

Keberlanjutan dalam Pertanian Organik: Kajian Bibliometrik tentang Standar Sertifikasi dan Dampaknya terhadap Praktik Pertanian

Gusti Rusmayadi¹, Umi Salawati², Ivonne Fitri Mariay³, Veronica L. Tuhumena⁴, Liz Yanti Andriyani⁵

¹ Universitas Lambung Mangkurat dan gustirusmayadi@ulm.ac.id

² Universitas Lambung Mangkurat dan usalawati@ulm.ac.id

³ Fakultas Pertanian Universitas Papua dan i.mariai@unipa.ac.id

⁴ Fakultas Pertanian Universitas Papua dan v.tuhumena@unipa.ac.id

⁵ Fakultas Pertanian Universitas Papua dan lizyantiandriyani@gmail.com

ABSTRAK

Pertanian berkelanjutan telah menjadi fokus utama dalam upaya mengatasi tantangan global terkait kelestarian lingkungan dan ketahanan pangan. Penelitian ini melakukan analisis bibliometrik terhadap literatur yang membahas standar sertifikasi pertanian organik dan dampaknya terhadap praktik pertanian. Hasil analisis menunjukkan bahwa kata kunci seperti "praktik pertanian berkelanjutan," "petani," dan "dampak lingkungan" mendominasi literatur, menunjukkan pentingnya peran petani dan dampak lingkungan dalam praktik pertanian. Selain itu, inovasi teknologi seperti nanoteknologi semakin mendapatkan perhatian sebagai solusi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi sumber daya. Kajian ini menyoroti perlunya dukungan kebijakan dan akses teknologi yang lebih luas bagi petani, terutama di negara berkembang, untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang dalam sektor pertanian. Kesimpulannya, pertanian berkelanjutan memerlukan pendekatan holistik yang melibatkan teknologi, kebijakan, dan praktik lokal.

Kata Kunci: Pertanian Berkelanjutan, Petani, Dampak Lingkungan, Inovasi Teknologi, Analisis Bibliometrik

ABSTRACT

Sustainable agriculture has become a central focus in addressing global challenges related to environmental conservation and food security. This study conducted a bibliometric analysis of the literature discussing organic farming certification standards and their impact on agricultural practices. The analysis reveals that keywords such as "sustainable agricultural practices," "farmer," and "environmental impact" dominate the literature, indicating the importance of farmers' roles and environmental effects in sustainable farming. Additionally, technological innovations like nanotechnology are gaining attention as solutions for improving productivity and resource efficiency. This review highlights the need for broader policy support and technological access for farmers, particularly in developing countries, to ensure long-term sustainability in the agricultural sector. In conclusion, sustainable agriculture requires a holistic approach involving technology, policy, and local practices.

Keywords: Sustainable Agriculture, Farmers, Environmental Impact, Technological Innovation, Bibliometric Analysis

PENDAHULUAN

Pertanian organik telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, menjadi salah satu pendekatan pertanian yang paling diakui karena berfokus pada keberlanjutan lingkungan, kesehatan masyarakat, dan kesejahteraan hewan. Dalam upaya memitigasi dampak negatif dari praktik pertanian konvensional seperti penggunaan pestisida dan pupuk kimia, banyak negara mulai beralih ke sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah pertanian organik. Pertanian organik tidak hanya penting dalam menjaga kesuburan tanah, tetapi juga

memainkan peran signifikan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan melindungi biodiversitas (Raj et al., 2024; Varma et al., 2024; Zandrato et al., 2024).

Seiring dengan peningkatan minat terhadap pertanian organik, muncul kebutuhan untuk menetapkan standar sertifikasi yang lebih terperinci dan terpercaya. Sertifikasi organik memungkinkan petani untuk mengklaim bahwa produk mereka memenuhi kriteria tertentu, termasuk penggunaan minimal bahan kimia sintetis dan praktik pengelolaan lahan yang bertanggung jawab. Di tingkat global, berbagai badan sertifikasi telah diakui, seperti Organisasi Internasional Standar (ISO) dan Program Organik Nasional (NOP) di Amerika Serikat, yang memainkan peran penting dalam memastikan kepercayaan konsumen terhadap produk organik (Hans & Rao, 2018; Kishore et al., 2023; Sobocińska et al., 2020).

Standar sertifikasi ini tidak hanya melindungi konsumen, tetapi juga mendorong para petani untuk mengikuti praktik pertanian yang lebih baik. Implementasi sertifikasi organik telah membantu meningkatkan transparansi rantai pasokan produk pertanian, sekaligus memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan bagi petani melalui akses ke pasar premium. Di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia, standar sertifikasi organik telah mulai diterapkan untuk mendukung agenda pembangunan berkelanjutan (Mahmoud Suleiman, 2023). Meskipun manfaat dari standar sertifikasi organik sangat jelas, ada tantangan yang signifikan dalam penerapan dan pengelolaan sertifikasi ini di tingkat lokal dan nasional (Dagar & Dagar, 2023; Tripathi et al., 2023; Vara et al., 2022). Banyak petani, terutama petani skala kecil, menghadapi kesulitan dalam mengadopsi standar sertifikasi karena biaya yang tinggi dan kurangnya akses ke pelatihan. Oleh karena itu, kajian tentang standar sertifikasi organik dan dampaknya terhadap praktik pertanian sangat relevan untuk memahami bagaimana sertifikasi ini dapat diintegrasikan dengan lebih baik ke dalam sistem pertanian di seluruh dunia.

Masalah utama yang dihadapi dalam penerapan standar sertifikasi organik adalah kesenjangan antara teori dan praktik di lapangan. Banyak penelitian menunjukkan bahwa meskipun sertifikasi organik dapat meningkatkan keberlanjutan dan kesejahteraan petani, tidak semua petani mampu atau bersedia untuk berpartisipasi dalam program sertifikasi tersebut. Biaya sertifikasi yang tinggi, kurangnya pengetahuan tentang proses sertifikasi, serta keterbatasan infrastruktur di pedesaan adalah beberapa faktor yang menghambat penerapan yang lebih luas. Selain itu, dalam beberapa kasus, sertifikasi organik hanya dipandang sebagai alat pemasaran daripada upaya untuk meningkatkan praktik pertanian secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan literatur terkait standar sertifikasi organik dan dampaknya terhadap praktik pertanian melalui pendekatan bibliometrik. Dengan mengeksplorasi tren penelitian, pola kolaborasi, serta wilayah geografis yang paling banyak meneliti topik ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana sertifikasi organik dapat meningkatkan keberlanjutan dalam sistem pertanian global. Selain itu, penelitian ini akan mengeksplorasi hambatan dan tantangan yang dihadapi petani dalam mengadopsi standar sertifikasi ini, serta memberikan rekomendasi bagi pembuat kebijakan untuk mendukung penerapan yang lebih luas dan efektif.

LANDASAN TEORI

A. Pertanian Organik dan Keberlanjutan

Pertanian organik didefinisikan sebagai sistem produksi yang bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan ekosistem, tanah, dan manusia tanpa menggunakan bahan kimia sintetis atau modifikasi genetik. Menurut penelitian oleh Lotter (2003), pertanian organik mengedepankan praktik-praktik yang ramah lingkungan seperti rotasi tanaman, penggunaan kompos, dan pengelolaan alami hama. Pertanian organik seringkali dikaitkan dengan keberlanjutan karena fokusnya pada regenerasi tanah dan pengurangan dampak lingkungan, sehingga sangat relevan dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim dan degradasi lahan. Di banyak negara berkembang, pertanian organik dipromosikan sebagai solusi untuk ketahanan pangan dan peningkatan pendapatan petani kecil. Penelitian oleh Badgley et al. (2007) menunjukkan bahwa praktik pertanian organik dapat menghasilkan hasil yang lebih stabil di lingkungan dengan sumber daya terbatas. Selain itu, karena tidak tergantung pada input kimia yang mahal, pertanian organik sering dianggap lebih hemat biaya dalam jangka panjang, meskipun biaya sertifikasi organik dapat menjadi hambatan signifikan.

B. Standar Sertifikasi Organik

Sertifikasi organik merupakan jaminan bahwa produk pertanian telah diproduksi sesuai dengan standar tertentu yang biasanya mencakup aspek lingkungan, kesehatan, dan kesejahteraan hewan. Menurut studi dari (Giovannucci & Purcell, 2008), sertifikasi ini juga memainkan peran penting dalam membuka akses pasar internasional dan memperkuat daya saing produk organik. Standar sertifikasi bervariasi di setiap negara, namun beberapa badan sertifikasi yang paling dikenal adalah USDA Organic, EU Organic, dan JAS (Japan Agricultural Standards). Di Indonesia, standar sertifikasi organik nasional diatur oleh Lembaga Sertifikasi Organik Indonesia (LSO), yang berperan dalam memastikan kepatuhan terhadap regulasi organik internasional dan lokal.

Penelitian oleh Lairon & Huber (2014) menunjukkan bahwa standar sertifikasi organik memiliki dampak yang signifikan terhadap keberlanjutan pertanian. Petani yang menerapkan sertifikasi organik cenderung mengadopsi praktik pertanian yang lebih berkelanjutan, seperti penggunaan energi terbarukan, pengelolaan air yang lebih baik, dan perlindungan biodiversitas. Namun, tantangan utama yang dihadapi dalam penerapan sertifikasi adalah biaya yang tinggi, terutama untuk petani kecil di negara berkembang, yang sering kali tidak memiliki sumber daya finansial untuk memenuhi persyaratan sertifikasi.

C. Dampak Standar Sertifikasi terhadap Praktik Pertanian

Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa sertifikasi organik berdampak positif pada praktik pertanian. Penelitian oleh (Seufert et al., 2012) menemukan bahwa petani yang mengadopsi sertifikasi organik cenderung mengurangi penggunaan pestisida sintetis dan pupuk kimia, serta lebih sering menerapkan teknik konservasi tanah. Selain itu, sertifikasi organik juga terkait dengan peningkatan kualitas tanah dan air karena praktik-praktik

yang mendukung ekosistem alamiah. Studi lain oleh Willer et al. (2024) menunjukkan bahwa sertifikasi organik meningkatkan nilai ekonomi produk melalui premium price yang dapat diakses oleh petani yang mematuhi standar ini. Namun, dampak sertifikasi organik terhadap produktivitas masih menjadi perdebatan. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh Reganold & Wachter (2016), menunjukkan bahwa pertanian organik dapat menghasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan pertanian konvensional, terutama dalam kondisi lingkungan yang kurang ideal. Meski demikian, pertanian organik cenderung lebih stabil dalam jangka panjang dan lebih tangguh dalam menghadapi fluktuasi iklim dan perubahan pasar.

D. Hambatan dalam Implementasi Sertifikasi Organik

Meskipun manfaat sertifikasi organik sudah jelas, banyak petani, terutama di negara berkembang, menghadapi hambatan yang signifikan dalam mengadopsinya. Penelitian oleh Parvathi & Waibel (2013) menunjukkan bahwa salah satu hambatan utama adalah biaya sertifikasi yang tinggi, yang mencakup biaya audit, pelatihan, dan pemenuhan persyaratan administratif. Biaya ini sering kali tidak terjangkau bagi petani kecil yang hanya memiliki akses terbatas ke sumber daya keuangan. Selain itu, kurangnya pengetahuan dan akses terhadap informasi terkait proses sertifikasi menjadi tantangan utama. Di banyak negara berkembang, penyuluhan pertanian organik masih sangat terbatas, dan petani sering kali tidak mendapatkan bimbingan yang memadai tentang bagaimana memenuhi persyaratan sertifikasi. Penelitian oleh Kleemann & Abdulai (2013) menunjukkan bahwa tanpa dukungan pemerintah atau organisasi non-pemerintah (NGO), sangat sulit bagi petani kecil untuk mendapatkan sertifikasi organik. Di Indonesia, sertifikasi organik masih dalam tahap pengembangan dan belum mencapai skala yang signifikan. Menurut studi dari Nugroho (2021), banyak petani di pedesaan Indonesia yang masih enggan untuk mengadopsi sertifikasi organik karena tingginya biaya dan kerumitan proses sertifikasi. Selain itu, kurangnya dukungan dari pemerintah daerah dalam hal pelatihan dan penyuluhan juga menjadi salah satu hambatan terbesar dalam memperluas praktik pertanian organik di Indonesia.

E. Analisis Bibliometrik tentang Sertifikasi Organik

Kajian bibliometrik adalah metode analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi pola dalam literatur akademik dengan menganalisis data bibliografi, seperti kutipan dan co-citation. Menurut Zupic & Čater (2015), pendekatan ini sangat berguna dalam memahami perkembangan topik tertentu dalam literatur ilmiah dan mengidentifikasi tren penelitian serta kolaborasi internasional. Dalam konteks sertifikasi organik, analisis bibliometrik dapat membantu mengidentifikasi literatur utama yang membahas standar sertifikasi, dampaknya terhadap praktik pertanian, dan tantangan yang dihadapi dalam implementasinya. Penelitian oleh Baga et al. (2023) menggunakan analisis bibliometrik untuk mengeksplorasi tren global dalam penelitian pertanian organik dan sertifikasinya.

Studi ini menemukan bahwa negara-negara seperti Amerika Serikat, Jerman, dan Prancis adalah pusat dari sebagian besar penelitian terkait sertifikasi organik, sementara negara berkembang seperti India dan Indonesia mulai mendapatkan perhatian lebih belakangan ini. Analisis ini juga mengidentifikasi bahwa meskipun penelitian tentang dampak sertifikasi organik terhadap lingkungan telah berkembang pesat, masih ada kesenjangan dalam penelitian tentang dampak ekonomi dan sosial dari sertifikasi ini.

Kajian bibliometrik juga mengungkapkan adanya peningkatan kolaborasi antara peneliti dari berbagai negara dan institusi, yang mencerminkan kepentingan global terhadap keberlanjutan pertanian organik. Studi oleh Van Eck & Waltman (2010) menunjukkan bahwa analisis bibliometrik dapat membantu mengidentifikasi pusat-pusat penelitian terkemuka, serta mengungkapkan potensi area penelitian yang masih kurang mendapatkan perhatian. Dalam konteks sertifikasi organik, analisis ini dapat memberikan panduan bagi peneliti dan pembuat kebijakan untuk fokus pada isu-isu kritis yang berkaitan dengan penerapan sertifikasi di berbagai negara dan kondisi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik untuk menganalisis literatur yang berkaitan dengan standar sertifikasi organik dan dampaknya terhadap praktik pertanian. Data bibliografis dikumpulkan dari Google Scholar dengan kata kunci "sertifikasi organik", "pertanian organik", dan "keberlanjutan pertanian". Periode pencarian dibatasi antara tahun 1984 hingga 2024 untuk mencakup perkembangan terbaru dalam penelitian ini. Setelah data dikumpulkan, analisis bibliometrik dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk mengidentifikasi tren penelitian, kolaborasi antar peneliti, dan visualisasi jaringan kata kunci yang sering muncul. Selain itu, analisis sitasi digunakan untuk mengidentifikasi artikel yang paling berpengaruh dalam topik ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Matriks Data Penelitian

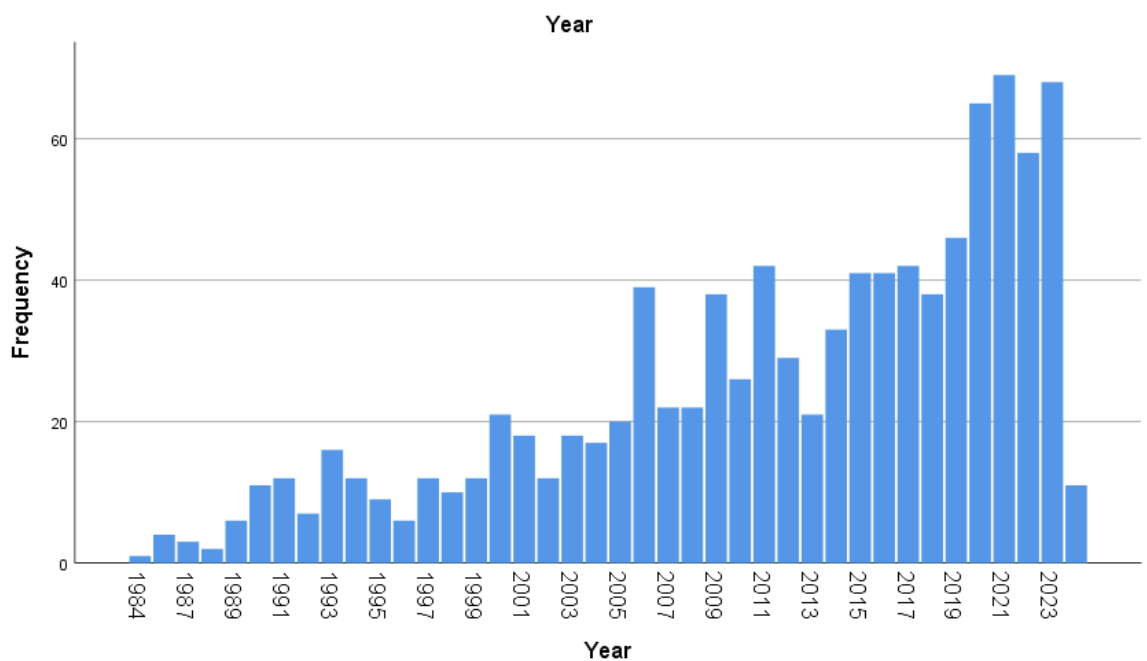
Tabel 1. Metrik Data Penelitian

<i>Publication years</i>	: 1984-2024
<i>Citation years</i>	: 40 (1984-2024)
<i>Paper</i>	: 980
<i>Citations</i>	: 166487
<i>Cites/year</i>	: 4162.18
<i>Cites/paper</i>	: 169.88
<i>Cites/author</i>	: 79273.80
<i>Papers/author</i>	: 487.05
<i>Author/paper</i>	: 2.79
<i>h-index</i>	: 195
<i>g-index</i>	: 375
<i>hI,norm</i>	: 135
<i>hI,annual</i>	: 3.38
<i>hA-index</i>	: 61

<i>Papers with ACC</i>	: 1,2,5,10,20:955,870,634,448,245
------------------------	-----------------------------------

Sumber: Publish or Perish Output, 2024

Tabel 1 menunjukkan metrik data penelitian yang mencakup periode publikasi dari tahun 1984 hingga 2024, dengan total 980 makalah yang telah disitasi sebanyak 166.487 kali, menghasilkan rata-rata 4.162,18 sitasi per tahun dan 169,88 sitasi per makalah. Rata-rata sitasi per penulis mencapai 79.273,80, dengan masing-masing penulis menghasilkan sekitar 487,05 makalah, dan setiap makalah ditulis oleh sekitar 2,79 penulis. Indeks h sebesar 195 menunjukkan bahwa terdapat 195 makalah yang masing-masing telah disitasi setidaknya 195 kali, sementara indeks g sebesar 375 menunjukkan jumlah makalah yang memiliki sitasi lebih dari atau sama dengan 375. Nilai hI,norm 135 dan hI,annual 3,38 memberikan indikasi tentang dampak dan produktivitas penulis dalam konteks waktu. Terakhir, data menunjukkan bahwa sebagian besar makalah, yaitu 955, memiliki 1 sitasi, sementara jumlah makalah dengan 20 sitasi berjumlah 245, menunjukkan distribusi sitasi yang signifikan di antara makalah-makalah yang dipublikasikan.

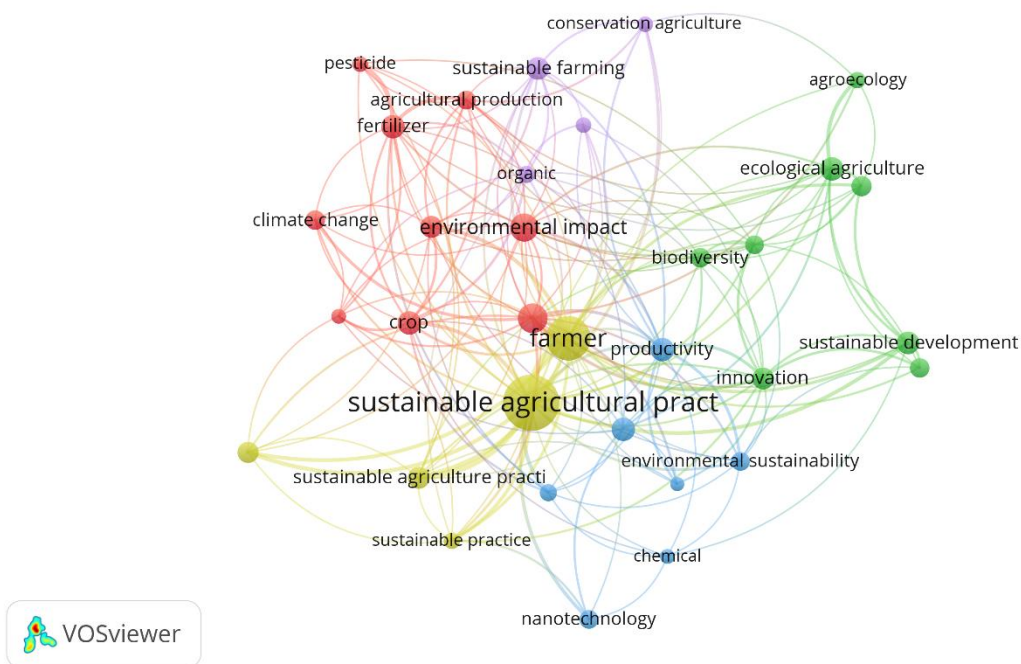


Gambar 1. Publikasi Tahunan

Sumber: Data Diolah, 2024

Grafik yang ditampilkan menggambarkan tren frekuensi publikasi tahunan dari tahun 1984 hingga 2023. Dari grafik, terlihat adanya peningkatan yang konsisten dalam jumlah publikasi seiring waktu, dengan pertumbuhan yang lebih signifikan mulai dari awal tahun 2000-an. Pada tahun 2000-an, terjadi peningkatan bertahap setiap tahun, yang mencerminkan minat yang tumbuh dalam bidang penelitian terkait atau meningkatnya jumlah peneliti dan publikasi dalam disiplin tersebut. Puncak aktivitas publikasi terjadi pada tahun-tahun terakhir, khususnya sekitar tahun 2021-2023, mencapai frekuensi tertinggi hampir 60 publikasi per tahun. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa ada faktor pendorong, seperti kemajuan teknologi, isu global yang mendesak, atau pendanaan penelitian yang lebih besar, yang mendorong jumlah publikasi yang lebih tinggi di periode terakhir.

B. Pemetaan Jaringan Istilah



Gambar 2. Visualisasi Jaringan

Sumber: Data Diolah, 2024

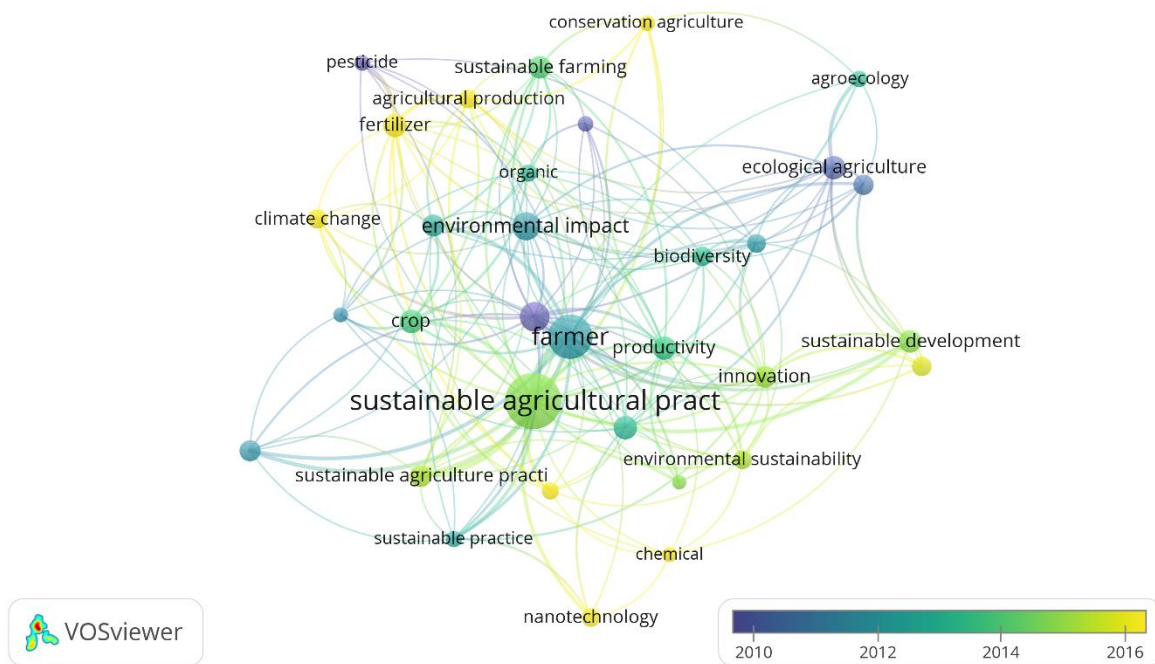
Gambar di atas merupakan visualisasi jaringan kata kunci yang dihasilkan oleh perangkat lunak VOSviewer, fokus pada topik-topik utama dalam penelitian pertanian berkelanjutan. Jaringan ini terdiri dari berbagai simpul yang masing-masing mewakili sebuah kata kunci, dan hubungan antar simpul (garis yang menghubungkan simpul) menunjukkan seberapa sering kata kunci tersebut muncul bersamaan dalam literatur. Warna berbeda pada simpul menandakan kelompok kata kunci yang berbeda, yang dapat diinterpretasikan sebagai sub-topik atau tema spesifik dalam penelitian pertanian berkelanjutan.

Dalam jaringan, kelompok warna merah dengan kata kunci seperti "crop", "farmer", dan "productivity" menekankan pada aspek produksi dan peran petani dalam pertanian berkelanjutan. Hubungan yang kuat antara "crop" dan "productivity" menunjukkan fokus penelitian yang intensif pada peningkatan hasil panen dalam kerangka kerja berkelanjutan, sementara kata "farmer" menandakan pentingnya melibatkan petani dalam implementasi dan pengembangan praktik berkelanjutan, memastikan bahwa praktik tersebut realistis dan dapat diadopsi secara luas.

Kelompok warna hijau yang mencakup kata kunci seperti "sustainable development", "ecological agriculture", dan "biodiversity" menyoroti hubungan erat antara pertanian, ekologi, dan tujuan pembangunan berkelanjutan. "Ecological agriculture" dan "biodiversity" berfokus pada pentingnya menjaga keanekaragaman hayati dan menggunakan pendekatan ekologi dalam praktik pertanian yang tidak hanya mendukung produksi pangan tapi juga menyokong kesehatan ekosistem. "Sustainable development" dalam konteks ini mencerminkan tujuan umum dari inisiatif-inisiatif ini, yaitu menciptakan metode pertanian yang dapat bertahan dan memberi manfaat jangka panjang untuk manusia dan lingkungan.

Kelompok biru yang menghubungkan kata kunci seperti "innovation" dan "nanotechnology" menunjukkan adanya eksplorasi teknologi dan inovasi dalam mendukung praktik pertanian berkelanjutan. "Innovation" sering kali berkaitan dengan pengembangan teknologi baru atau adaptasi teknologi yang ada untuk memperbaiki efisiensi, mengurangi penggunaan sumber daya, dan meminimalkan dampak lingkungan dari aktivitas pertanian. "Nanotechnology" secara khusus mungkin menunjuk pada penelitian dalam skala nano untuk solusi seperti penghantaran pupuk lebih efisien atau pengelolaan hama yang lebih tepat, menawarkan potensi besar dalam meningkatkan keberlanjutan dalam produksi pertanian.

C. Analisis Tren Penelitian



Gambar 3. Visualisasi *Overlay*

Sumber: Data Diolah, 2024

Gambar di atas merupakan visualisasi jaringan kata kunci yang dikembangkan menggunakan VOSviewer, menggambarkan hubungan antara berbagai topik penelitian dalam konteks pertanian berkelanjutan dari tahun 2010 hingga 2016. Jaringan ini menunjukkan berbagai simpul yang masing-masing mewakili kata kunci tertentu dalam literatur penelitian, dengan garis yang menghubungkan kata kunci menunjukkan frekuensi mereka muncul bersama dalam publikasi. Warna simpul berbeda dan ukuran yang beragam mengindikasikan kelompok sub-topik dan pentingnya kata kunci tersebut dalam literatur selama periode waktu tertentu.

Dari gambar, kita bisa melihat bahwa kata kunci seperti "farmer," "crop," dan "productivity" berada di pusat jaringan, menunjukkan peran sentral mereka dalam diskusi tentang pertanian berkelanjutan. Hubungan yang kuat dan jelas antara kata kunci ini dengan "environmental sustainability" dan "sustainable agricultural practices" menandakan fokus yang meningkat pada keberlanjutan dalam praktek pertanian, mencerminkan kecenderungan global untuk mengintegrasikan prinsip ekologis dalam produksi pertanian. Ini menunjukkan bahwa isu-isu

seperti efisiensi sumber daya, pengurangan penggunaan pestisida, dan pengelolaan tanah secara berkelanjutan adalah topik utama dalam penelitian pertanian saat ini.

Selain itu, keberadaan kata kunci seperti "innovation" dan "nanotechnology" dalam jaringan menyoroti penelitian yang berkembang dalam mengaplikasikan teknologi baru untuk mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Fokus pada "nanotechnology," misalnya, dapat berkaitan dengan pengembangan pestisida yang lebih efisien dan ramah lingkungan atau peningkatan metode penyampaian nutrisi tanaman yang mengurangi limbah dan meningkatkan hasil panen. Visualisasi ini juga menunjukkan bahwa seiring berjalannya waktu, dari 2010 ke 2016, ada peningkatan minat terhadap topik-topik inovatif dan berkelanjutan, mencerminkan pergeseran dalam prioritas penelitian pertanian global yang lebih menekankan pada solusi inovatif dan berkelanjutan untuk tantangan lingkungan dan produktivitas.

D. Top Cited Literature

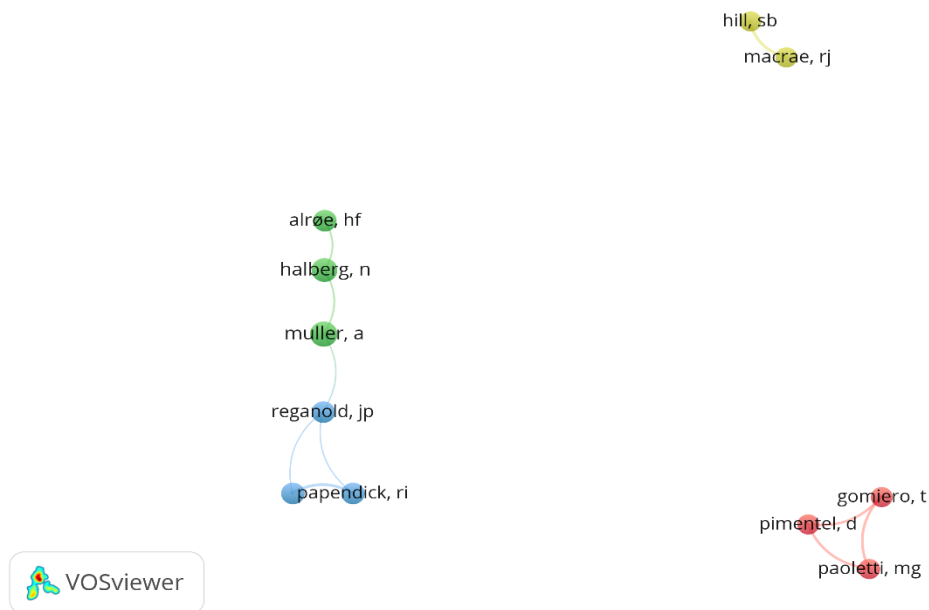
Tabel 2. Literatur Teratas yang Disitir

Jumlah Kutipan	Penulis	Judul	Temuan
10070	(Tilman et al., 2002)	Agricultural sustainability and intensive production practices	Menemukan bahwa praktik pertanian intensif dapat meningkatkan produktivitas, tetapi sering kali mengorbankan keberlanjutan lingkungan, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih seimbang untuk mencapai keberlanjutan pertanian.
4744	(Altieri, 2018)v	Agroecology: the science of sustainable agriculture	Menyatakan bahwa agroekologi menawarkan pendekatan ilmiah yang holistik untuk pertanian berkelanjutan, dengan fokus pada interaksi sosial dan ekologis dalam sistem pertanian.
2990	(Pretty, 1995)	Participatory learning for sustainable agriculture	Menggambarkan pentingnya metode pembelajaran partisipatif dalam mendorong adopsi praktik pertanian berkelanjutan, yang dapat meningkatkan keterlibatan petani dan hasil pertanian.
2336	(Willer et al., 2023)	The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2023	Menyediakan statistik terbaru tentang pertanian organik global, menunjukkan pertumbuhan signifikan dalam permintaan produk organik dan peningkatan luas lahan yang dikelola secara organik.
2333	(Hole et al., 2005)	Does organic farming benefit biodiversity?	Menemukan bahwa pertanian organik cenderung memiliki dampak positif pada keanekaragaman hayati, terutama dalam meningkatkan jumlah spesies dan kesehatan ekosistem.
2117	(Hobbs et al., 2008)	The role of conservation agriculture in sustainable agriculture	Menggambarkan bagaimana pertanian konservasi dapat meningkatkan keberlanjutan dengan mengurangi erosi tanah,

Jumlah Kutipan	Penulis	Judul	Temuan
			meningkatkan kesuburan, dan menjaga kelembapan tanah.
1953	(Reganold & Wachter, 2016)	Organic agriculture in the twenty-first century	Menyimpulkan bahwa pertanian organik memiliki potensi untuk meningkatkan ketahanan pangan dan keberlanjutan, namun perlu lebih banyak penelitian untuk mengatasi tantangan dalam produktivitas dan penerapan skala besar.
1936	(Gliessman et al., 1998)	Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture	Menekankan pentingnya memahami proses ekologis dalam sistem pertanian untuk mencapai hasil yang berkelanjutan, serta perlunya integrasi ilmu pengetahuan dalam praktik pertanian.
1927	(Horrihan et al., 2002)	How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture.	Menunjukkan bahwa pertanian berkelanjutan dapat mengurangi dampak negatif dari pertanian industri terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, serta mendukung keberlanjutan jangka panjang.
1764	(Badgley et al., 2007)	Organic agriculture and the global food supply	Menemukan bahwa pertanian organik dapat memenuhi kebutuhan pangan global jika diadopsi secara luas dan dikelola dengan baik, serta menawarkan solusi untuk isu ketahanan pangan.

Sumber: Output Publish or Perish, 2024

E. Analisis Kolaborasi Penulis



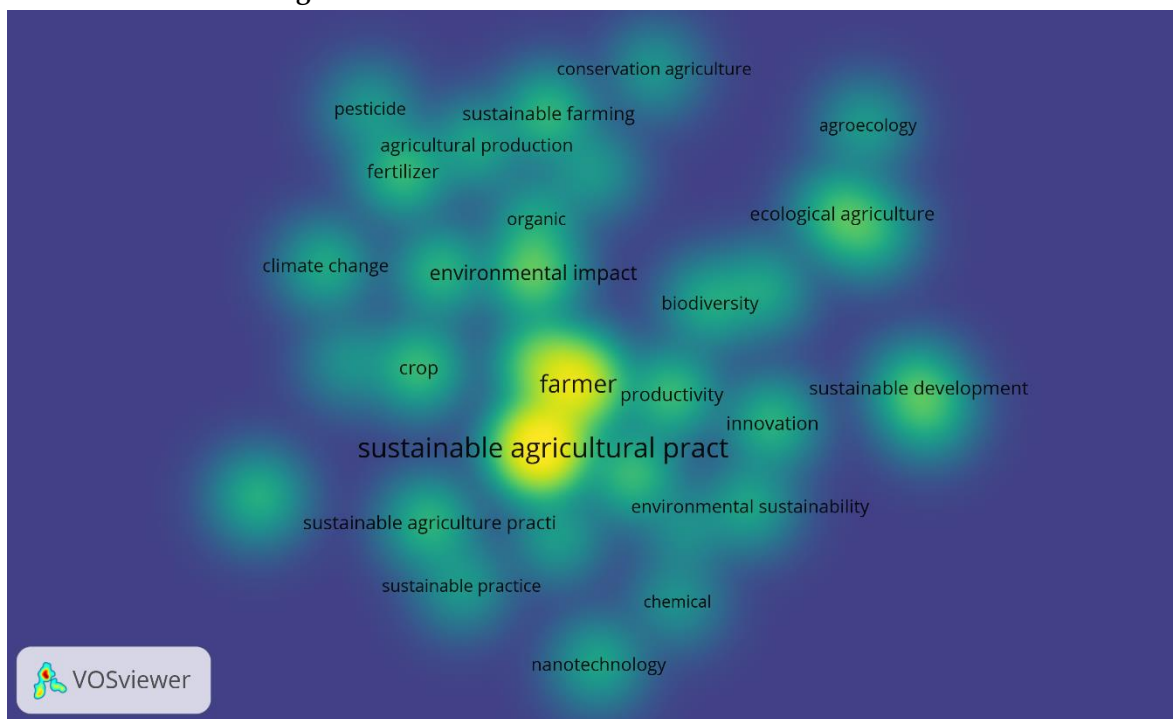
Gambar 4. Analisis Kolaborasi Penulis

Sumber: Data Diolah, 2024



Gambar di atas menampilkan visualisasi jaringan dari VOSviewer yang menggambarkan hubungan kolaboratif antar peneliti dalam bidang tertentu, dengan masing-masing nama merepresentasikan seorang peneliti. Titik-titik (atau simpul) yang terhubung oleh garis menandakan adanya kolaborasi publikasi antara para peneliti tersebut. Posisi sentral dari beberapa nama seperti "papendick, ri" dan "reganold, jp" mengindikasikan bahwa mereka mungkin merupakan peneliti kunci atau yang paling aktif dalam jaringan ini, seringkali berkolaborasi dengan peneliti lain dalam menghasilkan karya ilmiah. Peneliti di bagian kanan seperti "macrae, rj" dan "gomiero, t" mungkin berkolaborasi lebih jarang atau berada dalam sub-jaringan yang lebih spesifik atau terpisah. Visualisasi ini membantu mengidentifikasi pemain kunci dan pola kolaborasi yang bisa menjadi penting untuk analisis lebih lanjut tentang dinamika dan pengaruh dalam komunitas penelitian yang dipertimbangkan.

F. Analisis Peluang Penelitian



Gambar 5. Visualisasi Densitas

Sumber: Data Diolah, 2024

Gambar di atas merupakan visualisasi peta panas (heatmap) dari analisis kata kunci yang dilakukan menggunakan VOSviewer. Kata kunci dengan intensitas warna yang lebih terang (kuning) menandakan bahwa kata tersebut sering muncul dalam literatur penelitian dan memiliki relevansi tinggi dalam jaringan. Dalam hal ini, kata kunci seperti "sustainable agricultural practices" dan "farmer" terlihat mendominasi jaringan dengan intensitas paling terang, menunjukkan bahwa topik tersebut menjadi fokus utama penelitian tentang pertanian berkelanjutan. Selain itu, kata kunci seperti "environmental impact" dan "crop" juga muncul dengan intensitas yang tinggi, yang menandakan pentingnya isu dampak lingkungan dan tanaman dalam konteks praktik pertanian berkelanjutan.

Di sisi lain, kata kunci dengan warna lebih gelap (hijau atau biru) menunjukkan frekuensi kemunculan yang lebih rendah atau fokus yang lebih sempit dalam penelitian. Misalnya, "*nanotechnology*" dan "*chemical*" muncul dengan intensitas yang lebih rendah, yang menunjukkan bahwa topik-topik tersebut mungkin baru muncul dalam literatur pertanian berkelanjutan atau memiliki kontribusi yang lebih spesifik dalam konteks yang terbatas. Jaringan ini membantu untuk memahami hierarki topik dalam penelitian pertanian berkelanjutan dan menunjukkan area penelitian yang mungkin memerlukan perhatian lebih lanjut atau yang sedang berkembang dalam literatur ilmiah.

Pembahasan

Berdasarkan pada hasil analisis di atas, alah satu hal yang paling menonjol adalah meningkatnya fokus terhadap "praktik pertanian berkelanjutan" dan peran "petani" sebagai aktor kunci dalam implementasinya. Berdasarkan visualisasi jaringan kata kunci dan heatmap yang telah dianalisis, terlihat bahwa topik-topik seperti "*sustainable agricultural practices*," "*farmer*," dan "*environmental impact*" mendominasi diskusi. Ini menunjukkan bahwa praktik pertanian berkelanjutan menjadi pusat perhatian dalam literatur, dengan penekanan yang kuat pada bagaimana petani berperan dalam mendukung keberlanjutan, serta dampak lingkungan dari praktik pertanian tersebut.

Pertanian berkelanjutan, dalam konteks penelitian ini, tidak hanya menitikberatkan pada peningkatan hasil panen dan produktivitas tetapi juga mencakup aspek-aspek yang lebih luas seperti kelestarian lingkungan dan kesehatan ekosistem. Dalam jaringan kata kunci yang dianalisis menggunakan VOSviewer, istilah-istilah seperti "*crop*," "*productivity*," dan "*innovation*" berhubungan erat dengan "*farmer*" dan "*environmental impact*," yang menandakan bahwa peningkatan produktivitas pertanian tidak dapat dipisahkan dari dampak lingkungan dan inovasi teknologi yang mendukung keberlanjutan. Hubungan antara kata kunci ini menunjukkan adanya sinergi antara upaya untuk meningkatkan efisiensi produksi dengan perlindungan lingkungan melalui penggunaan teknologi dan pendekatan baru.

A. Peran Petani dalam Praktik Pertanian Berkelanjutan

Petani berada di pusat diskusi mengenai pertanian berkelanjutan, seperti yang ditunjukkan oleh posisi sentral kata kunci "*farmer*" dalam visualisasi jaringan. Petani tidak hanya dianggap sebagai pelaksana praktik berkelanjutan tetapi juga sebagai agen perubahan yang dapat berperan dalam memperkenalkan inovasi pertanian yang ramah lingkungan. Sebagai aktor utama, keberhasilan program pertanian berkelanjutan sangat bergantung pada pengetahuan, keterampilan, dan kemauan petani untuk mengadopsi teknologi baru dan mengubah praktik mereka menuju model yang lebih berkelanjutan.

Penelitian menunjukkan bahwa untuk mencapai keberlanjutan dalam pertanian, petani perlu didorong untuk mengadopsi metode-metode yang dapat memperbaiki kualitas tanah, mengurangi penggunaan pestisida kimia, dan mengelola sumber daya air secara lebih efisien. Dalam hal ini, visualisasi heatmap menyoroti bahwa praktik-praktik seperti "*pesticide*," "*fertilizer*," dan "*agricultural production*" tetap relevan dan saling terkait dengan isu lingkungan seperti "*climate change*" dan "*environmental impact*." Petani dituntut untuk mengelola tantangan-tantangan ini dengan

hati-hati, terutama dalam menghadapi perubahan iklim yang semakin berdampak pada hasil pertanian dan kesejahteraan mereka.

Namun, keberhasilan implementasi praktik pertanian berkelanjutan tidak hanya bergantung pada petani itu sendiri. Peran pemerintah, lembaga penelitian, dan pasar juga sangat penting dalam menyediakan dukungan yang diperlukan, baik dalam bentuk kebijakan, akses terhadap teknologi, maupun insentif ekonomi. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa petani di negara-negara berkembang seringkali menghadapi keterbatasan finansial dan akses terhadap teknologi, sehingga sulit bagi mereka untuk mengadopsi praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, diperlukan kebijakan yang lebih inklusif dan mendukung untuk meningkatkan akses petani terhadap pengetahuan, teknologi, dan pasar.

B. Dampak Lingkungan dari Praktik Pertanian

Isu dampak lingkungan dari praktik pertanian sangat menonjol dalam jaringan kata kunci ini, terutama dalam hubungannya dengan kata kunci seperti "*environmental impact*," "*climate change*," dan "*sustainable agricultural practices*." Hal ini menunjukkan bahwa ada kesadaran yang tinggi dalam literatur mengenai pentingnya mempertimbangkan dampak jangka panjang dari praktik pertanian terhadap lingkungan. Dampak seperti degradasi tanah, penggunaan air yang tidak efisien, dan hilangnya biodiversitas sering kali dikaitkan dengan praktik pertanian intensif yang tidak berkelanjutan.

Peningkatan kesadaran akan perubahan iklim dan dampaknya pada sektor pertanian juga memainkan peran penting dalam mendorong adopsi praktik pertanian berkelanjutan. Visualisasi jaringan menunjukkan hubungan erat antara "*climate change*" dan kata kunci lain yang terkait dengan dampak lingkungan, seperti "*crop*" dan "*fertilizer*." Ini menunjukkan bahwa ada hubungan langsung antara penggunaan input pertanian dan dampaknya terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, penelitian tentang praktik pertanian berkelanjutan sering kali berfokus pada cara-cara untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak negatif lainnya melalui pengurangan penggunaan bahan kimia, pengelolaan tanah yang lebih baik, dan adopsi teknologi rendah karbon.

Di sisi lain, ada juga fokus yang signifikan pada "*conservation agriculture*" dan "*agroecology*," yang mencerminkan meningkatnya minat pada pendekatan-pendekatan yang lebih alami dalam mengelola pertanian. Agroekologi, misalnya, menekankan pentingnya mempertahankan hubungan ekologis antara tanaman, tanah, dan hewan untuk menciptakan sistem pertanian yang lebih tahan terhadap tekanan lingkungan. Visualisasi heatmap juga menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara "*biodiversity*" dan "*sustainable development*," yang menegaskan bahwa pertanian berkelanjutan tidak hanya tentang hasil produksi tetapi juga tentang menjaga kelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati.

C. Inovasi Teknologi dan Pertanian Berkelanjutan

Salah satu tren yang menonjol dalam jaringan kata kunci adalah meningkatnya penggunaan teknologi dalam mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Kata kunci seperti "*innovation*" dan "*nanotechnology*" muncul sebagai topik penting dalam visualisasi jaringan, menunjukkan bahwa ada perhatian yang besar terhadap penggunaan teknologi dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam pertanian. Nanoteknologi, misalnya, telah menarik perhatian sebagai solusi

potensial untuk masalah-masalah seperti penggunaan pestisida yang berlebihan dan pengelolaan nutrisi tanaman.

Inovasi teknologi juga memungkinkan peningkatan efisiensi dalam penggunaan sumber daya seperti air dan energi, yang pada gilirannya dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dari pertanian. Misalnya, teknologi irigasi presisi memungkinkan petani untuk mengelola penggunaan air secara lebih efisien, sementara pupuk berbasis nano dapat membantu mengurangi limpasan bahan kimia yang merusak ekosistem. Dengan kata lain, teknologi menawarkan solusi baru untuk masalah-masalah yang telah lama dihadapi oleh petani, baik dalam hal produktivitas maupun keberlanjutan lingkungan.

Namun, adopsi teknologi ini tidak merata di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang di mana akses terhadap teknologi dan pelatihan sering kali terbatas. Oleh karena itu, penting bagi penelitian dan kebijakan untuk berfokus pada cara-cara untuk membuat teknologi ini lebih mudah diakses oleh petani kecil, yang sering kali menjadi kelompok yang paling rentan terhadap perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Dalam konteks ini, peran pemerintah dan lembaga internasional sangat penting dalam menyediakan dukungan finansial dan teknis untuk adopsi teknologi baru.

D. Hubungan Antara Keberlanjutan dan Pembangunan Sosial-Ekonomi

Selain dampak lingkungan, keberlanjutan dalam pertanian juga terkait erat dengan pembangunan sosial-ekonomi, seperti yang ditunjukkan oleh hubungan antara kata kunci "*sustainable development*" dan topik-topik lainnya dalam jaringan. Pertanian berkelanjutan tidak hanya bertujuan untuk melestarikan lingkungan tetapi juga untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan masyarakat pedesaan. Praktik-praktik yang berkelanjutan dapat membantu petani meningkatkan hasil panen mereka, mendapatkan harga yang lebih baik di pasar, dan mengurangi ketergantungan pada input kimia yang mahal.

Dalam konteks ini, "*innovation*" dan "*sustainable development*" berperan penting dalam menciptakan sinergi antara peningkatan produktivitas pertanian dan keberlanjutan jangka panjang. Misalnya, adopsi teknologi baru yang ramah lingkungan dapat membantu petani meningkatkan hasil panen mereka tanpa merusak lingkungan, sementara kebijakan yang mendukung pertanian berkelanjutan dapat menciptakan pasar yang lebih adil dan inklusif bagi produk-produk pertanian berkelanjutan.

Secara keseluruhan, analisis ini menunjukkan bahwa pertanian berkelanjutan adalah bidang penelitian yang kompleks dan multidimensional. Keberhasilannya tidak hanya tergantung pada inovasi teknologi atau kebijakan pemerintah, tetapi juga pada kemampuan petani untuk beradaptasi dan menerapkan praktik-praktik yang ramah lingkungan dan ekonomis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang holistik yang mengintegrasikan berbagai aspek, mulai dari teknologi dan inovasi hingga kebijakan dan kesejahteraan sosial-ekonomi.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, pertanian berkelanjutan merupakan topik yang sangat kompleks dan membutuhkan pendekatan multidimensi yang melibatkan teknologi, kebijakan, dan peran aktif petani. Berdasarkan analisis kata kunci, terlihat bahwa isu-isu seperti dampak lingkungan, produktivitas pertanian, inovasi teknologi, dan pembangunan sosial-ekonomi

menjadi pusat perhatian dalam literatur. Petani berada di garis depan implementasi praktik pertanian berkelanjutan, namun dukungan dari pemerintah dan akses terhadap teknologi sangat penting untuk keberhasilan mereka. Dampak lingkungan seperti perubahan iklim dan hilangnya biodiversitas juga menjadi perhatian utama, sehingga adopsi praktik ramah lingkungan dan teknologi inovatif seperti nanoteknologi semakin diperlukan. Selain itu, keberlanjutan pertanian juga terkait erat dengan pembangunan sosial-ekonomi, yang menegaskan pentingnya kebijakan yang mendukung kesejahteraan petani sambil menjaga kelestarian lingkungan. Penelitian lebih lanjut dan dukungan kebijakan yang berkelanjutan sangat dibutuhkan untuk memastikan bahwa pertanian global dapat memenuhi kebutuhan pangan sambil melestarikan lingkungan.

REFERENSI

- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. CrC press.
- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Aviles-Vazquez, K., Samulon, A., & Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(2), 86–108.
- Baga, L. M., Utami, A. D., & Wahyudi, A. F. (2023). Exploring the relation between farmer group membership and agricultural productivity: Evidence from Indonesian rice farming. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 9(1), 65–78.
- Dagar, S., & Dagar, H. (2023). Impact of Organic Farming Practices on Soil Organic Matter: A Review. *Int. J. Plant Soil Sci*, 35(19), 1599–1603.
- Giovannucci, D., & Purcell, T. (2008). *Standards and agricultural trade in Asia*.
- Gliessman, S. R., Engles, E., & Krieger, R. (1998). *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. CRC press.
- Hans, V. B., & Rao, R. (2018). Organic farming for sustainable development in India. *Acta Scientific Agriculture*, 2(12), 96–102.
- Hobbs, P. R., Sayre, K., & Gupta, R. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 543–555.
- Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., & Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122(1), 113–130.
- Horrigan, L., Lawrence, R. S., & Walker, P. (2002). How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 110(5), 445–456.
- Kishore, A. R., Niveditha, K., Uriti, A., Anilkumar, C., Sarabu, A., & Prasanna, K. V. L. (2023). An in-depth Analysis of the Elements Shaping Organic Farmers: A Systematic Review. *2023 International Conference on Energy, Materials and Communication Engineering (ICEMCE)*, 1–5.
- Kleemann, L., & Abdulai, A. (2013). Organic certification, agro-ecological practices and return on investment: Evidence from pineapple producers in Ghana. *Ecological Economics*, 93, 330–341.
- Lairon, D., & Huber, M. (2014). Food quality and possible positive health effects of organic products. *Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures: Prototype for Sustainable Agricultures*, 295–312.
- Lotter, D. W. (2003). Organic agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 21(4), 59–128.
- Mahmoud Suleiman, A. (2023). The Role of Organic Agriculture in Agricultural Development. *International Journal of Modern Agriculture and Environment*, 3(2), 8–16.
- Nugroho, R. B. (2021). Farmers' Motivation In Organic Rice Farming In Gempol Village, Karanganyam District, Klaten Regency. *E3S Web of Conferences*, 232, 1026.
- Parvathi, P., & Waibel, H. (2013). Fair trade and organic agriculture in developing countries: A review. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 25(4), 311–323.
- Pretty, J. N. (1995). Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development*, 23(8), 1247–1263.
- Raj, J., Jat, S., Kumar, M., & Yadav, A. (2024). The Role of Organic Farming in Sustainable Agriculture. *Advances in Research*, 25(3), 128–136.
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2(2), 1–8.

- Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485(7397), 229–232.
- Sobocińska, M., Mazurek-Łopacińska, K., Skowron, S., Graczyk, A., & Kociszewski, K. (2020). The role of marketing in shaping the development of the market of organic farming products in Poland. *Sustainability*, 13(1), 130.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671–677.
- Tripathi, K. M., Kumar, D., Mishra, S. K., Singh, S., & Shukla, S. (2023). *An Overview of Organic Farming in India and its Role in Sustainable Agriculture*.
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.
- Vara, S., Dwarapureddi, B. K., & Dash, S. (2022). Sustainable Agriculture and Organic Farming. In *Handbook of Research on Green Technologies for Sustainable Management of Agricultural Resources* (pp. 108–128). IGI Global.
- Varma, N., Wadatkar, H., Salve, R., & Kumar, T. V. (2024). Advancing Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review of Organic Farming Practices and Environmental Impact. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(7), 695–703.
- Willer, H., Schlatter, B., & Trávníček, J. (2023). *The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2023*.
- Willer, H., Trávníček, J., & Schlatter, S. (2024). *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2024*.
- Zendrato, R. J., Telaumbanua, P. H., Zebua, H. P., Nazara, R. V., & Gea, M. P. (2024). The IMPLEMENTATION OF ORGANIC FARMING IN REALIZING SUSTAINABLE AGRICULTURE. *JURNAL SAPTA AGRICA*, 3(1), 52–66.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472.