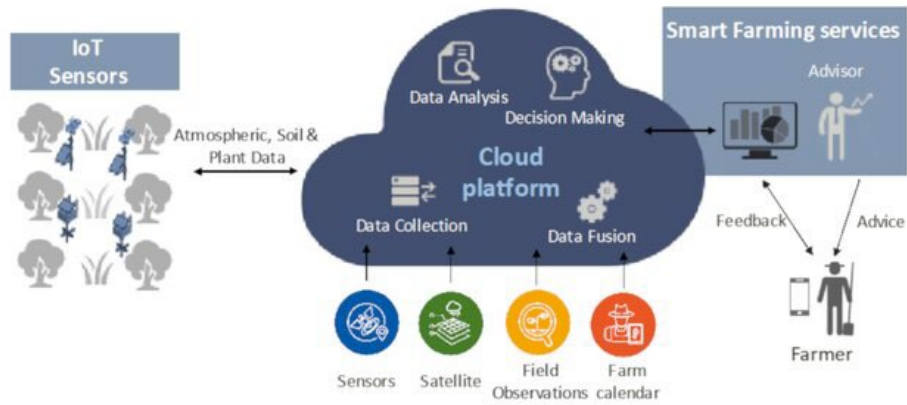
di bidang pertanian antara lain sistem pemantauan lapangan, penggunaan *drone* untuk pertanian, sistem irigasi pintar, dan sensor tanah (Harisudin et al., 2023; Macayana et al., 2023; Yang et al., 2016). Teknologi ini membantu petani mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan produktivitas, dan mendorong keberlanjutan dalam proses pertanian (Ali & Alshmrany, 2020). Adopsi solusi IoT untuk keperluan pertanian terus berkembang, seperti yang diprediksi oleh BI Intelligence bahwa jumlah pemasangan perangkat IoT untuk pertanian akan mencapai 75 juta pada tahun 2020, dan diperkirakan akan tumbuh sebesar 20 persen setiap tahunnya. Selain itu, diperkirakan ukuran pasar Smart Farming global dalam hal ini IoT akan tiga kali lipat pada tahun 2025, sehingga diperkirakan mencapai \$15,3 miliar, yang merupakan lonjakan dari sekitar \$5 miliar pada tahun 2016 (Hsu et al., 2021).



Sumber : Cleveland (2022)

Gambar 1. Aplikasi IoT dalam *Smart Farming*

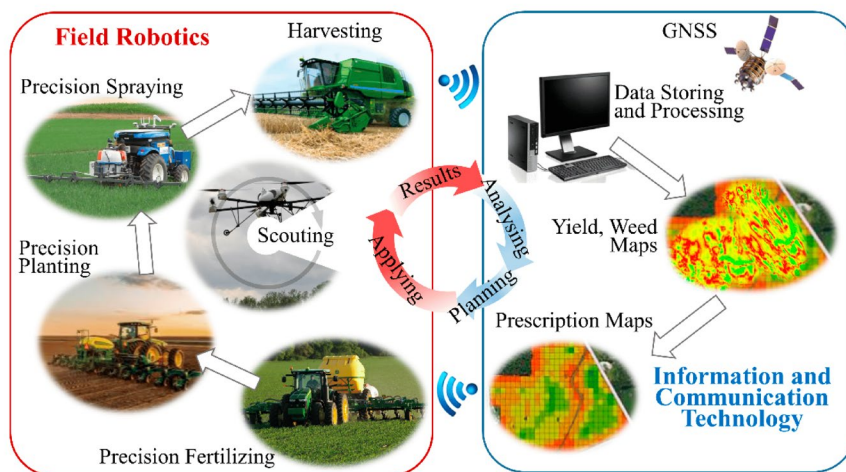
2. *Cloud computing* memainkan peran penting dalam *smart farming* dengan menyediakan server yang menawarkan informasi berdasarkan analisis data. *Cloud computing* dapat mengintegrasikan solusi berbasis data dan smart farming untuk mengelola sumber daya berkelanjutan (Qian et al., 2019). Dalam *smart farming*, *cloud computing* digunakan untuk menyimpan dan menganalisis data yang dikumpulkan dari perangkat IoT seperti sensor dan *drone* (Aarthi et al., 2016). Cloud computing juga dapat digunakan untuk mengintegrasikan banyak sensor dan aplikasi *Android* untuk memudahkan petani dalam mengatur waktu penyiraman tanaman (Sahinoglu, 2018).



Sumber: Adamides et al (2020)

Gambar 2. Aplikasi *Cloud Computing* dalam *Smart Farming*

3. Robotika memainkan peran penting dalam *smart farming* 5.0 dengan mengotomatiskan tugas yang berulang, meningkatkan produktivitas, menggunakan sumber daya secara lebih efisien, dan menurunkan biaya produksi pangan (Ball et al., 2017). Robotika dalam *smart farming* mencakup penerapan sistem otomatis dan robot untuk menilai, mengevaluasi, dan mengendalikan keberlanjutan sistem pertanian pangan yang inovatif, seperti teknologi inovatif, operasi digital, sistem produksi, sistem otonom, dll (Car et al., 2023; Ji et al., 2020; Kim et al., 2022; Polvara et al., 2021).

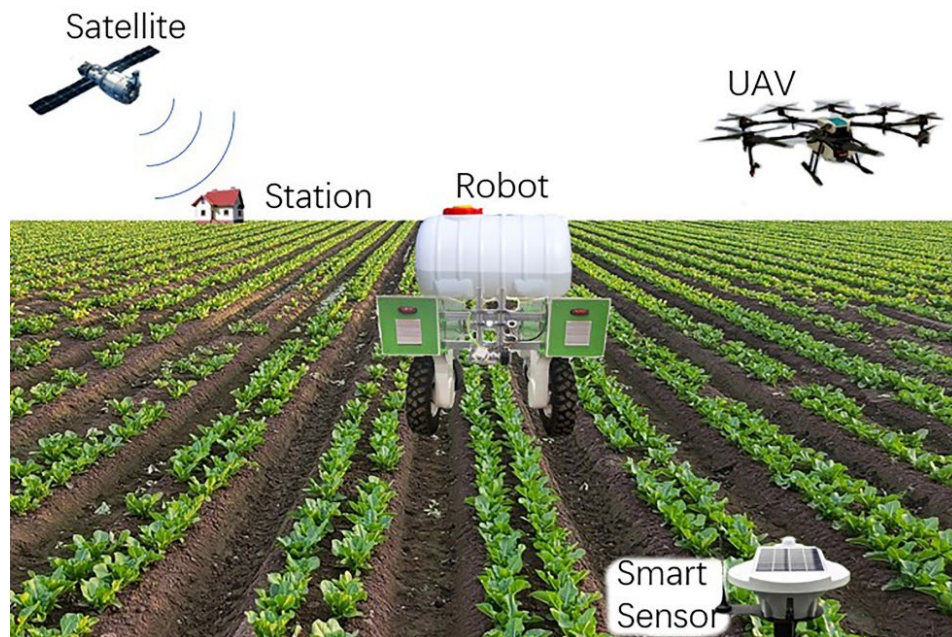


Sumber: Gonzalez-de-Santos et al (2020)

Gambar 3. Aplikasi Robotik dalam *Smart Farming*

4. Teknologi sensor dalam *smart farming* mengacu pada penggunaan berbagai sensor untuk mengumpulkan data tentang tanaman, tanah, dan lingkungan (Visconti et al., 2020). Sensor biasanya terhubung ke jaringan atau gateway yang mengirimkan data ke komputer pusat atau *server cloud* (Wadekar et al., 2020). Data ini kemudian dapat

dianalisis menggunakan perangkat lunak untuk menghasilkan wawasan dan rekomendasi bagi petani. Teknologi sensor masih dalam tahap awal pengembangan, tetapi memiliki potensi untuk merevolusi cara kita bertani (Ali & Alshmrany, 2020).



Sumber: Su et al (2023)

Gambar 4. Aplikasi Smart Sensor dalam *Smart Farming*

5. *Artificial Intelligence* (AI) berintegrasi dengan berbagai teknologi untuk mengoptimalkan operasi pertanian (Wang et al., 2020). Sensor bertenaga AI mengumpulkan dan menganalisis data tentang kualitas tanah, pola cuaca, dan kesehatan tanaman secara *real time* (Ateş, 2023). Data ini membantu petani mengambil keputusan yang tepat mengenai irigasi, pemupukan, dan pengendalian hama, sehingga menghasilkan alokasi sumber daya yang tepat dan mengurangi limbah.
6. Pengembangan SDM pertanian ke depan akan kian mudah atas hadirnya *Metaverse*. *Metaverse*, sebuah dunia virtual 3D yang imersif, memiliki potensi besar untuk merevolusi sektor pertanian. Teknologi metaverse dalam sektor pertanian mengusulkan alternatif untuk menciptakan produktivitas hasil pertanian yang lebih efektif dan meningkatkan inovasi. Penggunaan *metaverse* di pertanian melibatkan pengguna sebagai avatar yang mengolah lahan secara virtual, menggunakan alat peraga yang dibentuk oleh teknologi *virtual reality* (VR) dan *augmented reality* (AR), serta bantuan dari kecerdasan buatan (AI) untuk mendukung proses produksi (Li, 2023). *Metaverse* dalam konteks pertanian memungkinkan simulasi tanah, penanaman, dan pemeliharaan, serta memfasilitasi komunikasi dan kolaborasi antar petani secara global (X. Wang et al., 2022). Pengembangan teknologi *metaverse* di sektor pertanian akan memungkinkan

petani untuk mengalami pengalaman yang lebih realistis dan terintegrasi, serta membantu dalam menghadapi masalah seperti perubahan iklim. Dengan mengintegrasikan *metaverse* dalam sektor pertanian, kita dapat menciptakan ekosistem digital yang memperkuat ketahanan pangan dan mendorong inovasi untuk mendukung pertumbuhan berkelanjutan di masa depan.

Di sisi lain, adakalanya petani kesulitan memasarkan hasil pertaniannya. Melalui *metaverse*, pemasaran dapat memanfaatkan marketplace sehingga cepat laku dan tidak merugi. Dengan memanfaatkan *metaverse*, seorang petani dapat menyusun rencana pertemuan dengan pembeli atau bahkan investor untuk menanamkan modalnya. Isu penguatan modal pun memperoleh solusi efektif melalui *metaverse* (Irianto Jusuf, 2022).

Teknologi *Smart Farming* mengubah paradigma pertanian yang berkemajuan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan. Dengan peralatan otonom dan prediksi akurat, *Smart Farming* bukan hanya revolusi, akan tetapi merupakan fondasi masa depan pertanian yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

2. Kontribusi Smart Farming dalam Tujuan Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan

Hadirin yang saya hormati,

Keberadaan *Smart Farming* memiliki dampak multisegi lingkungan hidup, sosial dan ekonomi. Hal ini sejalan dengan tujuan Pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang didefinisikan PBB sebagai agenda pembangunan global yang komprehensif dan inklusif, yang bertujuan untuk mengakhiri kemiskinan, mengurangi kesenjangan, dan melindungi bumi untuk generasi mendatang. Dalam pembangunan pertanian berkelanjutan, implementasi kebijakan, program, dan kegiatan selalu memperhatikan keselarasan antara aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Smart Farming mempunyai dampak sosial yang signifikan dalam pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Teknologi *Smart Farming* menciptakan peluang pekerjaan baru di sektor pertanian dan teknologi, mendukung pertumbuhan ekonomi lokal, dan mengurangi tingkat pengangguran (Khan et al., 2023). Selain itu, dengan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, *Smart Farming* dapat menarik generasi muda untuk bergabung dalam pertanian dengan membantu mereka mengakui teknologi dan memahami cara mengoptimalkan proses pertanian Indonesia masa depan (Wiliam et al., 2022).

Dimensi ekonomi sesuai tujuan SDG 1,2 dan 8 yang berkaitan dengan peningkatan produktivitas dan profitabilitas serta resiliensi usaha pertanian dengan prinsip efisiensi dan daya saing. Secara keseluruhan, dampak *smart farming* pada aspek ekonomi dapat terlihat dalam peningkatan mutu hasil pertanian dan peningkatan efisiensi proses produksi. Dengan menggabungkan prinsip-prinsip ekonomi yang berkelanjutan, Konsep *smart farming* berkontribusi pada SDGs, terutama SDG 1 (Pemberantasan Kemiskinan) dan SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi), dengan memberikan dampak positif pada taraf hidup petani dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Dimensi lingkungan hidup sesuai SDG 12 dan 13 terkait dengan pemanfaatan sumber daya yang menerapkan prinsip kelestarian lingkungan dan keberlanjutan. Melalui penerapan teknologi canggih seperti sensor, IoT, dan analisis data, *Smart Farming* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, seperti air dan pupuk, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Nilipovskiy, 2020).

3. Refleksi Akselerasi Smart Farming Oleh Aktor Penta Helix

Para Guru Besar dan Hadirin yang saya hormati,

Jika kita melihat perjalanan pertanian kita pasca krisis pandemi COVID-19, kita melihat pertumbuhan tetap terjadi. Smart Farming menjadi alat ketahanan pangan Indonesia selama Pandemi COVID-19 dengan meningkatkan produktivitas pertanian, menekan biaya produksi, dan mengurangi beban kerja petani. Pemerintah Indonesia telah menargetkan penerapan smart farming di 10 juta hektar lahan pertanian pada tahun 2024. Target ini sejalan dengan upaya pemerintah untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan ketahanan pangan nasional (H. S. Lestari, 2020). Untuk tujuan ini, pemerintah tidak akan dapat bekerja sendiri tanpa berkolaborasi dengan berbagai pihak. Model penta helix sangat berguna untuk menyelesaikan masalah multi pihak dimana pemangku kepentingan mewakili berbagai kepentingan utama (Lindmark et al., 2009) yaitu sektor akademik, dunia usaha, masyarakat, pemerintah, dan media untuk menciptakan ekosistem pertanian yang baik, memastikan keberhasilan implementasi Smart Farming 5.0 dan untuk mewujudkan ketahanan pangan di Indonesia.

Dalam pengembangan smart farming, peran penting pemerintah adalah sebagai fasilitator, regulator, penyedia layanan untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sektor pertanian.



Perusahaan teknologi khususnya yang bergerak pada pengembangan teknologi pertanian perlu mengembangkan produk dan layanan smart farming yang sesuai dengan kebutuhan petani dan pasar.

Pengembangan Strategi *Smart Farming 5.0* oleh akademisi perguruan tinggi di Indonesia menjadi krusial mengingat peran mereka dalam mengintegrasikan teknologi dan ilmu pengetahuan terkini ke dalam sektor pertanian. Kegiatan tridharma perguruan tinggi dalam ketahanan pangan khususnya pengembangan Smart Farming 5.0 harus menyatukan keilmuan multidisipliner klaster ekonomi, pertanian dan teknik.

Sektor pertanian di Indonesia tidak dapat terlepas dari peran kelembagaan dengan transformasi melalui beberapa cara, seperti holding, konsolidasi, dan modernisasi pertanian, menumbuhkan pengusaha muda pertanian lokal profesional, serta kerja sama antara kelompok tani, gapoktan, koperasi pertanian, dan perusahaan mitra berupa BUMN, BUMD, BUMDes, dan swasta. Generasi muda kini harus menjadi pionir dalam mendorong Smart Farming melalui keterlibatan dalam pengembangan teknologi dan bisnis pertanian di Indonesia.

Media memiliki potensi besar untuk meningkatkan kesadaran, mendidik, dan memotivasi para pemangku kepentingan, terutama petani, terkait manfaat dan penerapan teknologi pertanian cerdas. Melalui kampanye media, petani dapat diberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana teknologi seperti sensor, drone, dan IoT dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan pertanian mereka.

Kolaborasi dari 5 (lima) pemangku kepentingan ini diharapkan dapat mewujudkan sebuah kebijakan yang didukung oleh beragamnya sumber daya yang saling berinteraksi secara sinergis (Luh & Dewi, 2019).

4. Kontribusi terapan dalam dukungan smart farming 5.0

Bapak/Ibu hadirin yang saya hormati,

Melalui orasi ini, saya membawakan visi Smart Farming 5.0 sebagai bagian dari harmonisasi Digital-Sustainable Economy Indonesia menuju Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Saya beserta tim riset telah melakukan riset dengan membuat prototype platform digitalisasi pertanian melalui Pengembangan Desain Prototype Aplikasi B-Horti Untuk Edukasi Dan Pemantauan Tanaman Hortikultura. Tim peneliti kami sudah mengajukan HKI ke Binus University, dan kini sedang menunggu sertifikat HKI terbit.



Saya berharap orasi ilmiah ini menjadi Langkah awal memimpin pergerakan Bina Nusantara dalam transformasi pertanian menuju Smart Farming 5.0, dengan memanfaatkan teknologi mutakhir seperti AI, IoT, Big Data, dan Metaverse untuk meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan penghidupan petani. Visi ini bertujuan untuk menciptakan model pertanian yang tidak hanya berteknologi maju tetapi juga berkelanjutan secara ekonomi dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Terdapat beberapa langkah strategi menjadi usulan penguatan peran civitas akademika BINUS maupun industri dan pemerintah dalam akselerasi Smart Farming 5.0.

Ke depan diperlukan penjelajahan potensi alat pengambilan keputusan yang didukung AI untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya, strategi penetapan harga, dan akses pasar bagi petani. Selain itu, dengan keunggulan BINUS Semarang sebagai pusat Pendidikan yang mengusung *metaverse*, saya sedang dalam proses pengujian kelayakan ekonomi dari pengintegrasian teknologi *Metaverse* ke dalam pelatihan pertanian, layanan penyuluhan, dan platform pasar virtual. Semoga tahun 2024 yang merupakan tahun naga kayu menjadi tahun yang baik untuk membangun landasan yang kokoh untuk sesuatu yang baru dan berpotensi berkelanjutan.

Penutup

Hadirin yang saya hormat,

Pada kesempatan ini izinkan saya menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang berkontribusi dan mengiringi Khittah Perjuangan Hidup saya hingga sampai detik ini.

1. Menteri Pendidikan Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Bapak Nadiem Anwar Makarim, beserta jajaran yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk menjabat sebagai Guru Besar dalam bidang Ilmu Ekonomi pada BINUS Business School-Undergraduate Program, Universitas Bina Nusantara
2. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah III DKI Jakarta Prof. Dr. Toni Toharudin, S.Si., M.Sc. beserta jajaran yang telah sangat membantu dalam pembinaan dan proses pengajuan guru besar saya.
3. Ketua Yayasan Bina Nusantara Bapak Ir. Bernard Gunawan beserta Jajaran yang telah memberi kesempatan dan membina saya sejak menjadi Dosen tahun 2014.
4. Ketua Dewan Professor Universitas Bina Nusantara Bapak Prof. Dr. Ir. Harjanto Prabowo, M.M atas segala dukungan, arahan dan tempaan kepada saya dalam menjalankan caturdarma perguruan tinggi ini. Pencapaian ini merupakan suatu

kehormatan dan tanggung jawab yang akan saya emban dengan penuh dedikasi dan integritas.

5. Rektor Universitas Bina Nusantara, Ibu Nelly, beserta jajaran Prof. Engkos, Bu Reina, bapak Yohannes Kurniawan, Bapak Johan, Prof. Juneman Abraham, dan Prof. Tirta.
6. Executive Dean BBS Bapak Prof. Dr. Dezie Warganegara, Dekan Bapak Dr. Hardijanto Saroso, beserta HoP, HoD dan Seluruh Faculty member di BINUS Business School khususnya Program Studi Bisnis Digital.
7. Direktur BINUS @Semarang Campus Bapak Dr. Boto Simatupang atas arahan pembinaan sejak saya menjadi dosen di Program Bisnis Digital BINUS @Semarang.
8. Manager beserta HoD dan Seluruh Faculty member di BINUS Online tempat saya bertugas selama kurang lebih 7 Tahun pada Program Studi PJJ Manajemen.
9. Pimpinan dan Dosen Program DRM BINUS tempat saya membimbing Calon Doktor BINUS
10. Pimpinan dan Member LRC BINUS Bu Olif, Pak Rial, Bu Ika, Bu Tari, Pak Joko dan seluruh tim yang telah membantu proses pengajuan Guru Besar saya dan sekaligus menjadi panitia Bersama Tim Binus Semarang yang telah ikut menyukseskan acara pengukuhan yang diadakan pertama kali di Kampus Semarang.
11. Para Guru Besar Tamu yang hadir sebagai Anggota dewan pelantik Prof. Dr. Suharnomo, SE. M.Sc (UNDIP), Prof. Dra. Indah Soesilowati, M.Sc. Ph.D, (UNDIP), Prof. Dr. Y. Sutomo, MM. (ITB Semarang), Prof. Dr. Sucihatiningsih Dian Wisika Prajanti, M.Si. (UNNES) dan Prof. Dr. Tika Widiastuti, S,E., M.M. (UNAIR).
12. Promotor S3 Saya Prof. Indah Susilowati, sebagai ibu yang mengajarkan berbagai hal dengan sabar, dan Co Promotor saya Prof. Waridin, & Prof. Purbayu yang tak henti-hentinya memberikan semangat dalam menyelesaikan program doctoral saya.
13. Alm. Prof. Dyah, sahabat setia dan penyemangat dalam perjalanan hidup saya. Engkau selalu ada ketika aku membutuhkan bahu untuk bersandar dan menjadi teman dalam diskusi di segala bidang. Terima kasih atas semua kenangan dan pelajaran berharga yang telah engkau bagi bersamaku. Pencapaian guru Besar ini merupakan salah satu realisasi mimpi yang telah sama-sama kita raih dengan suka dan duka. Doaku semoga damai di sisi tuhanMu.
14. Sahabat-sahabat akademis saya Prof. Suci, Prof. Kessy, dan mbak Efri yang telah bersedia bekerjasama untuk riset sekaligus mendengar keluh kesah, memberikan dukungan dan do'a terbaik di kala bahagia maupun duka.



15. Para Mahasiswa bimbingan saya diantaranya adalah Alfarizi, Hanum, Alma, Geby, Aisyah, Rafif dan yang lainnya, juga para alumni Mas Mahfud, Christian, Putu. Marisa dan yang lainnya.
16. kepada para guru yang telah mendidik saya mulai dari SD Candibaru, SMP Negeri 5 dan SMA Sedes Sapientiae Semarang atas bekal ilmu yang diberikan.
17. Para Dosen Saya di Universitas Stikubank Semarang, di Universitas Widyagama Malang, Universitas Padjadjaran Bandung, serta Universitas Diponegoro Semarang yang telah mendidik saya selama menempuh pendidikan tinggi.
18. Bapak dan Ibu yang telah memberikan karangan bunga, video ucapan dan doa pada pengukuhan ini.
19. Gelar Guru Besar ini khusus saya persembahkan untuk orang tua tercinta, Alm Bapak Dullah Sarengat dan Ibu Chomsiatun. Terima kasih yang sebesar-besarnya Ananda haturkan atas segala usaha, baik secara moril dan finansial secara penuh khususnya di dunia Pendidikan hingga ke jenjang Doktoral, do'a ayah ibu yang tak pernah terputus, menjadi suri tauladan bagi saya, segala pengorbanan yang tak terukur dalam mengasuh, membesarkan, dan mendidik Ananda sehingga Ananda dapat mengecap pendidikan tertinggi dan sekarang berdiri di mimbar yang sangat terhormat ini. Ananda bangga menjadi putri Ayah dan ibu yang selalu memomorsatukan menuntut ilmu. Prestasi yang Ananda capai ini sejatinya merupakan prestasi Gemilang Ayah dan Ibu.
20. Kepada mertua saya, Alm. Bapak Soeparendo dan Alm. Ibu Soemarni atas dukungan dan do'a terbaik.
21. Suami Tercinta, Ir. Bambang Siswanto, S.H., M.Hum atas segala pengorbanan dan kesabaran, kepercayaan dan kesetiaan, serta do'a yang tak pernah terputus untuk kebaikan saya. Kepada kedua buah hati saya Milchazena Veda Dowandrisa dan Laudzakhansa Mahatva Dowandrisa atas pengertian dan kesabaran di tengah kesibukan mama. Juga menantu saya Luthfi Farhana yang telah banyak memberi dukungan serta cucu pertama yang selalu saya rindukan Aksara Valerio Lathif.
22. Seluruh pihak yang hadir dalam pengukuhan baik Luring maupun Daring yang telah meluangkan waktu dan bersabar mengikuti acara ini dengan khidmat hingga selesai.

Saya juga menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat hal-hal yang kurang berkenan selama prosesi pengukuhan berlangsung. Semoga perhatian, kehadiran dan doa tulus dari para hadirin mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT, aamiin YRA.



Untuk mengakhiri orasi ini iijinkan saya menyampaikan sebuah puisi yang berjudul

Ukiran Mimpi di Ruang Hati

Pelik dawai kehidupan, denting menantang di selipan senyuman,
Hati bergetar, tak kenal menyerah, berjuang,
Mimpi jadi pemandu, di laut liku kehidupan,
Berlayar dengan keyakinan, mengarungi badai, menerjang.

Derai keringat, mengalir di sungai juang,
Menetes menjadi cerita dan kenangan,
Mengukir keberanian di relung hati tak berdaya,
Mengajarkanku bawa perjuangan itu tumbuh bertambah.

Simfoni merdu, mengalun dalam dada,
Jalan berliku, meliuk di peta waktu tak menentu,
Namun, di setiap penantian dan pertemuan,
Ada rencana yang indah, tak terbaca oleh mata.

Akhirnya, di ujung pelangi menyaji pesona,
Bunga syukur bermekaran di taman asa,
Mengucap syukur pada Sang Maha Cipta
Karena setiap detik perjuangan, adalah mimpi-mimpi yang terukir.

Terima Kasih

Billahi Taufik Wal Hidayah. Wassalamualaikum. Wr. Wb



Daftar Pustaka

- Aarathi, B., Saranya, R., Vaishnavi, M., & Senthil Kumaran, U. (2016). Agriculture facilitation using cloud computing - Survey. *International Journal of Pharmacy and Technology*, 8(4), 22028–22035. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85018209343&partnerID=40&md5=8935be5024a359c242affddacd1dc3dd>
- Adamides, G., Kalatzis, N., Stylianou, A., Marianos, N., Chatzipapadopoulos, F., Giannakopoulou, M., Papadavid, G., Vassiliou, V., & Neocleous, D. (2020). Smart farming techniques for climate change adaptation in cyprus. *Atmosphere*, 11(6), 557. <https://doi.org/10.3390/atmos11060557>
- Agussabti, A., Rahmaddiansyah, R., Hamid, A. H., Zakaria, Z., Munawar, A. A., & Abu Bakar, B. (2022). Farmers' perspectives on the adoption of smart farming technology to support food farming in Aceh Province, Indonesia. *Open Agriculture*, 7(1), 857–870. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0145>
- Ali, A., & Alshmrany, S. (2020). Internet of things (IoT) Embedded Smart Sensors System For Agriculture And Farm Management. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 7(10), 38–45. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2020.10.005>
- Ambarita, E. E., Karlsen, A., Osen, O., & Hasan, A. (2023). Towards fully autonomous floating offshore wind farm operation & maintenance. *Energy Reports*, 9, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.09.148>
- Anubhav, K., Agarwal, M., & Aashish, K. (2023). Smart farming for future: a structural relation analysis of attitude, facilitating condition, economic benefit and government support. *Technology Analysis and Strategic Management*. <https://doi.org/10.1080/09537325.2023.2283550>
- Ateş, K. T. (2023). Estimation of Short-Term Power of Wind Turbines Using Artificial Neural Network (ANN) and Swarm Intelligence. *Sustainability (Switzerland)*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/su151813572>
- Bafdal, N., & Ardiansah, I. (2020). *Smart Farming Berbasis Internet Of Things dalam Greenhouse*. Unpad Press.
- Ball, D., Ross, P., English, A., Milani, P., Richards, D., Bate, A., Upcroft, B., Wyeth, G., & Corke, P. (2017). Farm workers of the future: Vision-based robotics for broad-acre agriculture. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 24(3), 97–107. <https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2616541>
- Farid, M., Ridwan, I., Adzima, A. F., & Anshori, M. F. (2021). Penggunaan Pesawat Tanpa Awak (Drone) Dalam Melakukan Pemantauan Dan Identifikasi Otomatis Pada Pertanaman Jagung Di Kelompok Tani Pattarowangta, Kabupaten Takalar. *Jurnal Dinamika Pengabdian (JDP)*, 7(1).
- Bhattacharjee, P., Jana, R. K., & Bhattacharya, S. (2022). Improving the Yearly Profit of Wind Farm with Artificial Intelligence Technique. *Mindanao Journal of Science and*

Technology, 20(2), 174–189. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85146341039&partnerID=40&md5=947519fa6ec7e1760a93a0e24f507b48>

- Branca, G., Arslan, A., Paolantonio, A., Grewer, U., Cattaneo, A., Cavatassi, R., Lipper, L., Hillier, J., & Vetter, S. (2021). Assessing the economic and mitigation benefits of climate-smart agriculture and its implications for political economy: A case study in Southern Africa. *Journal of Cleaner Production*, 285. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125161>
- Car, M., Ferreira, B. A., Vuletic, J., & Orsag, M. (2023). Structured Ecological Cultivation With Autonomous Robots in Agriculture: Toward a Fully Autonomous Robotic Indoor Farming System. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 30(4), 77–87. <https://doi.org/10.1109/MRA.2023.3315934>
- Caya, B. A., Caya, A. S. J. B. A., & Jamil, A. S. (2023). Kinerja Sistem Penyuluhan Pertanian Indonesia di Tengah Pandemi COVID19. *Suluh Tani*, 1(2), 1–15.
- Chaudhary, G. (2023). Environmental Sustainability: Can Artificial Intelligence be an Enabler for SDGs? *Nature Environment and Pollution Technology*, 22(3), 1411–1420. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2023.v22i03.027>
- Cleveland, C. (2022, December 28). Peran Teknologi IoT Dalam Pertanian. RethinkCleveland. <https://rethinkcleveland.org/peran-teknologi-iot-dalam-pertanian/>
- Cooke, P., Yun, J. J., Zhao, X., & Kim, Y. (2019). The digital, quaternary or 4.0 web economy: Aspects, effects and implications. *International Journal of Knowledge-Based Development*, 10(3), 193–212. <https://doi.org/10.1504/IJKBD.2019.103201>
- Eteng, I., Ugbe, C., & Oladimeji, S. (2022). Implementing Smart Farming Using Internet Technology and Data Analytics: A Prototype of A Rice Farm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(2–117), 48–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259113>
- Faisal, G., Sreelakshmi, S., & Chandra S. S, V. (2023). Crop Yield Prediction for Smart Agriculture with Climatic Parameters Using Random Forest. *Communications in Computer and Information Science*, 1848 CCIIS, 367–376. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37940-6_30
- Gonzalez-de-Santos, P., Fernández, R., Sepúlveda, D., Navas, E., Emmi, L., & Armada, M. (2020). Field robots for Intelligent Farms—inhering features from industry. *Agronomy*, 10(11), 1638. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111638>
- Harisudin, M., Riptanti, E. W., Setyowati, N., & Khomah, I. (2023). Determinants of the Internet of Things adoption by millennial farmers. *AIMS Agriculture and Food*, 8(2), 329–342. <https://doi.org/10.3934/AGRFOOD.2023018>
- Hsu, W.-L., Wang, W.-K., Fan, W.-H., Shiau, Y.-C., Yang, M.-L., & Lopez, D. J. D. (2021). Application of internet of things in smart farm watering system. *Sensors and Materials*, 33(1), 269–283. <https://doi.org/10.18494/SAM.2021.3164>

- Inna, L., Lukash, S., Nataliia, M. H., & Alina, B. (2021). Digitalization, robotics, and genomic research in Livestock development. *International Journal of Business Analytics*, 8(2), 38–45. <https://doi.org/10.4018/IJBAN.2021040103>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 150–164. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.09.004>
- Ji, B., Banhazi, T., Ghahramani, A., Bowtell, L., Wang, C., & Li, B. (2020). Modelling of heat stress in a robotic dairy farm. Part 4: Time constant and cumulative effects of heat stress. *Biosystems Engineering*, 199, 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.07.014>
- Kadir, K., & Prasetyo, O. R. (2021). Determinan demografi penggunaan internet petani padi di Indonesia dan kaitannya dengan produktivitas. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2021(1), 166–175.
- Khamkhunmuang, T., Punchay, K., Promburom, P., & Wangpakapattanawong, P. (2022). Developing Climate-Smart Agriculture Indicators for SDG 1 and Environmental Implications in Northern Thailand. *EnvironmentAsia*, 15(3), 1–13. <https://doi.org/10.14456/ea.2022.43>
- Khan, N., Lau, T. C., & Tan, B. C. (2023). Adoption of smart urban farming to enhance social and economic well-being of elderly: a qualitative content analysis. *Food Research*, 7(5), 114–118. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(5\).46](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(5).46)
- Kim, J., Pyo, H., Jang, I., Kang, J., Ju, B., & Ko, K. (2022). Tomato harvesting robotic system based on Deep-ToMaToS: Deep learning network using transformation loss for 6D pose estimation of maturity classified tomatoes with side-stem. *Computers and Electronics in Agriculture*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107300>
- Koutridi, E., & Christopoulou, O. (2023). “The importance of integrating Smart Farming Technologies into Rural Policies (Aiming at sustainable rural development)-Stakeholders’ views”. *Smart Agricultural Technology*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100206>
- Kumar, S. S., Shankar, K. S., Sunil, E., Saidulu, P., Rajeswaran, N., & Prasad, G. V. H. (2023). Digitized Smart Farming Technology for Urban Agriculture for Future Sustainability. *Communications in Computer and Information Science*, 1781 CCIS, 384–390. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35641-4_31
- Kumar Singh, D., & Sobti, R. (2022). Long-range real-time monitoring strategy for Precision Irrigation in urban and rural farming in society 5.0. *Computers and Industrial Engineering*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107997>
- Lahjie, A. M., Rayadin, Y., & Ruslim, Y. (2020). The ecology, productivity and economic of swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*) farming in Kota Bangun, East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(7), 3117–3126. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210732>

- Lestari, A. D., & Nurriski, Y. J. (2022). Application of pest detection on vegetable crops using the cnn algorithm as a smart farm innovation to realize food security in the 4.0 era. *Journal of Soft Computing Exploration*, 3(2), 111–116.
- Lestari, H. S. (2020). Pertanian Cerdas Sebagai Upaya Indonesia Mandiri Pangan. *Jurnal Agrita*, 2(1), 55–59.
- Macayana, Y. L. K., Fernandez, I. C., Ung, K. P., Austria, I., De Leon, M. T. G., Densing, C. V. J., Eslit, J. J., Magpantay, P., Miras, C. P., Ong, D., Santos, C., Talampas, M., Tiglaio, N. M. C., & Rosales, M. D. (2023). Internet of things-based indoor smart hydroponics farm monitoring system. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 13(2), 2326–2339. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i2.pp2326-2339>
- Mi, Q., Li, X., Li, X., Yu, G., & Gao, J. (2021). Cotton farmers' adaptation to arid climates: Waiting times to adopt water-saving technology. *Agricultural Water Management*, 244. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106596>
- Mitchell, D., Blanche, J., Zaki, O., Roe, J., Kong, L., Harper, S., Robu, V., Lim, T., & Flynn, D. (2021). Symbiotic System of Systems Design for Safe and Resilient Autonomous Robotics in Offshore Wind Farms. *IEEE Access*, 9, 141421–141452. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3117727>
- Moghayedi, A., Richter, I., Owoade, F. M., Kapanji-Kakoma, K. K., Kaliyadasa, E., Francis, S., & Ekpo, C. (2022). Effects of Urban Smart Farming on Local Economy and Food Production in Urban Areas in African Cities. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/su141710836>
- Newell, P., & Taylor, O. (2018). Contested landscapes: the global political economy of climate-smart agriculture. *Journal of Peasant Studies*, 45(1), 108–129. <https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1324426>
- Nilipovskiy, V. (2020). Organic Farming - Key To A Smart Green Life Future. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*, 20(6.2), 211–218. <https://doi.org/10.5593/sgem2020V/6.2/s09.27>
- Oliveira, A. C. L. D., Renato, N. D. S., Martins, M. A., Mendonça, I. M. D., Moraes, C. A., & Lago, L. F. R. (2023). Renewable energy solutions based on artificial intelligence for farms in the state of Minas Gerais, Brazil: Analysis and proposition. *Renewable Energy*, 204, 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.12.101>
- Polvara, R., Del Duchetto, F., Neumann, G., & Hanheide, M. (2021). Navigate-and-Seek: A Robotics Framework for People Localization in Agricultural Environments. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 6(4), 6577–6584. <https://doi.org/10.1109/LRA.2021.3094557>
- Polymeni, S., Plastras, S., Skoutas, D. N., Kormentzas, G., & Skianis, C. (2023). The Impact of 6G-IoT Technologies on the Development of Agriculture 5.0: A Review. *Electronics (Switzerland)*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/electronics12122651>

- Pratama, N. A. (2022). Aplikasi Sistem Informasi Data Petani Dengan Optical Character Recognition Berbasis Android. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 6(1), 92–101.
- Qian, P., Zhang, D., Tian, X., Si, Y., & Li, L. (2019). A novel wind turbine condition monitoring method based on cloud computing. *Renewable Energy*, 135, 390–398. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.12.045>
- Rachmawati, R. (2018). Pengembangan Smart Village untuk Penguatan Smart City dan Smart Regency. *Jurnal Sistem Cerdas*, 1(2), 12–19.
- Ragazou, K., Garefalakis, A., Zafeiriou, E., & Passas, I. (2022). Agriculture 5.0: A New Strategic Management Mode for a Cut Cost and an Energy Efficient Agriculture Sector. *Energies*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/en15093113>
- Ridwan, M., Arum, P. R., Permana, M. A., Amri, I. F., & Purnomo, E. A. (2023). Pembuatan puding jagung sebagai sarana pemberdayaan produk lokal untuk meningkatkan nilai tambah hasil pertanian. *Indonesian Journal Of Community Service*, 3(2), 110–116.
- Rokade, A., & Singh, M. (2023). Smart Farming System Based on IoT for Precision Controlled Greenhouse Management. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 968, 435–443. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7346-8_37
- Ronaghi, M. H., & Forouharfar, A. (2020). A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoTs) in smart farming in a typical Middle Eastern country within the context of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT). *Technology in Society*, 63, 101415. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101415>
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Roshanianfard, A., Noguchi, N., & Kamata, T. (2019). Design and performance of a robotic arm for farm use. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(1), 146–158. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20191201.3721>
- Rozaki, Z., Wijaya, O., Rahmawati, N., & Rahayu, L. (2021). Farmers' disaster mitigation strategies in Indonesia. *Reviews in Agricultural Science*, 9, 178–194. https://doi.org/10.7831/ras.9.0_178
- Sahinoglu, M. (2018). CLOUD computing risk management for server-farm repair rates, consumer load cycle, server-farm repair crew count, and additional servers. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 10(2). <https://doi.org/10.1002/wics.1424>
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. *Agronomy*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- Simarmata, T. (2019). Percepatan transformasi teknologi dan inovasi dalam era smart farming dan petani milenial untuk meningkatkan produktivitas, nilai tambah dan daya saing pertanian Indonesia. *Makalah Pada Rangkaian Seminar/Kuliah Umum Tanggal*, 19.

- Sirisamphanwong, C., Wongthai, W., & Ngoenmeesri, R. (2019). An approach to enhance a solar pumping system with cloud computing and internet of things for Thailand smart farming 4.0. *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, 10(2), 147–157. <https://doi.org/10.24507/icicelb.10.02.147>
- Sørensen, C. A. G., Kateris, D., & Bochtis, D. (2019). ICT Innovations and Smart Farming. *Communications in Computer and Information Science*, 953, 1–19. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12998-9_1
- Su, D., Qiao, Y., Jiang, Y., Valente, J., Zhang, Z., & He, D. (2023). Editorial: AI, Sensors and Robotics in plant phenotyping and Precision Agriculture, volume II. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1215899>
- Su, J.-J., Ding, S.-T., & Chung, H.-C. (2020). Establishing a smart farm-scale piggery wastewater treatment system with the internet of things (IoT) applications. *Water (Switzerland)*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/w12061654>
- Vangala, A., Das, A. K., Chamola, V., Korotaev, V., & Rodrigues, J. J. P. C. (2023). Security in IoT-enabled smart agriculture: architecture, security solutions and challenges. *Cluster Computing*, 26(2), 879–902. <https://doi.org/10.1007/s10586-022-03566-7>
- Visconti, P., de Fazio, R., Velázquez, R., Del-Valle-soto, C., & Giannoccaro, N. I. (2020). Development of sensors-based agri-food traceability system remotely managed by a software platform for optimized farm management. *Sensors (Switzerland)*, 20(13), 1–43. <https://doi.org/10.3390/s20133632>
- Wadekar, S., Walanju, P., Koli, R., Rathod, S., & Rote, P. (2020). Automatic farm irrigation system using sensors. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(8 Special Issue), 2051–2056. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084242760&partnerID=40&md5=4240159d91319d884b1fc1a65c1ff595>
- Wang, Y., Yu, Y., Cao, S., Zhang, X., & Gao, S. (2020). A review of applications of artificial intelligent algorithms in wind farms. *Artificial Intelligence Review*, 53(5), 3447–3500. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09768-7>
- Wiliam, A., Arief, M., Bandur, A., & Tjhin, V. U. (2022). Farmers' Intention as Mediator: Does Government Social Power Predict Real Use Behavior of Smart-Farming Technology? *Journal of Logistics, Informatics and Service Science*, 9(3), 328–346. <https://doi.org/10.33168/LISS.2022.0322>
- Yang, J., Dong, B., Wang, Z., Guo, B., & Hao, S. (2016). Research on the rabbit farm environmental monitoring and early warning system based on the internet of things. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 13(9), 5964–5970. <https://doi.org/10.1166/jctn.2016.5513>
- Yuniar, R. (2022). *Jembatan Emas Ketahanan Pangan-Perspektif Komunikasi*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

Zerssa, G., Feyssa, D., Kim, D.-G., & Eichler-Löbermann, B. (2021). Challenges of smallholder farming in Ethiopia and opportunities by adopting climate-smart agriculture. *Agriculture (Switzerland)*, 11(3), 1–26. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030192>

