Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

DAMPAK PENGEMBANGAN JAGUNG TERHADAP MUTU LINGKUNGAN PADA AGROEKOSISTEM LAHAN KERING: *SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

Gunawan[1]*, Wahyu Astiko[2], & Farid Hemon[3]
[1,2,&3]Program Studi Doktor Pertanian Berkelanjutan, Pascasarjana, Universitas Mataram, Jalan Majapahit Nomor 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83115, Indonesia
*Email: gunawan@dredolf.com
Submit: 12-06-2026; Accepted: 22-06-2026; Published: 28-10-2026

ABSTRAK: Pengembangan jagung pada agroekosistem lahan kering merupakan strategi penting untuk meningkatkan produksi pangan dan mendukung ketahanan pangan nasional. Namun, intensifikasi budidaya jagung berpotensi menurunkan mutu lingkungan, terutama pada lahan kering yang rentan terhadap degradasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menyintesis bukti ilmiah mengenai dampak pengembangan jagung terhadap mutu lingkungan pada agroekosistem lahan kering serta mengidentifikasi praktik pengelolaan yang mendukung keberlanjutan. Penelitian menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) berdasarkan pedoman PRISMA 2020 melalui tahapan identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan inklusi artikel. Penelusuran literatur dilakukan melalui *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *Springer*, *Google Scholar*, dan *Dimensions*. Artikel yang dipertimbangkan adalah artikel penelitian asli yang telah melalui proses *peer review*, berbahasa Indonesia atau Inggris, diterbitkan pada periode 2016-2026, serta menggunakan desain penelitian eksperimental, observasional, atau pemodelan yang relevan dengan dampak budidaya jagung terhadap mutu lingkungan. Berdasarkan diagram PRISMA, sebanyak 200 artikel diidentifikasi, 165 artikel diseleksi, dan 35 artikel memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis. Hasil sintesis menunjukkan bahwa sistem budidaya jagung intensif, khususnya yang disertai pengolahan tanah berlebihan dan penggunaan *input* pertanian yang tidak terkendali, berpotensi menurunkan kualitas tanah, meningkatkan erosi dan kehilangan unsur hara, mengganggu kualitas air dan biodiversitas, serta meningkatkan emisi gas rumah kaca, terutama dinitrogen oksida (N_2O). Sebaliknya, penerapan olah tanah minimum, mulsa, rotasi tanaman, tanaman penutup tanah, agroforestri, dan biochar berpotensi memperbaiki fungsi tanah, menekan degradasi lahan, serta meningkatkan penyimpanan karbon. Kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis terpadu berbagai dimensi mutu lingkungan akibat pengembangan jagung di lahan kering beserta alternatif pengelolaan konservatifnya. Temuan ini menegaskan perlunya integrasi peningkatan produktivitas dengan konservasi sumber daya alam sebagai dasar pengelolaan agroekosistem lahan kering dan perumusan kebijakan pertanian berkelanjutan.

Kata Kunci: Agroekosistem, Jagung, Lahan Kering, Mutu Lingkungan, Pertanian Berkelanjutan, *Systematic Literature Review*.

ABSTRACT: *Maize development in dryland agroecosystems is a crucial strategy for increasing food production and supporting national food security. However, the intensification of maize cultivation has the potential to degrade environmental quality, particularly in drylands that are highly susceptible to degradation. This study aims to analyze and synthesize scientific evidence regarding the impacts of maize development on environmental quality in dryland agroecosystems and to identify management practices that promote sustainability. The study employs a Systematic Literature Review (SLR) methodology, following the PRISMA 2020 guidelines, through stages of identification, screening, eligibility assessment, and article inclusion. Literature searches were conducted via Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Springer, Google Scholar, and Dimensions. The articles considered were original, peer-reviewed research papers in either Indonesian or English published between 2016 and 2026, which utilized experimental, observational, or modeling research designs relevant to the impacts of maize cultivation on environmental quality. Based on the PRISMA flow diagram, 200 articles were identified, 165 were screened, and 35 met the inclusion criteria for analysis. The synthesis indicates that intensive maize cultivation systems*



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

especially those involving excessive tillage and the uncontrolled use of agricultural inputs can lead to reduced soil quality, increased erosion and nutrient loss, compromised water quality and biodiversity, and higher greenhouse gas emissions, particularly nitrous oxide (N_2O). Conversely, the adoption of minimum tillage, mulching, crop rotation, cover cropping, agroforestry, and the use of biochar has the potential to improve soil function, mitigate land degradation, and enhance carbon sequestration. The novelty of this research lies in its integrated synthesis of various dimensions of environmental quality affected by maize development in drylands, alongside conservative management alternatives. These findings underscore the need to integrate productivity enhancement with natural resource conservation as a foundation for managing dryland agroecosystems and formulating sustainable agricultural policies.

Keywords: *Agroecosystem, Maize, Dryland, Environmental Quality, Sustainable Agriculture, Systematic Literature Review.*

How to Cite: Gunawan, G., Astiko, W., & Hemon, F. (2026). Dampak Pengembangan Jagung terhadap Mutu Lingkungan pada Agroekosistem Lahan Kering: *Systematic Literature Review*. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan, 6*(4), 2411-2429. https://doi.org/10.36312/panthera.v6i4.1580



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan *is Licensed Under a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*.

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas pangan strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan, penyediaan bahan baku industri, serta pakan ternak. Seiring meningkatnya kebutuhan pangan dan pertumbuhan populasi, pengembangan budidaya jagung terus mengalami ekspansi, termasuk pada wilayah lahan kering yang memiliki potensi luas namun belum dimanfaatkan secara optimal. Di Indonesia, lahan kering menjadi salah satu tumpuan pengembangan jagung karena ketersediaannya yang relatif besar dibandingkan lahan sawah (Dewi *et al.*, 2025). Namun demikian, intensifikasi dan perluasan budidaya jagung pada lahan kering memunculkan berbagai tantangan lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius.

Agroekosistem lahan kering memiliki karakteristik khusus berupa ketersediaan air yang terbatas, kandungan bahan organik yang rendah, serta kerentanan tinggi terhadap degradasi lahan. Pengelolaan yang kurang tepat, seperti pengolahan tanah secara intensif, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan, dan pembukaan lahan tanpa tindakan konservasi, dapat mempercepat terjadinya erosi, penurunan kesuburan tanah, hilangnya karbon organik tanah, serta berkurangnya keanekaragaman hayati. Kondisi tersebut tidak hanya menurunkan produktivitas lahan dalam jangka panjang, tetapi juga mengganggu fungsi ekologis agroekosistem (Hoffland *et al.*, 2020).

Di sisi lain, pengembangan jagung memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi masyarakat, terutama di wilayah pedesaan yang bergantung pada sektor pertanian. Oleh karena itu, upaya peningkatan produksi jagung perlu mempertimbangkan keseimbangan antara aspek ekonomi dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian Di *et al.* (2024) menunjukkan bahwa sistem budidaya jagung dapat memengaruhi kualitas lingkungan melalui perubahan sifat fisik,

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

kimia, dan biologi tanah, dinamika siklus karbon dan nitrogen, emisi gas rumah kaca, serta kondisi hidrologi lahan. Namun, penelitian terdahulu masih cenderung menitikberatkan pada peningkatan produktivitas, efisiensi *input*, dan aspek ekonomi, sementara kajian mengenai dampak lingkungan secara terpadu masih relatif terbatas.

Aspek seperti perubahan kualitas dan kesehatan tanah, efisiensi serta kualitas air, biodiversitas tanah dan agroekosistem, serta emisi gas rumah kaca sering kali dikaji secara parsial dan belum banyak dianalisis dalam satu kerangka yang terintegrasi. Keterbatasan tersebut menjadi semakin penting pada lahan kering tropis, yang memiliki karakteristik biofisik dan kerentanan lingkungan yang berbeda dibandingkan dengan lahan pertanian di wilayah beriklim sedang, terutama terkait ketersediaan air, degradasi tanah, dan dinamika bahan organik. Dengan demikian, masih terdapat kebutuhan untuk melakukan sintesis yang mengintegrasikan berbagai indikator keberlanjutan lingkungan, meliputi kualitas tanah, kondisi dan penggunaan air, biodiversitas, serta emisi gas rumah kaca dalam sistem budidaya jagung di lahan kering tropis. Dampak budidaya jagung terhadap lingkungan pada akhirnya dapat bersifat positif maupun negatif, bergantung pada teknologi budidaya dan praktik pengelolaan yang diterapkan (Mussa *et al.*, 2026).

Meskipun penelitian mengenai dampak budidaya jagung terhadap lingkungan telah berkembang, bukti yang tersedia masih terfragmentasi berdasarkan lokasi, skala, dan pendekatan analisis, sehingga belum memberikan gambaran yang utuh mengenai konsekuensi pengembangan jagung terhadap mutu lingkungan pada agroekosistem lahan kering. Sintesis sistematis diperlukan untuk mengintegrasikan temuan tersebut dan mengidentifikasi pola dampak serta strategi pengelolaan yang mendukung keberlanjutan produksi jagung (Birhan *et al.*, 2025).

Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui empat kontribusi utama. Pertama, penelitian ini mensintesis secara komprehensif dampak budidaya jagung terhadap lima komponen mutu lingkungan dalam konteks agroekosistem lahan kering. Kedua, penelitian ini mengidentifikasi dan membandingkan efektivitas berbagai praktik konservasi dalam mengurangi dampak lingkungan akibat budidaya jagung. Ketiga, penelitian ini memetakan tren dan perkembangan penelitian selama sepuluh tahun terakhir untuk menunjukkan arah perkembangan pengetahuan dan isu yang semakin mendapat perhatian. Keempat, penelitian ini mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dan keterbatasan bukti empiris yang ada sebagai dasar untuk merumuskan agenda penelitian selanjutnya. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi tidak hanya dalam merangkum bukti ilmiah yang telah tersedia, tetapi juga dalam mengintegrasikan dimensi dampak lingkungan, efektivitas praktik konservasi, perkembangan riset, dan kebutuhan penelitian masa depan untuk mendukung pengelolaan budidaya jagung yang lebih berkelanjutan di lahan kering.

Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini bertujuan melakukan *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap berbagai hasil penelitian yang membahas dampak pengembangan jagung terhadap mutu lingkungan pada agroekosistem lahan kering. Kajian ini dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

pengaruh budidaya jagung terhadap kualitas tanah, sumber daya air, keanekaragaman hayati, dan aspek lingkungan lainnya, sekaligus mengidentifikasi praktik pengelolaan yang berpotensi mendukung sistem produksi jagung yang lebih berkelanjutan. Hasil kajian ini dapat menjadi dasar ilmiah bagi peneliti, praktisi, dan pembuat kebijakan dalam merumuskan strategi pengembangan jagung yang produktif sekaligus ramah lingkungan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) 2020. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian terkait dampak pengembangan jagung terhadap mutu lingkungan pada agroekosistem lahan kering secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi. Proses seleksi artikel dilakukan melalui empat tahapan utama, yaitu identifikasi, penyaringan (*screening*), penentuan kelayakan (*eligibility*), dan inklusi.

Pada tahap identifikasi, diperoleh 200 artikel dari hasil penelusuran pada basis data yang telah ditentukan. Setelah dilakukan penghapusan terhadap 35 artikel duplikat, sebanyak 165 artikel dilanjutkan ke tahap *screening*. Berdasarkan penelaahan judul dan abstrak, sebanyak 105 artikel dikeluarkan karena tidak sesuai dengan fokus dan kriteria penelitian, sehingga 60 artikel dilanjutkan ke tahap *eligibility*. Selanjutnya, sebanyak 25 artikel dikeluarkan setelah dilakukan penilaian terhadap teks lengkap karena tidak memenuhi kriteria inklusi, sehingga diperoleh 35 artikel yang memenuhi seluruh kriteria penelitian dan dimasukkan dalam sintesis akhir. Alur proses identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, hingga inklusi artikel disajikan dalam diagram PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021).

Pelaksanaan SLR mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) yang meliputi tahapan identifikasi, penyaringan, penentuan kelayakan, dan inklusi artikel. Penelusuran artikel dilakukan pada beberapa basis data ilmiah internasional dan nasional, yaitu *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, dan *Google Scholar*. Penelusuran dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci berikut: "*maize*" OR "*corn*" OR "jagung", "*dryland agriculture*" OR "*dryland agroecosystem*" OR "lahan kering", "*environmental quality*" OR "*soil quality*" OR "*water quality*" OR "*environmental impact*", "*agricultural intensification*", dan "*sustainability*". Kata kunci tersebut dikombinasikan menggunakan operator Boolean (AND, OR) untuk memperoleh artikel yang relevan dengan topik penelitian.

Artikel yang dipilih harus memenuhi kriteria inklusi sebagai berikut: 1) artikel penelitian asli (*original research article*); 2) membahas budidaya atau pengembangan jagung pada agroekosistem lahan kering; 3) mengkaji dampak terhadap aspek mutu lingkungan, seperti kualitas tanah, kualitas air, biodiversitas, emisi gas rumah kaca, erosi, atau degradasi lahan; 4) dipublikasikan dalam jurnal ilmiah terindeks dan melalui proses *peer-review*; 5) artikel tersedia dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris; dan 6) dipublikasikan dalam rentang waktu 2016-2026. Sedangkan kriteria eksklusi meliputi: 1) artikel *review*, *editorial*, *proceeding*, atau buku; 2) artikel yang tidak tersedia dalam teks lengkap; 3)

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

penelitian yang tidak secara spesifik membahas sistem budidaya jagung pada lahan kering; dan 4) artikel dengan data atau informasi yang tidak relevan dengan tujuan penelitian.

Proses seleksi dilakukan secara bertahap. Pertama, seluruh artikel yang diperoleh dari basis data dikompilasi dan duplikasi dihapus. Kedua, dilakukan penyaringan berdasarkan judul dan abstrak. Ketiga, artikel yang lolos tahap penyaringan dievaluasi melalui pembacaan teks lengkap (*full text review*) untuk memastikan kesesuaiannya dengan kriteria inklusi. Jumlah artikel pada setiap tahap seleksi didokumentasikan menggunakan diagram alir PRISMA.

Data yang telah diekstraksi dianalisis menggunakan pendekatan sintesis naratif (*narrative synthesis*). Pendekatan ini dipilih karena studi-studi yang ditelaah menunjukkan heterogenitas dalam desain penelitian, karakteristik agroekosistem lahan kering, variabel dan indikator mutu lingkungan yang digunakan, metode pengukuran, serta bentuk dan satuan pelaporan hasil, sehingga hasil penelitian tidak cukup homogen untuk dilakukan penggabungan secara kuantitatif melalui meta-analisis. Sebagian studi melaporkan hasil dalam bentuk deskriptif atau kualitatif dengan ukuran efek dan informasi statistik yang tidak seragam. Oleh karena itu, sintesis naratif dinilai lebih sesuai untuk mengintegrasikan temuan dari berbagai studi secara sistematis dengan mempertimbangkan konteks penelitian masing-masing.

Hasil penelitian selanjutnya dikelompokkan berdasarkan indikator mutu lingkungan, meliputi: 1) kualitas tanah; 2) kualitas air; 3) erosi dan degradasi lahan; 4) biodiversitas; dan 5) emisi dan aspek perubahan iklim. Selanjutnya dilakukan perbandingan antarstudi untuk mengidentifikasi pola, kesamaan, perbedaan, serta kesenjangan penelitian terkait dampak pengembangan jagung pada agroekosistem lahan kering. Hasil sintesis digunakan untuk menyusun simpulan mengenai kecenderungan dampak lingkungan dan implikasinya terhadap keberlanjutan pengembangan jagung di lahan kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Seleksi Literatur

Proses pencarian literatur pada basis data *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, dan *Google Scholar* menghasilkan sejumlah artikel yang relevan dengan topik penelitian. Setelah dilakukan penghapusan duplikasi, penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, serta evaluasi teks lengkap sesuai kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh sejumlah artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut. Proses seleksi artikel mengikuti alur PRISMA 2020 yang terdiri atas tahap identifikasi, *screening*, *eligibility*, dan *inclusion*.

Artikel yang terpilih berasal dari berbagai negara dengan karakteristik agroekosistem lahan kering yang berbeda, seperti Indonesia, Ethiopia, Kenya, India, Brasil, Tiongkok, dan Amerika Serikat. Sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan eksperimen lapangan, observasi jangka panjang, maupun analisis perubahan penggunaan lahan untuk mengevaluasi dampak pengembangan jagung terhadap mutu lingkungan. Temuan dari artikel-artikel tersebut kemudian disintesis untuk mengidentifikasi pola dampak pengembangan jagung terhadap mutu lingkungan di berbagai agroekosistem lahan kering.

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

Tabel 1. Karakteristik Artikel yang *Direview*.

No.	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Metode	Fokus Kajian	Temuan Utama
1	Abalos *et al.* (2016)	-	Meta-analisis	Inhibitor urease dan nitrifikasi	Penggunaan inhibitor meningkatkan hasil panen rata-rata 7,5% dan NUE sebesar 12,9%. Efektivitasnya lebih tinggi pada tanah bertekstur kasar, sistem irigasi, dan lahan dengan dosis pupuk N tinggi.
2	Abdallah *et al.* (2021)	-	*Literature review*	*Conservation agriculture*	Pertanian konservasi umumnya tidak meningkatkan WHC tanah secara signifikan pada seluruh profil tanah.
3	Birhan *et al.* (2025)	Ethiopia	Observasi dan analisis tanah	Degradasi lahan	Budidaya jagung pada lereng meningkatkan risiko erosi tanah.
4	Chalise *et al.* (2019)	United States	Percobaan lapangan jangka panjang	*Cover crop* dan residu tanaman	Penggunaan *cover crop* dan pengembalian residu meningkatkan karbon organik tanah, memperbaiki infiltrasi dan retensi air, serta membantu menjaga kualitas fisik tanah. Dampaknya terhadap hasil kedelai umumnya positif atau netral, tergantung kondisi pengelolaan dan lingkungan.
5	Dewi *et al.* (2025)	Indonesia	Studi lapangan	Kualitas tanah dan air	Penggunaan pupuk anorganik berlebihan meningkatkan kehilangan unsur hara.
6	Dierks *et al.* (2022)	Malawi	Eksperimen lapangan	Jamur mikoriza arbuskula (AMF)	Jagung memperoleh sekitar 35 kg N ha^{-1} dari pohon *Faidherbia* dalam satu musim tanam.
7	Duque-Trujillo *et al.* (2023)	-	*Systematic review*	Penyerbuk alami (*pollinator*)	Empat strategi yang paling sering terbukti efektif adalah: Kedekatan dengan

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

No.	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Metode	Fokus Kajian	Temuan Utama
					habitat alami, Pengelolaan padang rumput/vegetasi, Penyediaan sumber bunga (*floral resources*), Pertanian organik.
8	Eagle *et al.* (2017)	Amerika Serikat dan Kanada	Meta-analisis dan tinjauan sistematis	Manajemen pemupukan nitrogen	Penggunaan *nitrification* inhibitor dan pemupukan *side-dress* dapat menurunkan emisi N_2O sekitar 23-31%.
9	Ghimire *et al.* (2017)	Amerika Serikat	Eksperimen inkubasi laboratorium	Jumlah dan kualitas residu *cover crop*	Penambahan residu *cover crop* meningkatkan mineralisasi karbon dibandingkan lahan tanpa residu.
10	Haddaway *et al.* (2017)	-	*Systematic review* dan *meta-analysis*	Intensitas olah tanah	Sistem *no-tillage* dan *reduced tillage* meningkatkan kandungan serta stok karbon organik pada lapisan tanah atas (0-30 cm), tetapi pengaruhnya tidak signifikan pada keseluruhan profil tanah yang lebih dalam.
11	Hoffland *et al.* (2020)	Afrika Timur	Eksperimen lapangan	Kualitas tanah	Intensifikasi jagung menurunkan karbon organik tanah, namun dapat diperbaiki dengan penambahan bahan organik.
12	Karamaouna *et al.* (2021)	-	*Literature review/editorial*	Penyerbuk (*pollinators*) dan musuh alami hama (*natural enemies*)	Pemilihan spesies tanaman yang tepat penting untuk mendukung jasa ekosistem seperti penyerbukan dan pengendalian hayati hama.
13	Lal (2020)	-	*Literature review*	Kandungan bahan organik tanah (*Soil Organic Matter*/SOM)	Ambang kritis karbon organik tanah sekitar 2% di daerah temperate dan 1% di daerah tropis.
14	Mkhungo *et al.* (2025)	Afrika Selatan	Percobaan lapangan	Pertanian jagung lahan kering	*No-till* + manajemen N yang tepat lebih

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

No.	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Metode	Fokus Kajian	Temuan Utama
			jangka panjang (*long-term field experiment*)	(*dryland maize system*)	berkelanjutan untuk tanah kering.
15	Mokoginta & Mohamad (2022)	Indonesia	Penelitian lapangan/ demonstrasi plot (*field experiment*)	Pengendalian hayati hama jagung	Refugia meningkatkan keberadaan musuh alami hama (predator/parasitoid).
16	Mussa *et al.* (2026)	Kenya	Eksperimen konservasi lahan	Emisi dan karbon tanah	Sistem olah tanah konservasi meningkatkan sekuestrasi karbon.
17	Nyamwange *et al.* (2021)	Kenya	Percobaan lapangan (*field experiment*)	Biomassa mikroba tanah, populasi mikroba, dan diversitas bakteri.	Olah tanah minimum + mulsa cenderung meningkatkan biomassa dan keragaman mikroba tanah.
18	Oakley & Bicknell (2022)	-	Meta-analisis	Intensitas dan tipe penggunaan lahan pertanian	Pertanian tropis umumnya menurunkan biodiversitas dibanding habitat alami.
19	Paustian *et al.* (2019)	-	*Review* ilmiah + sintesis literatur	Penyimpanan karbon tanah (*soil carbon sequestration*)	Tanah punya potensi besar mengurangi emisi GRK lewat peningkatan karbon tanah.
20	Pradhan *et al.* (2016)	India	Percobaan lapangan (*field experiment*)	*Conservation agriculture* (olah tanah minimum, penutupan/residu tanaman, rotasi tanaman)	Praktik konservasi pertanian meningkatkan hasil jagung, efisiensi penggunaan air, kesehatan tanah, serta meningkatkan keuntungan ekonomi dibanding sistem konvensional.
21	Pusz *et al.* (2021)	-	*Systematic/narrative literature review*	Keanekaragaman spesies (biodiversitas)	Biodiversitas tinggi cenderung menekan perkembangan hama spesialis.
22	Reeves & Liebig (2016)	Amerika Serikat	Percobaan lapangan jangka panjang (*field experiment*)	Sistem olah tanah dan pemupukan	Pemupukan (terutama N) cenderung menurunkan pH tanah (pengasaman).
23	Rigon *et al.* (2023)	-	*Review literatur* (*narrative*/sistematik)	*Conservation agriculture*	*Conservation agriculture* meningkatkan stok karbon tanah.

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

No.	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Metode	Fokus Kajian	Temuan Utama
24	Ruis & Blanco-Canqui (2017)	-	Tinjauan pustaka (*review* artikel)	Karbon organik tanah (SOC)	*Cover crop* dapat mengompensasi (*offset*) penurunan SOC akibat pengambilan residu tanaman.
25	Syafrudin *et al.* (2021)	-	*Literature review* (*review* ilmiah)	Keberadaan (kontaminasi) pestisida dalam air minum	Pestisida sering ditemukan dalam air minum di berbagai negara.
26	Tosi *et al.* (2018)	Italia	Studi lapangan + pengambilan sampel tanah	Sistem pertanian organik dan jenis *cover crop*	Sistem organik + penggunaan *cover crop* meningkatkan biomassa dan aktivitas mikroba tanah.
27	Vogel *et al.* (2016)	Jerman	Penilaian risiko erosi berbasis model (*erosion risk assessment*)	Risiko erosi tanah akibat budidaya jagung (*bioenergy maize*)	Jagung bioenergi meningkatkan risiko erosi secara signifikan jika tanah terbuka.
28	Wang *et al.* (2016)	China	Percobaan lapangan (*field experiment*)	Pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) terhadap infiltrasi air tanah di lahan pertanian miring (*sloping land*)	Pertumbuhan jagung meningkatkan infiltrasi air tanah; infiltrasi berubah karena perkembangan akar dan perubahan kondisi tanah, serta membantu mengurangi limpasan permukaan di lahan miring.
29	Wang *et al.* (2021)	-	Meta-analisis	Stabilitas biochar di tanah	Biochar cenderung sedikit menurunkan dekomposisi bahan organik tanah (*negative priming*).
30	Wang & Li (2019)	-	Studi literatur (*review*)	Kehilangan nitrogen (NO_3^-) dari lahan pertanian	Kehilangan nitrat dari pertanian adalah masalah lingkungan global.
31	Wei *et al.* (2016)	-	*Systematic literature review* + global synthesis	Klasifikasi sistem terasering	Terasering efektif mengurangi erosi tanah dan limpasan air.
32	Woolf *et al.* (2021)	-	Pemodelan sistem energi–iklim berbasis optimasi (*integrated assessment /*	Alokasi optimal *bioenergy power generation* dan penggunaan *carbon sequestration*	BECCS dapat membantu penurunan emisi, tetapi tidak selalu optimal jika diterapkan besar-

No.	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Metode	Fokus Kajian	Temuan Utama
			energy system modeling)	(BECCS).	besaran.
33	Wurz *et al.* (2022)	Madagaskar	Survei lapang + pengukuran biodiversitas multi-taksa	Produktivitas pertanian (hasil panen) dan biodiversitas multi-taksa	Sistem agroforestri dengan naungan sedang dapat mempertahankan biodiversitas tinggi sekaligus tetap menghasilkan panen tinggi, sehingga *trade-off* tidak selalu terjadi (bisa ada kondisi "*win-win*").
34	Zhang *et al.* (2020)	China	Studi lapangan pada empat sistem kolam (*pond systems*)	Perubahan tutupan lahan dan gradien kemiringan lereng terhadap kehilangan nutrien (nitrogen dan fosfor) di lahan pertanian berbukit.	Kehilangan nutrien sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan dan kemiringan lereng.
35	Zhang *et al.* (2024)	China	Meta-analisis	Sifat biologis tanah	Pemupukan N jangka panjang menyebabkan penurunan pH tanah (tanah makin asam).

Dampak Pengembangan Jagung terhadap Kualitas Tanah

Hasil sintesis menunjukkan bahwa kualitas tanah merupakan indikator lingkungan yang paling banyak dikaji dalam penelitian terkait pengembangan jagung di lahan kering. Sebagian besar penelitian melaporkan bahwa intensifikasi budidaya jagung melalui pengolahan tanah yang intensif dan penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus berpotensi menurunkan kandungan bahan organik tanah, Kapasitas Tukar Kation (KTK), serta aktivitas mikroorganisme tanah. Pengolahan tanah yang berlebihan diketahui mempercepat mineralisasi bahan organik dan kehilangan karbon organik tanah sehingga berdampak pada penurunan kualitas fisik, kimia, dan biologis tanah.

Penggunaan pupuk nitrogen anorganik secara jangka panjang juga dapat menyebabkan degradasi sifat kimia tanah, penurunan kesuburan tanah, dan perubahan komunitas mikroba tanah (Andana *et al.*, 2023; Haddaway *et al.*, 2017; Mkhungo *et al.*, 2025). Penelitian jangka panjang pada agroekosistem lahan kering juga menunjukkan bahwa sistem olah tanah intensif berpengaruh terhadap kapasitas tukar kation dan berbagai sifat kimia tanah dibandingkan sistem konservasi (Reeves & Liebig, 2016). Pada tanaman jagung, kombinasi pengolahan tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terbukti memengaruhi biomassa mikroba tanah yang merupakan indikator penting kesehatan tanah (Nyamwange *et al.*, 2021).

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

Penurunan kandungan karbon organik tanah menjadi salah satu dampak yang paling sering ditemukan. Pengolahan tanah secara berulang mempercepat dekomposisi bahan organik, meningkatkan laju mineralisasi karbon, dan mempercepat hilangnya karbon organik tanah sehingga cadangan karbon tanah berkurang (Haddaway *et al.*, 2017). Penggunaan pupuk nitrogen dalam dosis tinggi juga dapat meningkatkan produktivitas tanaman dalam jangka pendek, tetapi berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara, pengasaman tanah, serta penurunan kualitas biologis tanah dalam jangka panjang (Zhang *et al.*, 2024). Pengasaman tanah akibat akumulasi nitrogen telah dilaporkan secara luas pada sistem pertanian intensif dan berkontribusi terhadap penurunan kualitas tanah serta efisiensi pemanfaatan hara oleh tanaman.

Sebaliknya, berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan praktik pertanian konservasi, seperti penggunaan mulsa, *cover crops*, rotasi tanaman, dan pengembalian residu tanaman ke lahan, mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, serta memperkuat penyimpanan karbon organik tanah (Chalise *et al.*, 2019; Ghimire *et al.*, 2017; Ruis & Blanco-Canqui, 2017; Tosi *et al.*, 2018).

Dampak terhadap Kualitas Air

Pengembangan jagung pada lahan kering juga memberikan pengaruh terhadap kualitas air, terutama melalui limpasan permukaan (*runoff*) dan pencucian unsur hara (*nutrient leaching*). Penggunaan pupuk nitrogen dan fosfor secara berlebihan dapat meningkatkan konsentrasi nitrat dan fosfat pada badan air di sekitar area pertanian (Wang & Li, 2019). Pada daerah dengan curah hujan tinggi atau topografi bergelombang, kehilangan unsur hara akibat limpasan permukaan menjadi lebih besar sehingga berpotensi memicu eutrofikasi pada perairan dan menurunkan kualitas sumber daya air (Zhang *et al.*, 2020). Penggunaan pestisida pada budidaya jagung juga dapat mencemari air permukaan maupun air tanah apabila tidak dilakukan sesuai rekomendasi teknis (Syafrudin *et al.*, 2021). Di sisi lain, penerapan teknologi konservasi air seperti sistem olah tanah minimum, penggunaan mulsa organik, dan praktik pertanian konservasi terbukti mampu mengurangi kehilangan air serta unsur hara dari lahan (Abdallah *et al.*, 2021).

Dampak terhadap Erosi dan Degradasi Lahan

Erosi tanah merupakan salah satu dampak lingkungan utama yang ditemukan pada pengembangan jagung di lahan kering. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembukaan lahan dan pengolahan tanah yang tidak disertai tindakan konservasi menyebabkan meningkatnya kehilangan lapisan tanah atas (*topsoil*), terutama pada lahan berlereng (Vogel *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2016). Hilangnya lapisan tanah atas berdampak pada penurunan kualitas tanah, kapasitas infiltrasi air, dan produktivitas lahan. Sebaliknya, penerapan teknik konservasi tanah seperti terasering, budidaya konservasi, dan pengelolaan tutupan vegetasi terbukti mampu menekan laju erosi secara signifikan (Pradhan *et al.*, 2016; Wei *et al.*, 2016).

Dampak terhadap Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas)

Hasil kajian menunjukkan bahwa ekspansi lahan jagung berpotensi menurunkan keanekaragaman hayati, terutama apabila dilakukan melalui konversi

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

lahan alami atau pengurangan vegetasi penyangga di sekitar area pertanian (Oakley & Bicknell, 2022). Monokultur jagung yang berlangsung secara terus-menerus dapat mengurangi keragaman flora dan fauna, termasuk organisme tanah, serangga penyerbuk, serta musuh alami hama (Duque-Trujillo *et al.*, 2023; Karamaouna *et al.*, 2021). Penurunan biodiversitas dapat mengurangi stabilitas ekosistem dan meningkatkan kerentanan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (Risch *et al.* dalam Karamaouna *et al.*, 2021; Pusz *et al.*, 2021).

Namun demikian, beberapa penelitian menunjukkan bahwa integrasi tanaman jagung dengan sistem tumpangsari, agroforestri, atau penggunaan tanaman refugia mampu meningkatkan keberagaman spesies dan memperkuat fungsi ekologis agroekosistem (Dierks *et al.*, 2022; Mokoginta & Mohamad, 2022; Wurz *et al.*, 2022). Dengan demikian, pengaruh pengembangan jagung terhadap biodiversitas sangat dipengaruhi oleh tingkat intensifikasi dan keragaman sistem budidaya yang diterapkan.

Dampak terhadap Emisi Gas Rumah Kaca dan Perubahan Iklim

Beberapa penelitian yang dianalisis melaporkan bahwa budidaya jagung berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca, terutama dinitrogen oksida (N_2O) yang berasal dari penggunaan pupuk nitrogen. Emisi karbon dioksida (CO_2) juga dapat meningkat akibat pengolahan tanah intensif yang mempercepat oksidasi bahan organik tanah (Abalos *et al.*, 2016; Eagle *et al.*, 2017). Di sisi lain, penerapan praktik pertanian konservasi seperti *no-tillage*, penggunaan pupuk organik, biochar, dan pengelolaan residu tanaman dapat meningkatkan penyimpanan karbon dalam tanah sehingga berpotensi mengurangi emisi bersih gas rumah kaca (Wang *et al.*, 2021; Woolf *et al.*, 2021). Beberapa penelitian bahkan menunjukkan bahwa sistem budidaya jagung berbasis konservasi dapat berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan sekuestrasi karbon dan efisiensi penggunaan nitrogen (Paustian *et al.*, 2019; Rigon *et al.*, 2023). Temuan ini mengindikasikan bahwa pengembangan jagung tidak selalu berdampak negatif terhadap lingkungan, tetapi sangat bergantung pada teknologi budidaya dan strategi pengelolaan lahan yang diterapkan (Lal, 2020; Rigon *et al.*, 2023).

Sintesis dan Implikasi bagi Keberlanjutan

Hasil SLR menunjukkan bahwa pengembangan jagung pada agroekosistem lahan kering memiliki dampak ganda terhadap mutu lingkungan. Dampak negatif yang paling sering ditemukan meliputi penurunan kualitas tanah, peningkatan risiko erosi, pencemaran air akibat kehilangan unsur hara, penurunan biodiversitas, serta peningkatan emisi gas rumah kaca. Namun demikian, berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan praktik pertanian konservasi mampu meminimalkan dampak tersebut sekaligus mempertahankan produktivitas jagung. Oleh karena itu, penerapan sistem pengelolaan lahan yang berkelanjutan, seperti rotasi tanaman, penggunaan tanaman penutup tanah, pengolahan tanah minimum, dan pemupukan berimbang, perlu diintegrasikan dalam pengembangan jagung di lahan kering. Sinergi antara inovasi teknologi, kebijakan pertanian berkelanjutan, dan peningkatan kapasitas petani menjadi faktor penting untuk menjaga keseimbangan.

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

Tabel 2. Sintesis Dampak Pengembangan Jagung terhadap Mutu Lingkungan pada Agroekosistem Lahan Kering.

Indikator Lingkungan	Dampak Negatif	Dampak Positif	Praktik Mitigasi yang Direkomendasikan
Kualitas Tanah	Penurunan bahan organik, penurunan aktivitas mikroba, pemadatan tanah	Peningkatan produktivitas melalui pemupukan terukur	Mulsa, pupuk organik, rotasi tanaman, konservasi tanah
Kualitas Air	Pencucian nitrat dan fosfat, peningkatan limpasan permukaan	Efisiensi penggunaan air melalui teknologi irigasi	Pengelolaan pupuk berimbang, konservasi air
Erosi dan Degradasi Lahan	Kehilangan *topsoil*, penurunan kesuburan lahan	Perbaikan struktur tanah melalui konservasi	Terasering, guludan kontur, *vegetative barrier*
Biodiversitas	Penurunan keragaman flora dan fauna akibat monokultur	Diversifikasi tanaman meningkatkan fungsi ekologi	Tumpangsari, agroforestri, refugia
Emisi dan Perubahan Iklim	Emisi N_2O akibat pemupukan nitrogen, kehilangan karbon tanah	Peningkatan sekuestrasi karbon pada sistem konservasi	*No-tillage*, biochar, residu tanaman

Berdasarkan hasil sintesis terhadap seluruh artikel yang di-*review*, indikator mutu lingkungan yang paling banyak dilaporkan mengalami perubahan akibat pengembangan jagung di lahan kering adalah kualitas tanah dan erosi lahan. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa sistem budidaya jagung yang dikelola secara intensif, terutama melalui pengolahan tanah yang berlebihan, rendahnya pengembalian bahan organik, dan penggunaan *input* secara tidak efisien, cenderung meningkatkan risiko degradasi lingkungan. Sebaliknya, penerapan praktik pertanian konservasi, seperti olah tanah minimum, penggunaan mulsa, rotasi tanaman, penanaman tanaman penutup tanah, dan agroforestri, terbukti mampu mengurangi erosi, mempertahankan kualitas tanah, serta meningkatkan fungsi ekologis lahan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa keberlanjutan pengembangan jagung pada agroekosistem lahan kering sangat ditentukan oleh pendekatan pengelolaan lahan yang diterapkan.

Meskipun demikian, hasil sintesis juga menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu mendapat perhatian. Pertama, penelitian yang tersedia masih lebih banyak berfokus pada perubahan sifat tanah dan erosi, sedangkan aspek lingkungan lainnya, seperti neraca karbon tanah, emisi gas rumah kaca, kualitas dan efisiensi penggunaan air, keanekaragaman hayati tanah, serta perubahan fungsi hidrologis lahan, relatif lebih sedikit dikaji. Padahal, indikator-indikator tersebut penting untuk menilai keberlanjutan sistem produksi jagung secara lebih komprehensif. Kedua, sebagian penelitian masih menilai dampak praktik budidaya berdasarkan indikator tunggal dan dalam jangka waktu relatif pendek, sehingga belum banyak memberikan informasi mengenai dampak kumulatif dan jangka panjang dari intensifikasi jagung terhadap fungsi ekologis lahan kering. Penelitian yang mengintegrasikan indikator produktivitas, kualitas tanah, air, karbon, biodiversitas, dan emisi dalam satu kerangka penilaian keberlanjutan juga masih terbatas. Ketiga, dari perspektif geografis, bukti

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

penelitian cenderung terkonsentrasi pada wilayah tertentu yang memiliki sentra produksi jagung atau lokasi penelitian yang mudah dijangkau, sementara agroekosistem lahan kering di wilayah dengan karakteristik iklim, tanah, topografi, dan tekanan penggunaan lahan yang berbeda masih relatif kurang terwakili. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penelitian komparatif lintas wilayah untuk mengetahui sejauh mana efektivitas praktik konservasi dapat diterapkan pada kondisi biofisik dan sosial-ekonomi yang berbeda.

Research gap tersebut mengindikasikan bahwa penelitian mendatang tidak cukup hanya membandingkan produktivitas jagung dengan kondisi tanah, tetapi perlu diarahkan pada penilaian keberlanjutan secara multidimensi dan jangka panjang. Penelitian selanjutnya perlu mengembangkan indikator yang mencakup kualitas tanah, erosi, neraca karbon, emisi gas rumah kaca, efisiensi penggunaan air dan hara, biodiversitas, serta produktivitas tanaman. Kajian pada berbagai tipologi lahan kering dan wilayah geografis yang belum banyak diteliti diperlukan untuk menghasilkan rekomendasi pengelolaan yang lebih spesifik lokasi. Pendekatan tersebut juga penting untuk mengidentifikasi kombinasi teknologi konservasi yang tidak hanya efektif secara ekologis, tetapi juga layak secara ekonomi dan dapat diterima oleh petani.

Hasil kajian ini memiliki implikasi penting bagi kebijakan pengembangan jagung nasional. Peningkatan produksi jagung di lahan kering perlu diarahkan tidak semata-mata melalui perluasan areal dan intensifikasi *input*, tetapi melalui pendekatan intensifikasi berkelanjutan yang mempertahankan produktivitas sekaligus mencegah degradasi sumber daya. Kebijakan pengembangan jagung perlu memasukkan prinsip konservasi tanah dan air sebagai bagian dari standar pengelolaan lahan, disertai dengan insentif bagi penerapan olah tanah minimum, penggunaan mulsa dan tanaman penutup tanah, rotasi tanaman, agroforestri, serta pemanfaatan pupuk organik dan *input* secara efisien. Dengan demikian, peningkatan produksi dapat dicapai tanpa meningkatkan tekanan terhadap kualitas tanah dan sumber daya air.

Pada tingkat pengelolaan lahan kering, temuan kajian menunjukkan perlunya pendekatan yang disesuaikan dengan karakteristik biofisik dan sosial-ekonomi setempat. Pengelolaan lahan sebaiknya diarahkan pada pengurangan kehilangan tanah, peningkatan bahan organik, peningkatan kapasitas tanah dalam menyimpan air, dan pengurangan ketergantungan terhadap *input* eksternal. Kombinasi tanaman jagung dengan tanaman penutup, legum, tanaman tahunan, atau komponen agroforestri dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan diversifikasi sistem produksi sekaligus memperkuat fungsi ekologis lahan. Pendekatan berbasis lokasi menjadi penting karena efektivitas setiap teknologi konservasi dapat berbeda bergantung pada jenis tanah, kemiringan lahan, curah hujan, dan pola pengelolaan petani.

Dalam konteks program rehabilitasi lahan, hasil sintesis menunjukkan bahwa rehabilitasi lahan kering tidak seharusnya hanya berorientasi pada pemulihan tutupan vegetasi, tetapi juga pada pemulihan fungsi tanah dan produktivitas secara berkelanjutan. Integrasi tanaman pangan dengan tanaman penutup tanah, tanaman tahunan, bahan organik, dan teknik konservasi air dapat digunakan untuk memulihkan lahan yang telah mengalami degradasi sekaligus

Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2411-2429
Email: pantherajurnal@gmail.com

memberikan manfaat ekonomi kepada petani. Dengan pendekatan tersebut, rehabilitasi lahan dapat diarahkan menjadi rehabilitasi produktif, yaitu pemulihan fungsi ekologis yang tetap memungkinkan lahan menghasilkan pangan dan pendapatan bagi masyarakat.

Selanjutnya, dari perspektif mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, praktik konservasi yang teridentifikasi dalam kajian ini memiliki potensi untuk meningkatkan ketahanan agroekosistem lahan kering. Peningkatan bahan organik dan karbon tanah melalui penggunaan mulsa, pengembalian residu tanaman, pupuk organik, rotasi tanaman, dan agroforestri berpotensi meningkatkan penyimpanan karbon sekaligus memperbaiki struktur dan kemampuan tanah menyimpan air. Sedangkan pengurangan pengolahan tanah dan penggunaan *input* secara lebih efisien dapat membantu menekan konsumsi energi dan emisi yang berkaitan dengan kegiatan budidaya. Namun, besarnya kontribusi masing-masing praktik terhadap mitigasi perubahan iklim masih memerlukan penelitian lebih lanjut, khususnya melalui pengukuran neraca karbon dan emisi gas rumah kaca secara langsung dan dalam jangka panjang.

Dengan demikian, keberlanjutan pengembangan jagung di lahan kering tidak hanya ditentukan oleh peningkatan produksi, tetapi juga oleh kemampuan sistem budidaya dalam mempertahankan fungsi ekologis agroekosistem. Sintesis ini menunjukkan bahwa kualitas tanah dan erosi telah relatif banyak dikaji, tetapi masih terdapat keterbatasan bukti mengenai karbon tanah, emisi gas rumah kaca, biodiversitas, efisiensi penggunaan air, serta dampak jangka panjang dan lintas wilayah. Oleh karena itu, arah penelitian dan kebijakan ke depan perlu mengintegrasikan konservasi tanah dan air, efisiensi penggunaan *input*, diversifikasi tanaman, pengelolaan karbon tanah, serta penilaian emisi dan jasa ekosistem. Pendekatan tersebut mampu menghasilkan strategi pengembangan jagung yang tidak hanya produktif, tetapi juga resilien terhadap perubahan iklim, mampu mencegah degradasi lahan, dan mendukung keberlanjutan agroekosistem lahan kering dalam jangka panjang.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* (SLR), pengembangan jagung pada agroekosistem lahan kering dapat memberikan dampak negatif terhadap mutu lingkungan, terutama berupa penurunan kualitas tanah, peningkatan erosi dan degradasi lahan, pencemaran air, penurunan biodiversitas, serta peningkatan emisi gas rumah kaca. Namun, dampak tersebut sangat dipengaruhi oleh sistem pengelolaan lahan dan teknologi budidaya yang diterapkan.

Penerapan praktik pertanian konservasi, seperti mulsa, rotasi tanaman, tanaman penutup tanah, olah tanah minimum, agroforestri, pemupukan berimbang, serta pemanfaatan biochar dan residu tanaman, berpotensi meningkatkan kualitas tanah, mengurangi erosi dan kehilangan hara, menjaga biodiversitas, serta meningkatkan sekuestrasi karbon. Dengan demikian, pengembangan jagung di lahan kering dapat dilakukan secara berkelanjutan apabila peningkatan produktivitas diintegrasikan dengan konservasi tanah dan air, efisiensi penggunaan *input*, diversifikasi budidaya, dan mitigasi perubahan iklim.

Penelitian selanjutnya perlu mengkaji dampak jangka panjang teknologi budidaya jagung terhadap mutu lingkungan pada berbagai kondisi agroekosistem lahan kering.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan kajian kuantitatif seperti *meta-analysis* guna mengukur besarnya pengaruh pengembangan jagung terhadap berbagai indikator mutu lingkungan, sehingga dapat diperoleh dasar ilmiah yang lebih kuat dalam perumusan kebijakan dan strategi pengelolaan agroekosistem lahan kering yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Apresiasi diberikan kepada para peneliti dan akademisi yang hasil penelitiannya menjadi sumber data dalam kajian *Systematic Literature Review* ini. Penulis berharap artikel ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pertanian berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan pada agroekosistem lahan kering.

DAFTAR RUJUKAN

Abalos, D., Jeffery, S., Sanz-Cobena, A., Guardia, G., & Vallejo, A. (2016). Meta-Analysis of the Effect of Urease and Nitrification Inhibitors on Crop Productivity and Nitrogen Use Efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 189*, 136-144. https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.036

Abdallah, A. M., Jat, H. S., Choudhary, M., Abdelaty, E. F., Sharma, P. C., & Jat, M. L. (2021). Conservation Agriculture Effects on Soil Water Holding Capacity and Water-Saving Varied with Management Practices and Agroecological Conditions: A Review. *Agronomy, 11*(9), 1681. https://doi.org/10.3390/agronomy11091681

Andana, D. S., Jannah, H., & Safnowandi, S. (2023). Pemanfaatan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) sebagai Pupuk Biologi untuk Pertumbuhan Bibit Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan II. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi, 3*(1), 1-10. https://doi.org/10.36312/bjkb.v3i1.145

Birhan, D. A., Sharma, A. K., Katoch, K., Singh, R., Singh, S., & Sharma, L. K. (2025). Systematic Review of Maize Nitrogen Rates, Yield, Nitrate Leaching, and Their Variability. *Agronomy Journal, 117*(6), e70244. https://doi.org/10.1002/agj2.70244

Chalise, K. S., Singh, S., & Wegner, B. R. (2019). Cover Crops and Returning Residue Impact on Soil Organic Carbon, Bulk Density, Penetration Resistance, Water Retention, Infiltration, and Soybean Yield. *Agronomy Journal, 111*(1), 99-108. https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0213

Dewi, P. A., Idris, M. H., & Anwar, H. (2025). Evaluation of the Sustainability of the Corn Cultivation System in the Dryland of Bima City, West Nusa Tenggara. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST), 4*(8), 2519-2534. https://doi.org/10.55927/fjst.v4i8.209

Di, Y., Gao, Y., Yang, H., Yan, D., Tang, Y., Zhang, W., Hu, Y., & Li, F. (2024). Cutting Carbon and Nitrogen Footprints of Maize Production by Optimizing Nitrogen Management Under Different Irrigation Methods. *Front. Plant Sci., 15*, 1476710. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1476710

Dierks, J., Blaser-Hart, W. J., Gamper, H. A., & Six, J. (2022). Mycorrhizal Fungi-Mediated Uptake of Tree-Derived Nitrogen by Maize in Smallholder Farms. *Nature Sustainability, 5*(1), 64-70. https://doi.org/10.1038/s41893-021-00791-7

Duque-Trujillo, D., Hincapié, C. A., Osorio, M., & Zartha-Sossa, J. W. (2023). Strategies for the Attraction and Conservation of Natural Pollinators in Agroecosystems: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Science and Technology, 20*, 4499-4512. https://doi.org/10.1007/s13762-022-04634-6

Eagle, A. J., Olander, L. P., Locklier, K. L., Heffernan, J. B., & Bernhardt, E. S. (2017). Fertilizer Management and Environmental Factors Drive N_2O and NO_3 Losses in Corn: A Meta-Analysis. *Soil Science Society of America Journal, 81*(5), 1191-1202. https://doi.org/10.2136/sssaj2016.09.0281

Ghimire, B., Ghimire, R., VanLeeuwen, D., & Mesbah, A. (2017). Cover Crop Residue Amount and Quality Effects on Soil Organic Carbon Mineralization. *Sustainability, 9*(12), 2316. https://doi.org/10.3390/su9122316

Haddaway, N. R., Hedlund, K., Jackson, L. E., Kätterer, T., Lugato, E., Thomsen, I. K., Jørgensen, H. B., & Isberg, P. E. (2017). How Does Tillage Intensity Affect Soil Organic Carbon? A Systematic Review. *Environmental Evidence, 6*(30), 1-48.

Hoffland, E., Kuyper, T. W., Comans, R. N. J., & Creamer, R. E. (2020). Eco-Functionality of Organic Matter in Soils. *Plant and Soil, 455*, 1-22. https://doi.org/10.1007/s11104-020-04651-9

Karamaouna, F., Jaques, J. A., & Kati, V. (2021). Practices to Conserve Pollinators and Natural Enemies in Agro-Ecosystems. *Insects, 12*(1), 31. https://doi.org/10.3390/insects12010031

Lal, R. (2020). Soil Organic Matter Content and Crop Yield. *Journal of Soil and Water Conservation, 75*(2), 27A-32A. https://doi.org/10.2489/jswc.75.2.27A

Mkhungo, S., Dlamini, L., DeJager, E., & Tembe, N. (2025). Long-Term Effect of Nitrogen Application and Tillage on Soil Fertility Parameters Under Dryland Conditions. *Scientific Reports, 15*, 34234.

Mokoginta, M., & Mohamad, Y. (2022). Refugia as an Environmentally Friendly Plant for Increasing Production and Income of Corn Farmers. *Journal La Lifesci, 3*(1), 45-53. https://doi.org/10.37899/journallalifesci.v3i1.609

Mussa, C. J., Ololade, O. O., Lark, R. M., Dlamini, J. C., Nalivata, P. C., Chimungu, J., Louro-López, A., & Cardenas, L. M. (2026). Greenhouse Gas Emissions in Maize Agroecosystems of Sub-Saharan Africa: Evidence Synthesis and Mitigation Insights. *Front. Agron., 8*, 1748080. https://doi.org/10.3389/fagro.2026.1748080

Nyamwange, M. M., Njeru, E. M., & Mucheru-Muna, M. (2021). Tillage,

Mulching and Nitrogen Fertilization Differentially Affects Soil Microbial Biomass, Microbial Populations and Bacterial Diversity in a Maize Cropping System. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 5*, 614527. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.614527

Oakley, J. L., & Bicknell, J. E. (2022). The Impacts of Tropical Agriculture on Biodiversity: A Meta-Analysis. *Journal of Applied Ecology, 59*(12), 3072-3082. https://doi.org/10.1111/1365-2664.14303

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *Syst Rev., 10*, 89. https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4

Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2019). Climate-Smart Soils. *Nature, 532*(7597), 49-57. https://doi.org/10.1038/nature17174

Pradhan, A., Idol, T., & Roul, P. K. (2016). Conservation Agriculture Practices in Rainfed Uplands of India Improve Maize-Based System Productivity and Profitability. *Frontiers in Plant Science, 7*, 1008. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01008

Pusz, W., Buszko, M., Weber, R., & Frąc, M. (2021). Diversity of Species and the Occurrence and Development of a Specialized Pest Population-A Review Article. *Agriculture, 11*(1), 16. https://doi.org/10.3390/agriculture11010016

Reeves, J. L., & Liebig, M. A. (2016). Soil pH and Exchangeable Cation Responses to Tillage and Fertilizer in Dryland Cropping Systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 47*(21), 2396-2404. https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1243706

Rigon, J. P. G., Cherubin, M. R., Franzluebbers, A. J., Cerri, C. E. P., & Cerri, C. C. (2023). Conservation Agriculture Improves Soil Carbon Stocks and Greenhouse Gas Mitigation Potential in Tropical Croplands: A Review. *Soil and Tillage Research, 231*, 105707. https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105707

Ruis, S. J., & Blanco-Canqui, H. (2017). Cover Crops Could Offset Crop Residue Removal Effects on Soil Carbon and Other Properties: A Review. *Agronomy Journal, 109*(5), 1785-1805. https://doi.org/10.2134/agronj2016.12.0735

Syafrudin, M., Kristanti, R. A., Yuniarto, A., Hadibarata, T., Rhee, J., Al-Onazi, W. A., Algarni, T. S., Almarri, A. H., & Al-Mohaimeed, A. M. (2021). Pesticides in Drinking Water-A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(2), 468. https://doi.org/10.3390/ijerph18020468

Tosi, M., Mitter, E. K., & Gaiero, J. R. (2018). Organic Management and Cover Crop Species Steer Soil Microbial Community Structure and Functionality

Along with Soil Organic Matter Properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 263*, 7-17. https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.04.018

Vogel, E., Deumlich, D., & Kaupenjohann, M. (2016). Bioenergy Maize and Soil Erosion Risk Assessment and Erosion Control Concepts. *Geoderma, 261*, 80-92. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.06.020

Wang, J., Xiong, Z., & Kuzyakov, Y. (2021). Biochar Stability in Soil: Meta-Analysis of Decomposition and Priming Effects. *GCB Bioenergy, 13*(1), 115-129. https://doi.org/10.1111/gcbb.12732

Wang, J., Watts, D. B., Meng, Q., Zhang, Q., Wu, F., & Torbert, H. A. (2016). Soil Water Infiltration Impacted by Maize (*Zea mays* L.) Growth on Sloping Agricultural Land of the Loess Plateau. *Journal of Soil and Water Conservation, 71*(4), 301-309. https://doi.org/10.2489/jswc.71.4.301

Wang, Z.-H., & Li, S.-X. (2019). Chapter Three - Nitrate N Loss by Leaching and Surface Runoff in Agricultural Land: A Global Issue (A Review). *Advances in Agronomy, 156*, 159-217. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.01.007

Wei, W., Chen, D., Wang, L., Daryanto, S., Chen, L., Yu, Y., Lu, Y., Sun, G., & Feng, T. (2016). Global Synthesis of the Classifications, Distributions, Benefits and Issues of Terracing. *Earth-Science Reviews, 159*, 388-403. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.06.010

Woolf, D., Lehmann, J., Lee, D. R., & Whitman, T. (2021). Optimal Bioenergy Power Generation for Climate Change Mitigation with or Without Carbon Sequestration. *Nature Communications, 12*, 4401. https://doi.org/10.1038/s41467-021-24425-w

Wurz, A., Tscharntke, T., Martin, D. A., Osen, K., Rakotomalala, A. N. A., & Raveloaritiana, E. (2022). Win-Win Opportunities Combining High Yields with High Multi-Taxa Biodiversity in Tropical Agroforestry. *Nature Communications, 13*, 4127. https://doi.org/10.1038/s41467-022-30866-8

Zhang, L., Zhao, Z., Jiang, B., & Baoyin, B. (2024). Effects of Long-Term Application of Nitrogen Fertilizer on Soil Acidification and Biological Properties in China: A Meta-Analysis. *Microorganisms, 12*(8), 1683. https://doi.org/10.3390/microorganisms12081683

Zhang, W., Li, H., Pueppke, S. G., Diao, Y., Nie, X., Geng, J., Chen, D., & Pang, J. (2020). Nutrient Loss is Sensitive to Land Cover Changes and Slope Gradients of Agricultural Hillsides: Evidence from Four Contrasting Pond Systems in a Hilly Catchment. *Agricultural Water Management, 237*, 106165. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106165