

Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Optimalisasi Produksi Tanaman Pangan: Studi Bibliometrik Skala Nasional

Muh. Aniar Hari Swasono¹, Dianta Mustofa K.², Hanifah Nurul Muthmainah³

¹Universitas Yudharta Pasuruan: aniarhari@yudharta.ac.id

²Politeknik Negeri Jakarta: dianta@pnj.ac.id

³Universitas Siber Muhammadiyah: hanifah20220200046@sibermu.ac.id

ABSTRAK

Integrasi teknologi informasi (TI) ke dalam produksi tanaman telah muncul sebagai pendekatan transformatif untuk meningkatkan produktivitas pertanian, efisiensi sumber daya dan keberlanjutan. Analisis bibliometrik ini mengeksplorasi lanskap penelitian yang berkembang di bidang ini, dengan fokus pada pemanfaatan TI untuk mengoptimalkan produksi tanaman. Analisis ini mencakup tren publikasi, penulis berpengaruh, jaringan penulisan bersama, pola kutipan, dan tema yang muncul. Hasilnya menunjukkan peningkatan yang stabil dalam aktivitas penelitian, yang menyoroti meningkatnya pengakuan potensi TI dalam mengatasi tantangan ketahanan pangan global. Penulis terkemuka dan kolaborasi interdisipliner menggarisbawahi sifat multifaset lapangan. Makalah utama menjelaskan pentingnya konsep seperti *Internet of Things*, manajemen rantai pasokan, dan pembangunan berkelanjutan. Munculnya kata kunci seperti "pertanian presisi", "data besar" dan "ekonomi sirkular" menandakan eksplorasi pendekatan inovatif untuk meningkatkan praktik pengelolaan tanaman. Analisis ini menawarkan wawasan bagi para peneliti, pembuat kebijakan, dan praktisi. Temuan ini menjelaskan arah penelitian utama dan area di mana TI dapat mendorong dampak positif, mulai dari optimalisasi sumber daya hingga pengurangan limbah. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi kesenjangan dan tren yang muncul, memandu pengembangan strategi untuk memanfaatkan potensi TI dalam optimalisasi produksi tanaman.

Kata Kunci: Informasi, Teknologi, Pangan, Produksi, Analisis Bibliometrik

ABSTRACT

The integration of information technology (IT) into crop production has emerged as a transformative approach to improve agricultural productivity, resource efficiency and sustainability. This bibliometric analysis explores the evolving research landscape in this area, with a focus on leveraging IT to optimize crop production. The analysis covers publication trends, influential authors, co-authorship networks, citation patterns and emerging themes. The results show a steady increase in research activity, which highlights the growing recognition of IT's potential in addressing global food security challenges. Prominent authors and interdisciplinary collaborations underscore the multifaceted nature of the field. Keynote papers explain the importance of concepts such as the Internet of Things, supply chain management, and sustainable development. The emergence of buzzwords such as "precision agriculture", "big data" and "circular economy" signals the exploration of innovative approaches to improve crop management practices. This analysis offers insights for researchers, policymakers and practitioners. The findings shed light on key research directions and areas where IT can drive positive impact, from resource optimization to waste reduction. In addition, the research identifies gaps and emerging trends, guiding the development of strategies to harness the potential of IT in crop production optimization.

Keywords: Information, Technology, Food, Production, Bibliometric Analysis

PENDAHULUAN

Mengintegrasikan teknologi informasi (TI) ke dalam pertanian dapat memainkan peran penting dalam mengoptimalkan produksi tanaman pangan dan mengatasi tantangan global ketahanan pangan. Dengan populasi dunia yang diproyeksikan mencapai 9 miliar pada tahun 2050, ada kebutuhan mendesak untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian sambil memastikan praktik berkelanjutan yang melestarikan sumber daya alam (Leridon, 2020). Penggunaan TI dalam pertanian dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan

nutrisi, meningkatkan pengelolaan tanaman, dan mengurangi dampak lingkungan. Misalnya, efisiensi penggunaan air pertanian dapat ditingkatkan melalui penilaian indeks produktivitas air (WP) dan efisiensi air (WE), yang dapat membantu mencapai peningkatan produktif dan efektif nasional (Cao et al., 2021).

Selain itu, pendekatan dan praktik baru dalam pertanian berkelanjutan dapat berkontribusi untuk mengatasi tantangan sosial seperti perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya (Budiman et al., 2022; Iskandar & Sarastika, 2023; Juniarso et al., 2022; Muhie, 2022). Dalam konteks sistem pertanian berbasis sereal, meningkatkan sistem akar menangkap air dan nutrisi dari lapisan tanah yang lebih dalam telah diusulkan untuk meningkatkan produktivitas dan hasil lingkungan (Thorup-Kristensen & Kirkegaard, 2016). Selanjutnya, berinvestasi dalam kesehatan dapat menyebabkan peningkatan pendapatan, upah, efisiensi, dan produktivitas di bidang pertanian (McNamara et al., 2012). Perikanan juga dapat berkontribusi untuk memenuhi permintaan pangan yang terus meningkat. Ikan menyediakan setidaknya 15% dari rata-rata asupan protein hewani per kapita untuk lebih dari 4,5 miliar orang (Béné et al., 2015). Memastikan produksi dan konsumsi ikan yang berkelanjutan dapat membantu mempertahankan tingkat konsumsi dan berpotensi menggantikan sumber protein hewani lainnya. Singkatnya, integrasi TI ke dalam pertanian dapat membantu mengoptimalkan produksi tanaman pangan dan berkontribusi untuk mengatasi tantangan global ketahanan pangan. Hal ini dapat dicapai melalui peningkatan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, pengelolaan tanaman yang lebih baik, praktik pertanian berkelanjutan, dan dimasukkannya sumber makanan alternatif seperti perikanan (Iskandar et al., 2023; Iskandar & Kaltum, 2022).

Teknologi informasi (TI) telah berdampak signifikan pada sektor pertanian, yang mengarah pada perubahan paradigma dalam praktik pertanian tradisional dan memungkinkan terwujudnya pertanian presisi. Solusi TI telah membantu memfasilitasi pengumpulan data, analisis, dan pengambilan keputusan di bidang pertanian, meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan profitabilitas (Milovanović, 2014). Kendaraan udara tak berawak (UAV) adalah salah satu contoh adopsi TI di bidang pertanian. Mereka dapat dengan mudah memperoleh data real-time dan memiliki potensi besar untuk mengatasi dan mengoptimalkan solusi untuk masalah pertanian. UAV telah digunakan untuk tugas-tugas seperti penyemprotan, pemantauan, estimasi hasil, dan deteksi gulma (Aslan et al., 2022). Alat pertanian digital berbasis AI dapat menawarkan fungsionalitas prediktif berkinerja tinggi, tetapi penerapannya lambat karena kurangnya bukti kuantitatif nyata tentang manfaatnya bagi petani (Tsoumas et al., 2022). Internet of Things (IoT) juga berperan dalam pengembangan sistem pengumpulan dan analisis data pertanian cerdas. Sistem ini dapat menganalisis data produksi pertanian besar-besaran yang dihasilkan oleh perangkat IoT, memungkinkan pemantauan jarak jauh dan meningkatkan efisiensi pertanian (X. Wu & Li, 2023).

Selain itu, inisiatif e-governance telah diterapkan untuk membantu mempromosikan pembangunan pertanian, meningkatkan mata pencaharian petani, dan mendorong partisipasi aktif pemangku kepentingan (Panganiban, 2019). Pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan juga dimanfaatkan dalam pertanian presisi dan pertanian pintar, dengan potensi untuk lebih merevolusi sektor ini (Shaikh et al., 2022). Singkatnya, TI telah merevolusi sektor pertanian dengan memungkinkan pertanian presisi, meningkatkan pengumpulan dan analisis data, dan memfasilitasi pengambilan keputusan. Adopsi solusi TI, seperti UAV, IoT, dan alat berbasis AI, memiliki potensi untuk lebih meningkatkan kinerja, efektivitas, dan profitabilitas pertanian. Namun, tantangan tetap ada dalam hal tingkat adopsi dan memberikan bukti nyata tentang manfaat teknologi ini bagi petani.

Pertanian presisi melibatkan penggunaan teknologi canggih seperti sensor, drone, citra satelit, dan analisis data untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber daya dan memaksimalkan hasil sambil meminimalkan pemborosan. Beberapa teknologi pertanian presisi yang paling umum termasuk stasiun cuaca cerdas, kendaraan tanpa awak, dan sistem navigasi dan pengoptimalan (Vrchota et al., 2022). Teknologi ini membantu petani mengumpulkan data real-time dari ladang dan membuat keputusan berdasarkan informasi untuk meningkatkan kinerja tanaman dan kualitas lingkungan. Drone, atau kendaraan udara tak berawak (UAV), semakin banyak digunakan dalam pertanian presisi untuk berbagai aplikasi seperti deteksi hama, prediksi hasil panen, penyemprotan tanaman, estimasi hasil, deteksi tekanan air, pemetaan lahan, mengidentifikasi kekurangan nutrisi pada tanaman, deteksi gulma, pengendalian ternak, perlindungan produk pertanian, dan analisis tanah (Refaai et al., 2022). Mereka dapat mengumpulkan data dari jaringan sensor nirkabel di darat dan melaporkan data tersebut ke pusat komando dan kontrol untuk analisis dan pengambilan keputusan lebih lanjut (Caruso et al., 2021).

Internet of Drones (IoD) adalah paradigma baru yang memfasilitasi komunikasi antar-drone dan menyediakan mekanisme untuk mengendalikan drone secara otomatis dari lokasi terpencil, bahkan dalam kondisi non-line-of-sight (Singh et al., 2022). IoD dapat membantu meningkatkan manfaat finansial petani dan memberikan prediksi iklim yang lebih akurat, di antara manfaat lainnya. Sensor memainkan peran penting dalam pertanian presisi, dan berbagai jenis sensor digunakan untuk memantau berbagai aspek pertumbuhan tanaman dan kondisi lingkungan (Jurišić et al., 2021). Misalnya, teknologi OptRx, ISARIA, dan VRT adalah sensor yang dikenal luas yang digunakan dalam pertanian presisi (Jurišić et al., 2021). Sensor ini mengumpulkan data yang dapat diproses untuk menghasilkan peta untuk operasi agroteknik, yang dapat membantu mengurangi biaya tenaga kerja, meningkatkan kapasitas pengumpulan data, dan meningkatkan ketepatan kegiatan pertanian (Jurišić et al., 2021). Singkatnya, teknologi pertanian presisi, seperti sensor, drone, dan analisis data, mengubah cara petani mengelola sumber daya dan membuat keputusan. Teknologi ini membantu mengoptimalkan input, memaksimalkan hasil, dan meminimalkan pemborosan, berkontribusi pada praktik pertanian yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan.

Analisis bibliometrik ini berupaya memberikan eksplorasi mendalam tentang lanskap penelitian yang berkaitan dengan penggunaan teknologi informasi dalam optimalisasi produksi tanaman. Dengan meninjau dan menganalisis literatur yang relevan secara sistematis, penelitian ini bertujuan untuk mengungkap tren utama, mengidentifikasi penulis dan jurnal yang berpengaruh, dan menyoroti tema yang muncul di lapangan. Dengan memetakan struktur intelektual penelitian, analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang evolusi dan keadaan pengetahuan saat ini di bidang ini. Memahami lintasan penelitian di bidang ini sangat penting bagi berbagai pemangku kepentingan, termasuk peneliti, pembuat kebijakan, praktisi pertanian dan pengembang teknologi. Wawasan yang diperoleh dari analisis ini dapat menginformasikan pengembangan strategi untuk memanfaatkan potensi teknologi informasi dalam mengubah produksi tanaman, mengatasi tantangan ketahanan pangan global dan mempromosikan praktik pertanian berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Evolusi Pertanian Presisi

Pertanian presisi telah muncul sebagai landasan praktik pertanian yang mendukung TI, dengan upaya awal yang berfokus pada pengembangan dan penerapan teknologi Global Positioning System (GPS) untuk pemetaan dan navigasi lapangan yang akurat (Franzen & Mulla, 2015). Ini telah membuka jalan bagi aplikasi tingkat variabel (VRA) input seperti pupuk dan pestisida, memungkinkan petani untuk menyesuaikan tingkat aplikasi berdasarkan kondisi tanah lokal dan kebutuhan tanaman (Franzen & Mulla, 2015). Konsep pertanian presisi telah berkembang untuk mencakup berbagai teknologi yang lebih luas, termasuk penginderaan jauh, jaringan sensor, dan analitik data (Rokhafrouz et al., 2021). Misalnya, penggunaan data satelit Sentinel-2 telah digunakan untuk menghasilkan zona manajemen untuk aplikasi tingkat variabel nitrogen mineral dalam produksi gandum (Rokhafrouz et al., 2021). Integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pertanian presisi juga telah mengubah konsep zona manajemen, memungkinkan produksi resep yang disesuaikan dengan masing-masing bidang dengan mengintegrasikan peta kesuburan tanah, data pertumbuhan tanaman quasi real-time, dan data cuaca (Toriyama, 2020). Beberapa manfaat pertanian presisi termasuk pertanian yang lebih produktif, lebih menguntungkan, dan ramah lingkungan dengan menyesuaikan tingkat input secara spesifik lokasi (Toriyama, 2020). Namun, ada juga risiko keamanan yang terkait dengan penggunaan teknologi seperti GPS, seperti gangguan sistem posisi dan waktu serta kehilangan data rahasia (Y. Wu & Liu, 2022). Terlepas dari tantangan ini, pertanian presisi terus maju dengan integrasi teknologi seperti kecerdasan buatan, pembelajaran mesin, dan komputasi awan, yang dapat membantu menganalisis sejumlah besar data dari berbagai sumber untuk mengoptimalkan praktik pertanian (Toriyama, 2020).

B. Inovasi Teknologi dalam Pemantauan Tanaman

Teknologi penginderaan canggih memainkan peran penting dalam pemantauan tanaman berbasis TI dengan memungkinkan pengumpulan citra resolusi tinggi dan data multispektral melalui alat penginderaan jauh seperti satelit dan drone (García et al., 2020). Sumber data ini membantu memantau indikator kesehatan, pertumbuhan, dan stres tanaman, memungkinkan petani mendeteksi anomali, penyakit, dan defisiensi nutrisi sejak dini (García et al., 2020). Dengan menggunakan analisis gambar dan algoritma pembelajaran mesin, intervensi tepat waktu dapat dilakukan untuk mengurangi kehilangan hasil (García et al., 2020). Misalnya, Kendaraan Udara Tak Berawak (UAV) telah digunakan untuk memberikan informasi skala pertanian hampir real-time untuk pemantauan tanaman gandum, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 23,94% dalam penelitian global tentang gandum dan UAV antara tahun 2005 dan 2021 (Nduku et al., 2023). Drone juga telah mendapatkan popularitas dalam pertanian presisi untuk kegiatan penginderaan jauh, seperti pengambilan foto dan video, pemupukan, dan menakut-nakuti hewan (García et al., 2020). Selain itu, citra multispektral berbasis UAV telah digunakan untuk menilai status kesehatan tanaman di ladang gandum dan gandum, mencapai akurasi keseluruhan rata-rata 94% dalam membedakan antara area tanaman yang kuat dan tertekan (Vlachopoulos et al., 2021). Algoritma pembelajaran mesin telah digunakan dalam berbagai aplikasi pertanian, seperti membedakan varietas buah yang berbeda (Noutfia & Ropelewska, 2022), dan menganalisis kualitas tanah (Shaheen & Iqbal, 2018). Fenotip tanaman throughput tinggi, yang melibatkan penggunaan

teknologi penginderaan, GIS, IoT, robotika, dan teknik drone, sangat penting untuk pemantauan tanaman skala besar dan akuisisi data⁸. Teknologi canggih ini membantu meningkatkan produksi pertanian sekaligus mengurangi biaya tenaga kerja dan meminimalkan dampak lingkungan (Ma et al., 2022).

C. Pengambilan Keputusan Berbasis Data

Proliferasi data di bidang pertanian, sering disebut sebagai "data besar," telah memicu pengembangan analisis data dan sistem pendukung keputusan. Petani dapat mengintegrasikan data dari berbagai sumber, termasuk prakiraan cuaca, sensor kelembaban tanah, dan data hasil historis, untuk membuat keputusan berdasarkan informasi. Model prediktif berdasarkan algoritma pembelajaran mesin menawarkan wawasan tentang peramalan hasil, wabah hama, dan waktu tanam yang optimal, memberdayakan petani dengan informasi yang dapat ditindaklanjuti (Elijah et al., 2018; Osinga et al., 2022; Reddy & Rao, 1995).

D. IoT dan Jaringan Sensor

Internet of Things (IoT) telah menemukan aplikasi yang luas di bidang pertanian melalui penyebaran jaringan sensor. Jaringan ini terdiri dari perangkat yang saling berhubungan yang mengumpulkan dan mengirimkan data secara real-time. Sensor kelembaban tanah, stasiun cuaca, dan bahkan tag RFID pada ternak menyediakan aliran data berkelanjutan yang memungkinkan pengelolaan sumber daya secara presisi. Infrastruktur IoT meningkatkan otomatisasi, memfasilitasi pemantauan jarak jauh, dan mengurangi tugas padat karya (Gómez-Chabla et al., 2018; Hardie, 2020; Rahaman & Azharuddin, 2022).

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan untuk melakukan analisis bibliometrik pemanfaatan teknologi informasi dalam mengoptimalkan produksi tanaman pangan. Analisis ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang tren publikasi, penulis berpengaruh, jaringan co-authorship, analisis jurnal, pola kutipan, dan tema yang muncul di bidang ini.

Pengumpulan Data

Artikel penelitian yang relevan dikumpulkan secara sistematis dari database yang dikenal karena cakupan literatur ilmiahnya yang komprehensif, termasuk PubMed, IEEE Xplore, Scopus, dan Web of Science. Kueri penelusuran menggunakan kombinasi kata kunci yang terkait dengan teknologi informasi, produksi tanaman, optimasi, dan pertanian. Pencarian terbatas pada artikel yang diterbitkan antara tahun 1987 dan 2023, untuk memastikan bahwa mereka meliputi perkembangan terbaru di lapangan dengan bantuan perangkat lunak Publish or Perish (PoP).

Tabel 1. Data Metrik

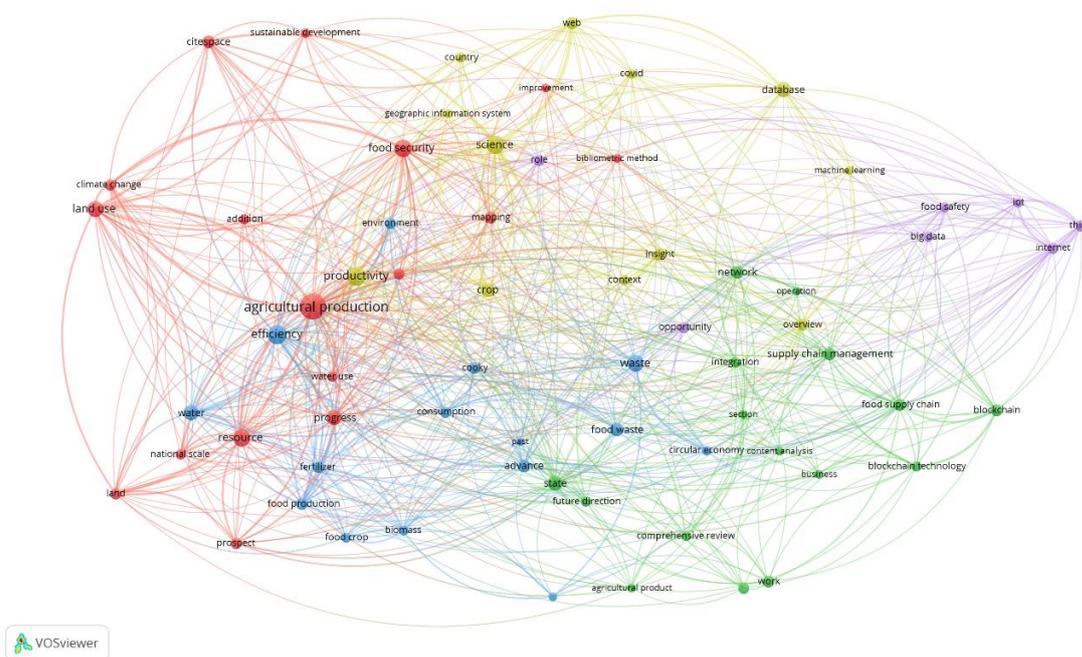
Tahun publikasi	: 1987-2023
Tahun kutipan	: 36 (1987-2023)
Kertas	: 980
Kutipan	: 30000
Kutipan/tahun	: 833.33
Kutipan/kertas	: 30.61

Kutipan/penulis	: 9727.05
Makalah/penulis	: 1317.36
Penulis/makalah	: 3.78
indeks-h	: 81
G-indeks	: 144
hI,norma	: 44
hI, tahunan	: 1.22
Indeks hA	: 47
Makalah dengan ACC	: 1,2,5,10,10:803,718,539,341,161

Analisis Data

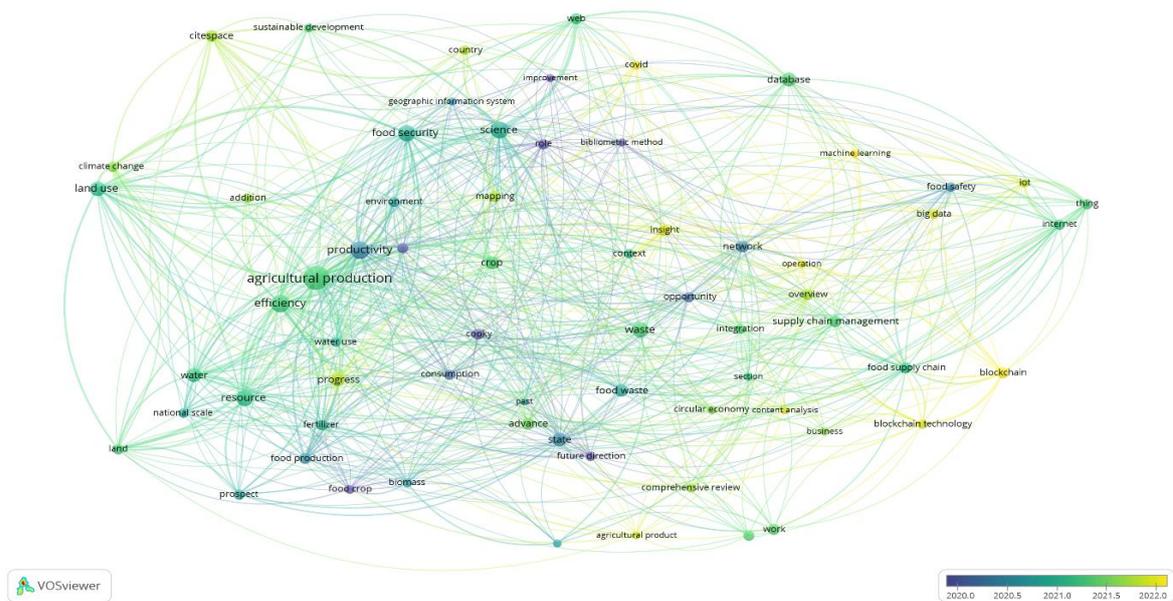
Analisis bibliometrik dilakukan dengan menggunakan berbagai alat untuk mengekstrak wawasan yang bermakna dari kumpulan data yang dikumpulkan. Teknik analisis utama yang digunakan meliputi analisis jaringan co-authorship, analisis kutipan, dan analisis jurnal. VOSviewer, perangkat lunak bibliometrik terkemuka, digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis jaringan dan kata kunci penulisan bersama.

HASIL DAN PEMBAHASAN



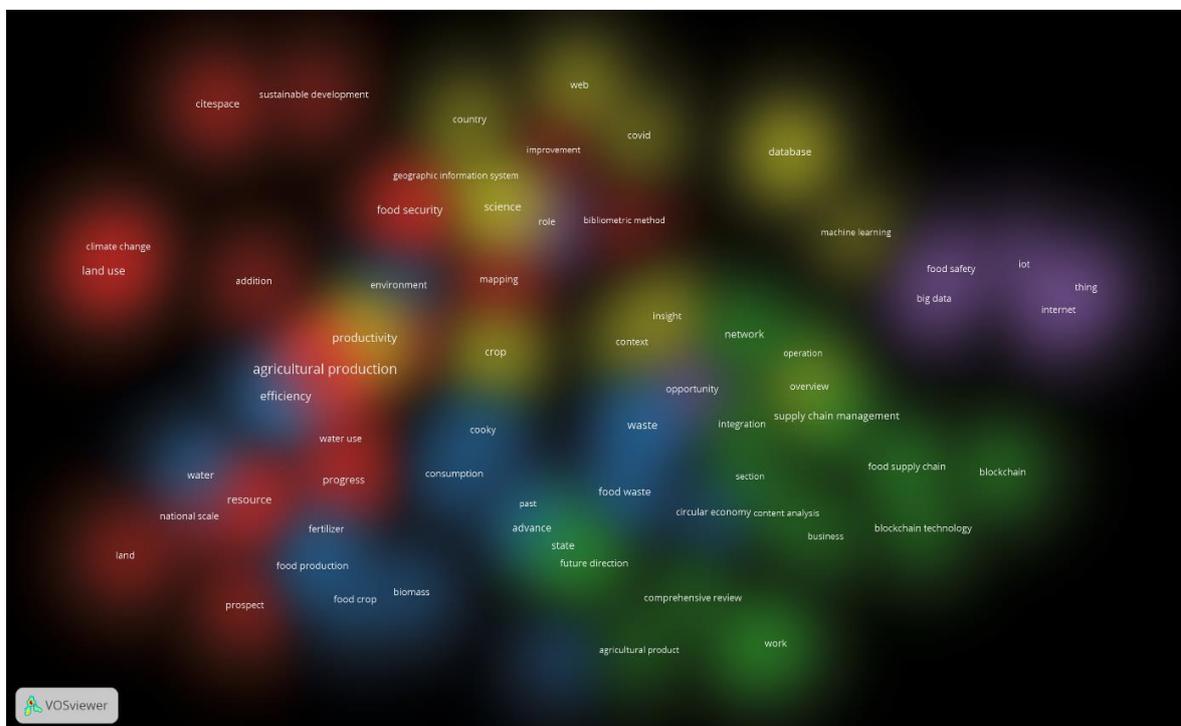
Gambar 1. Hasil Pemetaan

Gambar 1 menyajikan temuan dari analisis bibliometrik, menyoroti tren utama, penulis berpengaruh, jaringan co-authorship, pola kutipan, dan tema yang muncul di bidang pemanfaatan teknologi informasi (TI) dalam optimasi produksi tanaman.



Gambar 2. Tren Penelitian

Analisis tren publikasi mengungkapkan peningkatan yang konsisten dalam jumlah artikel yang terkait dengan TI dalam optimalisasi produksi tanaman pangan selama dua dekade terakhir. Tahun-tahun awal menyaksikan kegiatan penelitian yang terbatas, tetapi peningkatan substansial terjadi sekitar tahun 2010, menunjukkan minat yang meningkat dalam praktik pertanian berbasis teknologi. Tren ini menandakan pengakuan akan potensi TI untuk mengatasi tantangan dalam ketahanan pangan dan pengelolaan sumber daya.



Gambar 3. Kluster Visualisasi

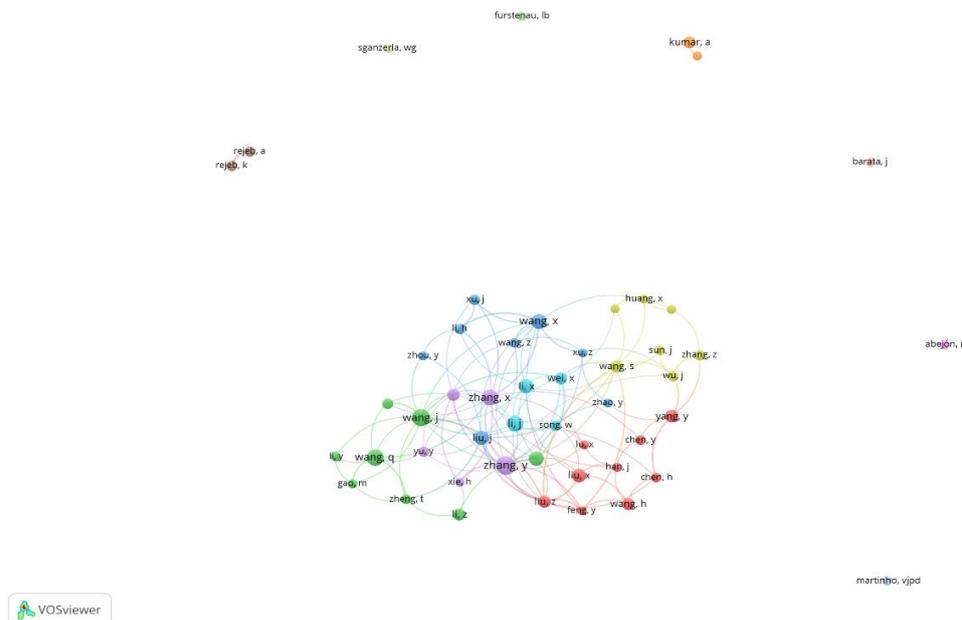
Ketika bidang ini terus berkembang, upaya interdisipliner akan memainkan peran penting dalam mengatasi tantangan kompleks ketahanan pangan global, kelangkaan sumber daya, dan kelestarian lingkungan. Dengan mengintegrasikan teknologi informasi secara cerdas dan bertanggung jawab, sektor pertanian dapat berkontribusi pada sistem produksi pangan yang lebih tangguh, efisien, dan berkelanjutan untuk masa depan.

Tabel 2. Cluster Detail

Kelompok	Total Item	Kata kunci (kemunculan) yang paling sering	Kata kunci
1	17	Pertanian (25), Pembangunan Berkelanjutan (15), Sumber Daya (20)	Sebuahddition, produksi pertanian, metode bibliometrik, citespace, perubahan iklim, ketahanan pangan, perbaikan, lahan, penggunaan lahan, pemetaan, skala nasional, model optimasi, kemajuan, prospek, sumber daya, pembangunan berkelanjutan, penggunaan air
2	16	Teknologi Blockchain (25), Manajemen Rantai Pasokan (20)	Produk pertanian, blockchain, teknologi blockchain, bisnis, tinjauan komprehensif, konten analisis, industri makanan, rantai pasokan makanan, arah masa depan, ransum bilangan bulat, jaringan, operasi, bagian, negara, manajemen rantai pasokan, pekerjaan
3	15	Ekonomi sirkular (20), Produksi Pangan (25)	Maju, biomassa, ekonomi sirkular, konsumsi, memasak, efisiensi, lingkungan, pupuk, tanaman pangan, produksi pangan, limbah makanan, masa lalu, optimasi proses, limbah, air
4	12	Database (20), Informasi Geografis (25)	Konteks, negara, covid, tanaman, basis data, informasi geografis, wawasan, pembelajaran mesin, gambaran umum, ivitas produk, sains, jaringan
5	7	Data Besar (25), IoT (30)	Data besar, keamanan pangan, internet, iot, peluang, peran

Pengelompokan kata kunci ke dalam area tematik yang berbeda memberikan pandangan komprehensif tentang arah penelitian utama dan tren yang muncul dalam bidang pemanfaatan teknologi informasi (TI) dalam optimalisasi produksi tanaman pangan. Wawasan yang diperoleh dari klaster ini menawarkan arahan berharga untuk penelitian, kebijakan, dan praktik di masa depan dalam domain pemanfaatan TI dalam optimalisasi produksi tanaman pangan. Para peneliti dapat mengeksplorasi kolaborasi lintas disiplin untuk mengembangkan solusi inovatif yang mengintegrasikan teknologi seperti blockchain, IoT, dan analitik data ke dalam sistem pertanian. Pembuat kebijakan dapat merumuskan strategi yang mendorong praktik berkelanjutan, adopsi teknologi, dan berbagi data di antara para pemangku kepentingan. Praktisi pertanian dapat

merangkul alat berbasis TI untuk meningkatkan pertanian presisi, mengurangi limbah, dan meningkatkan manajemen sumber daya.



Gambar 4. Kolaborasi Penulis

Analisis jaringan co-authorship memberikan wawasan tentang sifat kolaboratif penelitian di bidang ini. Visualisasi jaringan yang dibuat menggunakan VOSviewer menggambarkan kelompok peneliti yang berkolaborasi dalam tema serupa. Kehadiran kolaborasi interdisipliner antara ilmuwan pertanian, ilmuwan komputer, analis data, dan pakar terkait lainnya menggarisbawahi kompleksitas integrasi TI di bidang pertanian. Kolaborasi semacam itu sangat penting untuk mengembangkan solusi komprehensif yang mengatasi berbagai tantangan optimalisasi produksi tanaman pangan.

Tabel 3. Analisis Kutipan

Kutipan	Penulis dan tahun	Judul
1172	(Ben-Daya et al., 2019)	M Ben hal-hal dan manajemen rantai pasokan: tinjauan literatur
684	(Bugge et al., 2019)	Apa itu bioekonomi?
592	(Mora et al., 2017)	Dua dekade pertama penelitian kota pintar: Analisis bibliometrik
526	(Fahimnia et al., 2015)	Model kuantitatif untuk mengelola risiko rantai pasokan: Tinjauan
504	(Ren et al., 2018)	Tinjauan komprehensif tentang pencernaan anaerobik limbah makanan: Pembaruan dan kecenderungan penelitian
472	(Raja, 1987)	Tinjauan bibliometrik dan indikator sains lainnya dan perannya dalam evaluasi penelitian
453	(Xu et al., 2018)	Keuangan rantai pasokan: Tinjauan literatur sistematis dan analisis bibliometrik

Kutipan	Penulis dan tahun	Judul
438	(Strozzi et al., 2017)	Tinjauan literatur tentang Konsep 'Pabrik Pintar' menggunakan alat bibliometrik
402	(Zyoud & Fuchs-Hanusch, 2017)	Survei berbasis bibliometri tentang teknik AHP dan TOPSIS
391	(Feng et al., 2017)	Tanggung jawab sosial perusahaan untuk manajemen rantai pasokan: Tinjauan literatur dan analisis bibliometrik

Jumlah kutipan yang tinggi dari makalah ini menggarisbawahi dampak dan relevansinya dalam bidang pemanfaatan teknologi informasi dalam optimalisasi produksi tanaman pangan. Para peneliti dan praktisi telah mengakui pentingnya topik-topik seperti IoT, manajemen rantai pasokan, keberlanjutan, dan mitigasi risiko di bidang pertanian, mendorong minat pada karya-karya berpengaruh ini. Makalah ini berfungsi sebagai sumber daya dasar untuk penelitian lebih lanjut dan implementasi praktis di lapangan.

Tabel 4. Analisis Kata Kunci

Sebagian besar kejadian		Lebih sedikit kejadian	
Kejadian	Istilah	Kejadian	Istilah
105	Produksi pertanian	20	Kesempatan
56	Efisiensi	20	Konsumsi
55	Produktivitas	19	Internet
52	Ilmu	19	Prospek
48	Sumber daya	19	Pupuk
47	Ketahanan pangan	18	Industri makanan
41	Sampah	17	Teknologi Blockchain
37	Penggunaan lahan	17	Penggunaan air
36	Basis data	16	Keamanan makanan
34	Air	15	Pembangunan berkelanjutan
33	Negara	15	Ekonomi sirkular
33	Hasil	14	Bisnis
28	Makanan waste	13	Produk pertanian
26	Rantai pasokan makanan	12	Pembelajaran mesin
25	Jaringan	10	Penyempurnaan

Analisis kemunculan kata kunci dalam dataset menawarkan wawasan tentang tema dan tren yang berlaku dalam bidang pemanfaatan teknologi informasi dalam optimalisasi produksi tanaman pangan. Dengan membandingkan kemunculan kata kunci yang paling banyak dan lebih sedikit, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang titik fokus dan konsep yang muncul dalam literatur.

Kata Kunci Paling Banyak Kemunculan

Kata kunci yang paling sering muncul dalam artikel yang dianalisis mencerminkan tema sentral dan kekhawatiran dalam bidang:

1. Produksi Pertanian (Kemunculan: 105): Tingginya kemunculan kata kunci ini menggarisbawahi fokus utama pada optimalisasi proses produksi pertanian. Para peneliti dan praktisi sedang mengeksplorasi cara-cara untuk meningkatkan hasil dan kualitas melalui integrasi teknologi informasi.
2. Efisiensi (Kejadian: 56): Penekanan pada efisiensi mencerminkan dorongan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dan meminimalkan limbah dalam produksi tanaman. Solusi TI memungkinkan manajemen sumber daya yang tepat dan proses yang efisien.
3. Produktivitas (Kejadian: 55): Konsep produktivitas terkait erat dengan produksi dan efisiensi pertanian. Mengoptimalkan produktivitas adalah tujuan utama untuk memenuhi meningkatnya permintaan global akan pangan.
4. Sains (Kejadian: 52): Kehadiran "Sains" menunjukkan pendekatan ilmiah yang mendasari penelitian di bidang ini. Para peneliti menggunakan metode berbasis data dan prinsip-prinsip ilmiah untuk mengembangkan solusi IT-enabled.
5. Sumber Daya (Kejadian: 48): Sering terjadinya "Sumber Daya" menyoroti pentingnya pengelolaan sumber daya yang bertanggung jawab dalam pertanian. Alat TI membantu memantau dan mengelola sumber daya seperti air dan pupuk secara efisien.
6. Ketahanan Pangan (Kejadian: 47): Penekanan pada "Ketahanan Pangan" mencerminkan tujuan menyeluruh untuk memastikan pasokan pangan yang stabil dan cukup. Aplikasi TI berkontribusi pada alokasi sumber daya dan mitigasi risiko yang lebih baik.
7. Limbah (Kejadian: 41): Meminimalkan limbah merupakan perhatian yang signifikan untuk pertanian berkelanjutan. Solusi TI berkontribusi untuk mengurangi limbah makanan dan inefisiensi sumber daya.
8. Penggunaan Lahan (Kejadian: 37): Mengoptimalkan penggunaan lahan sangat penting untuk pertanian berkelanjutan. Pendekatan berbasis TI menawarkan wawasan tentang kesesuaian lahan dan rotasi tanaman, yang mengarah pada peningkatan pengelolaan lahan.
9. Air (Kejadian: 36): Kelangkaan air merupakan tantangan global, dan alat TI membantu dalam pengelolaan irigasi yang tepat untuk melestarikan sumber daya air.
10. Database (Kejadian: 36): Pentingnya "Database" menunjukkan meningkatnya ketergantungan pada pengumpulan dan analisis data. Database memfasilitasi pengambilan keputusan dan wawasan penelitian yang tepat.

Lebih Sedikit Kata Kunci Kemunculan

Meskipun jarang terjadi, kata kunci ini juga menawarkan wawasan tentang tema dan konsep yang muncul:

1. Peluang (Kejadian: 20): Istilah "Peluang" menunjukkan bahwa para peneliti mengeksplorasi kemungkinan-kemungkinan baru dan pendekatan inovatif dalam bidang produksi tanaman yang mendukung IT.
2. Konsumsi (Kejadian: 20): Kehadiran "Konsumsi" menunjukkan pertimbangan pola konsumsi dan bagaimana TI dapat memengaruhi perilaku konsumen, yang berpotensi terkait dengan masalah seperti pengurangan limbah makanan.

3. Internet (Kejadian: 19): Kehadiran "Internet" menunjukkan peran konektivitas dan pertukaran data dalam sistem pertanian modern, kemungkinan terkait dengan konsep Internet of Things (IoT).
4. Prospek (Kejadian: 19): Istilah "Prospek" menunjukkan perspektif berwawasan ke depan, menunjukkan bahwa peneliti sedang mempertimbangkan tren masa depan dan perkembangan potensial di lapangan.
5. Pupuk (Kejadian: 19): Kehadiran "Pupuk" menyoroti fokus pada optimalisasi penggunaan pupuk untuk meminimalkan dampak lingkungan sambil memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal.
6. Industri Makanan (Kejadian: 18): Penekanan pada "Industri Makanan" menunjukkan pertimbangan di luar produksi tanaman, kemungkinan mengeksplorasi implikasi yang lebih luas dari integrasi TI untuk rantai pasokan dan distribusi makanan.
7. Teknologi Blockchain (Kejadian: 17): Terjadinya "Teknologi Blockchain" mencerminkan minat yang berkembang dalam mengeksplorasi potensi blockchain dalam meningkatkan transparansi dan keterlacakan dalam rantai pasokan makanan.
8. Penggunaan Air (Kejadian: 17): Mirip dengan "Air," dimasukkannya "Penggunaan Air" menunjukkan pentingnya pengelolaan air yang efisien untuk produksi tanaman berkelanjutan.
9. Keamanan Pangan (Kejadian: 16): Kehadiran "Keamanan Pangan" menunjukkan fokus pada memastikan keamanan dan kualitas produk pertanian melalui solusi berbasis IT.
10. Pembangunan Berkelanjutan (Kejadian: 15): Konsep "Pembangunan Berkelanjutan" sejalan dengan tujuan yang lebih luas dalam menggunakan TI untuk mencapai praktik pertanian yang berkelanjutan secara lingkungan dan sosial.

Terjadinya kata kunci ini, baik sering maupun jarang, memberikan gambaran komprehensif tentang masalah utama, arah penelitian, dan konsep yang muncul dalam bidang pemanfaatan teknologi informasi untuk mengoptimalkan produksi tanaman pangan. Bagian selanjutnya membahas implikasi dari kata kunci yang diidentifikasi ini untuk penelitian, kebijakan, dan praktik, serta menguraikan jalan potensial untuk penyelidikan dan inovasi di masa depan di bidang optimasi produksi tanaman pangan yang didukung TI.

KESIMPULAN

Penggunaan teknologi informasi (TI) dalam optimalisasi produksi tanaman adalah bidang yang dinamis dan berkembang dengan implikasi besar bagi ketahanan pangan global dan pertanian berkelanjutan. Melalui analisis bibliometrik komprehensif yang dilakukan, terbukti bahwa integrasi solusi TI mendapatkan perhatian yang signifikan dari para peneliti, praktisi, dan pembuat kebijakan. Lanskap penelitian menunjukkan minat yang berkembang dalam pertanian presisi, pertanian cerdas, dan pengambilan keputusan berbasis data. Upaya kolaboratif di antara tim multidisiplin menggarisbawahi pengakuan bahwa mengatasi tantangan kompleks dalam optimasi pertanian membutuhkan keahlian dari berbagai bidang. Identifikasi makalah yang berpengaruh dan kata kunci yang menonjol menyoroti bidang fokus penting, seperti manajemen rantai pasokan, efisiensi sumber daya, dan pembangunan berkelanjutan. Wawasan yang diperoleh dari analisis ini memiliki implikasi berharga bagi berbagai pemangku kepentingan. Para peneliti dapat menggunakan

informasi ini untuk mengidentifikasi kesenjangan penelitian, mendorong inovasi, dan berkontribusi pada pengembangan teknologi mutakhir untuk pertanian. Pembuat kebijakan dapat memanfaatkan temuan ini untuk merumuskan kebijakan yang mendorong adopsi solusi TI di bidang pertanian, mempromosikan praktik berkelanjutan, dan memastikan ketahanan pangan. Praktisi pertanian akan mendapat manfaat dari integrasi alat TI yang dapat meningkatkan produktivitas, manajemen sumber daya, dan kesehatan tanaman secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslan, MF, Durdu, A., Sabanci, K., Ropelewska, E., & Gültekin, SS (2022). Sebuah survei komprehensif dari studi terbaru dengan UAV untuk pertanian presisi di lapangan terbuka dan rumah kaca. *Ilmu Terapan*, 12(3), 1047.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things dan manajemen rantai pasokan: tinjauan literatur. *Jurnal Internasional Penelitian Produksi*, 57(15–16), 4719–4742.
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrip-Andersen, P., Merino, G., Hemre, GI, & Williams, M. (2015). Memberi makan 9 miliar pada tahun 2050 – Mengembalikan ikan ke dalam menu. *Ketahanan Pangan*, 7, 261–274.
- Budiman, D., Iskandar, Y., & Jasuni, A. Y. (2022). Strategi Pengembangan Generasi Milenial Agri-Socio-Preneur di Jawa Barat. *Konferensi Internasional tentang Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi (ICEMAC 2021)*, 315–323.
- Bugge, M. M., Hansen, T., & Klitkou, A. (2019). Apa itu bioekonomi? Dalam *From Waste to Value* (hlm. 19–50). Routledge.
- Cao, X., Xiao, J., Wu, M., Zeng, W., & Huang, X. (2021). Efisiensi penggunaan air pertanian dan penilaian kekuatan pendorong untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas regional. *Manajemen Sumber Daya Air*, 35(8), 2519–2535.
- Caruso, A., Catur, S., Escolar, S., Barba, J., & López, JC (2021). Pengumpulan data dengan drone dalam pertanian presisi: Model analitik dan studi kasus LoRa. *Jurnal Internet of Things IEEE*, 8(22), 16692–16704.
- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. H. D. N. (2018). Gambaran umum Internet of Things (IoT) dan analitik data di bidang pertanian: Manfaat dan tantangan. *Jurnal Internet of Things IEEE*, 5(5), 3758–3773.
- Fahimnia, B., Tang, CS, Davarzani, H., & Sarkis, J. (2015). Model kuantitatif untuk mengelola risiko rantai pasokan: Tinjauan. *Jurnal Penelitian Operasional Eropa*, 247(1), 1–15.
- Feng, Y., Zhu, Q., & Lai, K.-H. (2017). Tanggung jawab sosial perusahaan untuk manajemen rantai pasokan: Tinjauan literatur dan analisis bibliometrik. *Jurnal Produksi Bersih*, 158, 296–307.
- Franzen, D., & Mulla, D. (2015). Sejarah pertanian presisi. *Teknologi Pertanian Presisi untuk Pertanian Tanaman*, 1–20.
- García, L., Parra, L., Jimenez, J. M., Lloret, J., Mauri, P. V., & Lorenz, P. (2020). DronAway: Sebuah proposal tentang penggunaan drone penginderaan jauh sebagai gateway mobile untuk WSN dalam pertanian presisi. *Ilmu Terapan*, 10(19), 6668.
- Gómez-Chabla, R., Real-Avilés, K., Morán, C., Grijalva, P., & Recalde, T. (2018). Aplikasi IoT di bidang pertanian: Tinjauan literatur sistematis. *Konferensi Internasional ke-2 tentang TIK dalam Agronomi dan Lingkungan*, 68–76.
- Hardie, M. (2020). Tinjauan sensor kelembaban tanah proksimal baru dan muncul untuk digunakan

- dalam pertanian. *Sensor*, 20(23), 6934.
- Iskandar, Y., Ardhiyansyah, A., & Jaman, U. B. (2023). Dampak Gaya Kepemimpinan Kepala Sekolah dan Budaya Organisasi Sekolah Terhadap Kinerja Guru di SMAN 1 Cicalengka Kota Bandung, Jawa Barat. *Konferensi Internasional tentang Pendidikan, Humaniora, Ilmu Sosial (ICEHoS 2022)*, 453–459.
- Iskandar, Y., & Kaltum, U. (2022). Kompetensi Kewirausahaan, Keunggulan Kompetitif, dan Kinerja Perusahaan Sosial: Tinjauan Literatur. *Konferensi Internasional tentang Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi (ICEMAC 2021)*, 192–203.
- Iskandar, Y., & Sarastika, T. (2023). Kajian Aspek Sosial Ekonomi dan Persepsi Masyarakat terhadap Pengembangan Tambak Udang Areal Pertanian di Pasir mendit dan Pasir Kadilangu. *Jurnal Sains Barat Ekonomi dan Kewirausahaan*, 1(01), 28–36.
- Juniarso, A., Ardhiyansyah, A., & Maharani, D. P. (2022). Personal Selling dan Green Marketing Strategy Oriflame Company terhadap Minat Pembelian Konsumen: Sebuah Tinjauan Literatur. *Konferensi Internasional tentang Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi (ICEMAC 2021)*, 297–304.
- Jurišić, M., Plaščak, I., Barač, Ž., Radočaj, D., & Zimmer, D. (2021). Sensor dan Aplikasinya dalam Pertanian Presisi. *Tehnički Glasnik*, 15(4), 529–533.
- Raja, J. (1987). Tinjauan bibliometrik dan indikator sains lainnya dan perannya dalam evaluasi penelitian. *Jurnal Ilmu Informasi*, 13(5), 261–276.
- Leridon, H. (2020). Prospek populasi dunia: Ledakan atau ledakan? *Masyarakat Populasi*, 573(1), 1–4.
- Ma, Z., Rayhana, R., Feng, K., Liu, Z., Xiao, G., Ruan, Y., & Sangha, JS (2022). Ulasan tentang teknologi penginderaan untuk fenotip pabrik throughput tinggi. *IEEE Terbuka Jurnal Instrumentasi dan Pengukuran*, 1, 1–21.
- McNamara, P. E., Ulimwengu, JM, & Leonard, KL (2012). Apakah investasi kesehatan meningkatkan produktivitas pertanian? Pelajaran dari penelitian pertanian, rumah tangga, dan kesehatan. *Diedit oleh Shenggen Fan dan Rajul Pandya-Lorch*, 113.
- Milovanović, S. (2014). Peran dan potensi teknologi informasi dalam peningkatan pertanian. *Економика пољопривреде*, 61(2), 471–485.
- Mora, L., Bolici, R., & Deakin, M. (2017). Dua dekade pertama penelitian kota pintar: Analisis bibliometrik. *Jurnal Teknologi Perkotaan*, 24(1), 3–27.
- Muhie, SH (2022). Pendekatan dan praktik baru untuk pertanian berkelanjutan. *Jurnal Penelitian Pertanian dan Pangan*, 100446.
- Nduku, L., Munghemezulu, C., Mashaba-Munghemezulu, Z., Kalumba, A. M., Chirima, G. J., Masiza, W., & De Villiers, C. (2023). Tren penelitian global untuk aplikasi penginderaan jauh kendaraan udara tak berawak dalam pemantauan tanaman gandum. *Geomatika*, 3(1), 115–136.
- Noutfia, Y., & Ropelewska, E. (2022). Model inovatif yang dibangun berdasarkan tekstur gambar menggunakan algoritma pembelajaran mesin tradisional untuk membedakan berbagai varietas buah kurma Maroko (*Phoenix dactylifera* L.). *Pertanian*, 13(1), 26.
- Osinga, SA, Paudel, D., Mouzakitis, SA, & Athanasiadis, I. N. (2022). Data besar di bidang pertanian: Antara peluang dan solusi. *Sistem Pertanian*, 195, 103298.
- Panganiban, G. G. F. (2019). E-governance di bidang pertanian: alat digital yang memungkinkan petani Filipina. *Jurnal Kebijakan Publik Asia*, 12(1), 51–70.
- Rahaman, M. M., & Azharuddin, M. (2022). Jaringan sensor nirkabel di bidang pertanian melalui pembelajaran mesin: Sebuah survei. *Komputer dan Elektronik di Pertanian*, 197, 106928.

- Reddy, M. N., & Rao, N. H. (1995). Sistem pendukung keputusan berbasis GIS di bidang pertanian. *Akademi Nasional Manajemen Penelitian Pertanian Rajendranagar*, 1–11.
- Refaai, M. R., Dattu, V. S., Gireesh, N., Dixit, E., Sandeep, C. H., & Christopher, D. (2022). Penerapan drone berbasis IoT dalam pertanian presisi untuk pengendalian hama. *Kemajuan dalam Ilmu dan Teknik Material*, 2022.
- Ren, Y., Yu, M., Wu, C., Wang, Q., Gao, M., Huang, Q., & Liu, Y. (2018). Tinjauan komprehensif tentang pencernaan anaerobik limbah makanan: Pembaruan dan kecenderungan penelitian. *Teknologi Sumber Daya Hayati*, 247, 1069–1076.
- Rokhafrouz, M., Latifi, H., Abkar, A. A., Wojciechowski, T., Czechowski, M., Naieni, A. S., Maghsoudi, Y., & Niedbała, G. (2021). Penggambaran zona manajemen berbasis penginderaan jauh yang disederhanakan dan hibrida untuk aplikasi laju variabel nitrogen dalam gandum. *Pertanian*, 11(11), 1104.
- Shaheen, A., & Iqbal, J. (2018). Penilaian distribusi spasial dan mobilitas logam berat karsinogenik pada profil tanah menggunakan geostatistik dan hutan acak, algoritma boruta. *Keberlanjutan*, 10(3), 799.
- Shaikh, T. A., Rasool, T., & Lone, F. R. (2022). Menuju pemanfaatan peran pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan dalam pertanian presisi dan pertanian cerdas. *Komputer dan Elektronik di Pertanian*, 198, 107119.
- Singh, C., Mishra, R., Gupta, HP, & Kumari, P. (2022). Internet of Drones dalam pertanian presisi: Tantangan, solusi, dan peluang penelitian. *Majalah Internet of Things IEEE*, 5(1), 180–184.
- Strozzi, F., Colicchia, C., Creazza, A., & Noè, C. (2017). Tinjauan literatur tentang konsep 'Pabrik Pintar' menggunakan alat bibliometrik. *Jurnal Internasional Penelitian Produksi*, 55(22), 6572–6591.
- Thorup-Kristensen, K., & Kirkegaard, J. (2016). Batas berbasis sistem akar untuk produktivitas dan efisiensi pertanian: konteks sistem pertanian. *Sejarah Botani*, 118(4), 573–592.
- Toriyama, K. (2020). Pengembangan pertanian presisi dan penerapan TIK untuk mengelola variabilitas spasial pertumbuhan tanaman. *Ilmu Tanah dan Nutrisi Tanaman*, 66(6), 811–819.
- Tsoumas, I., Giannarakis, G., Sitokonstantinou, V., Koukos, A., Loka, D., Bartsotas, N., Kontoes, C., & Athanasiadis, I. (2022). Mengevaluasi alat digital untuk pertanian berkelanjutan menggunakan kesimpulan kausal. *ArXiv Preprint ArXiv:2211.03195*.
- Vlachopoulos, O., Leblon, B., Wang, J., Haddadi, A., LaRocque, A., & Patterson, G. (2021). Evaluasi status kesehatan tanaman dengan citra multispektral UAS. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 15, 297–308.
- Vrchota, J., Pech, M., & Švepešová, I. (2022). Teknologi Pertanian Presisi untuk Produksi Tanaman dan Ternak di Republik Ceko. *Pertanian*, 12(8), 1080.
- Wu, X., & Li, G. (2023). Sistem pengumpulan dan analisis data pertanian cerdas berdasarkan Internet of Things. *Konferensi Internasional IEEE ke-2 2023 tentang Teknik Elektro, Big Data dan Algoritma (EEBDA)*, 506–509.
- Wu, Y., & Liu, Y. (2022). Risiko keamanan dari penerapan 5G dan GPS di bidang pertanian. *Konferensi Internasional IEEE ke-26 tentang Sistem Rekayasa Cerdas (INES) 2022*, 115–120.
- Xu, X., Chen, X., Jia, F., Brown, S., Gong, Y., & Xu, Y. (2018). Keuangan rantai pasokan: Tinjauan literatur sistematis dan analisis bibliometrik. *Jurnal Internasional Ekonomi Produksi*, 204, 160–173.
- Zyoud, SH, & Fuchs-Hanusch, D. (2017). Survei berbasis bibliometri tentang teknik AHP dan

TOPSIS. *Sistem Pakar dengan Aplikasi*, 78, 158–181.