EKSPLORASI PERAN KELEMBAGAAN DALAM AGRIBISNIS JAGUNG BERKELANJUTAN: ANALISIS BIBLIOMETRIK DAN KLASTER TREN PENELITIAN GLOBAL

EXPLORING THE ROLE OF INSTITUTIONS IN SUSTAINABLE CORN AGRIBUSINESS: BIBLIOMETRIC AND CLUSTER ANALYSIS OF GLOBAL RESEARCH TRENDS

Dudi Septiadi[1]*, Muhammad Nursan[1]
[1]Program Studi Agribisnis, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62, Kota Mataram, Indonesia
*Email Penulis korespondensi: dudi@unram.ac.id

ABSTRAK

Perubahan iklim telah mendorong sektor pertanian agar terus berupaya memulihkan kondisi biofisik melalui upaya terintegrasi dengan kelembagaan dalam sektor pertanian. Jagung merupakan jenis tanaman pangan strategis dunia yang berperan dalam pemenuhan kebutuhan pangan dunia. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan memetakan klaster studi global yang berkaitan dengan pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan, dengan fokus pada peran kelembagaan dalam mendukung keberlanjutan tersebut. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dengan pendekatan tinjauan literatur sistematis (SLR). Data disajikan dengan melalui alat analisis VOSviewer untuk memetakan klaster dan tren riset yang berkembang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecenderungan tren riset terkait pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan terus meningkat, terutama dengan relevansi isu mitigasi perubahan iklim dan adopsi teknologi dalam sektor pertanian. Kelembagaan pertanian terbukti memainkan peran strategis yang penting, antara lain dalam membantu petani mengakses teknologi dan pengetahuan, menyediakan sistem pembiayaan pertanian yang inklusif, menawarkan perlindungan terhadap risiko, memperkuat keterhubungan dengan pasar, memberikan insentif, serta membangun jaringan peer-to-peer melalui kelompok tani. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa meskipun riset tentang agribisnis jagung berkelanjutan semakin berkembang, masih terdapat banyak peluang untuk penelitian lebih lanjut, terutama dalam konteks keberlanjutan pertanian yang sangat penting untuk kestabilan pangan dunia.

Kata Kunci: perubahan iklim, jagung, SLR, tinjauan literatur, vosviewer.

ABSTRACT

Climate change has encouraged the agricultural sector to continue to try to restore biophysical conditions through integrated efforts with institutions in the agricultural sector. Corn is a type of strategic food crop in the world that plays a role in meeting world food needs. This study aims to explore and map global study clusters related to the development of sustainable corn agribusiness, with a focus on the role of institutions in supporting this sustainability. The method used is a qualitative method with a systematic literature review (SLR) approach. Data is presented through the VOSviewer analysis tool to map clusters and developing research trends. The results of the study show that the tendency of research trends related to the development of sustainable corn agribusiness continues to increase, especially with the relevance of climate change mitigation issues and technology adoption in the agricultural sector. Agricultural institutions have been shown to play an important strategic role, including in helping farmers access technology and knowledge, providing an inclusive agricultural financing system, offering protection against risks, strengthening market connectivity, providing incentives, and building peer-to-peer networks through farmer groups. This study also reveals that although research on sustainable corn agribusiness is growing, there are still many opportunities for further research, especially in the context of agricultural sustainability which is very important for world food stability.

Keywords: climate change, corn, SLR, literature review, vosviewer.

PENDAHULUAN

Beberapa dekade terakhir, isu keberlanjutan telah menjadi perhatian utama dalam pembangunan pertanian, terutama dalam konteks ketahanan pangan dan kedaulatan ekonomi pedesaan di negara berkembang. Jagung sebagai komoditas strategis tidak hanya berperan dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan pakan, tetapi juga memiliki kontribusi penting dalam meningkatkan pendapatan petani dan mendorong pertumbuhan sektor agribisnis. Namun, keberlanjutan agribisnis jagung masih menghadapi berbagai tantangan, terutama yang berkaitan dengan aspek kelembagaan.

Pendekatan kelembagaan memegang peran sentral dalam memperkuat ekosistem agribisnis jagung yang berkelanjutan. Tidak hanya terbatas pada adopsi teknologi, kelembagaan yang efektif berfungsi untuk menjaga kesinambungan rantai nilai, memperluas akses terhadap pembiayaan, memperkuat koordinasi antar-aktor, serta mendorong penerapan praktik pertanian yang ramah lingkungan dan menguntungkan secara ekonomi (Tanumihardjo et al., 2020). Kelembagaan agribisnis melibatkan berbagai aktor, antara lain pemerintah, lembaga keuangan, koperasi, kelompok tani, sektor swasta, dan LSM, yang saling berinteraksi dalam sistem produksi, distribusi, dan pemasaran

Kelembagaan dalam agribisnis jagung memiliki peran sentral dalam menentukan efektivitas produksi, distribusi, dan pemasaran jagung. Lembaga-lembaga ini melibatkan pemerintah, lembaga keuangan, organisasi petani, sektor swasta, dan pihak-pihak yang berinteraksi dalam siklus agribisnis. Eksplorasi aspek kelembagaan menjadi penting untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang dapat memacu atau menghambat perkembangan agribisnis yang berkelanjutan. Sektor agribisnis jagung memerlukan pendekatan kelembagaan yang mendukung adopsi praktik-praktik pertanian yang ramah lingkungan dan menguntungkan secara ekonomi bagi petani.

Literatur sebelumnya menegaskan bahwa kelembagaan yang solid dapat meningkatkan efisiensi rantai pasok dan daya saing petani kecil. Misalnya, (Poulton & Macartney, 2012) menunjukkan bahwa kolaborasi antara pemerintah dan sektor swasta mampu meningkatkan akses pembiayaan dan pasar bagi petani jagung di Afrika. Selain itu, (Khan, 2021) menekankan peran kelembagaan lokal, seperti koperasi dan lembaga keuangan mikro, dalam meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan agribisnis di tingkat tapak. Kelembagaan juga memainkan peran kunci dalam memperkuat daya tahan petani terhadap berbagai risiko, seperti fluktuasi harga, keterbatasan akses pasar, serta ketidakpastian iklim (Manyise & Dentoni, 2021). Oleh karena itu, model kelembagaan yang ideal adalah yang mampu mendukung efisiensi rantai pasok, menyediakan akses pendanaan yang inklusif, serta memberikan dukungan pelatihan teknis dan manajerial untuk petani.

Di sisi lain, kajian-kajian terkini mulai menyoroti pentingnya inovasi kelembagaan dalam bentuk skema pembiayaan rantai pasok, model kerjasama kolektif, dan sistem kelembagaan yang inklusif terhadap petani kecil. Pendekatan-pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi, memperkuat posisi tawar petani, serta mendorong penguatan kelembagaan lokal yang adaptif terhadap dinamika pasar dan lingkungan.

Meskipun telah banyak studi mengenai peran kelembagaan dalam pembangunan agribisnis, kajian secara sistematis dan komprehensif yang memetakan perkembangan literatur, tren topik, serta arah riset kelembagaan dalam konteks spesifik agribisnis jagung berkelanjutan dan diintegrasikan dengan konsep resiliensi petani masih relatif terbatas. Celah inilah yang menjadi dasar penting dari penelitian ini.

Pada penelitian ini, penelitian melakukan riset berdasarkan literatur review yang ingin menelusuri perkembangan kajian literatur secara empiris yang berkaitan dengan eksplorasi peran kelembagaan dalam pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan. Sehingga tujuan penelitian ini adalah: 1) menganalisis trend studi yang berkaitan dengan eksplorasi peran kelembagaan dalam pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan; 2) menganalisis berdasarkan kutipan yang berkaitan dengan topik riset ini; 3) Pemetaan klaster studi yang berkembang yang membahas topik riset terkait; 4) menganalisis konsep pertanian berkelanjutan; 5) menganalisis peran kelembagaan dalam pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan; dan 6) pengembangan penelitian keberlanjutan agribisnis jagung di masa depan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan literatur review secara sistematis untuk mengeksplorasi peran kelembagaan dalam pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi, meninjau, dan menganalisis berbagai studi empiris dan teoritis yang relevan dengan topik melalui data yang bersumber dari dokumen terindeks Scopus. Penelitian ini difokuskan pada kajian atau dokumen akademis periode tahun 2010–2024 untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif terkait perkembangan kelembagaan dalam pertanian jagung.

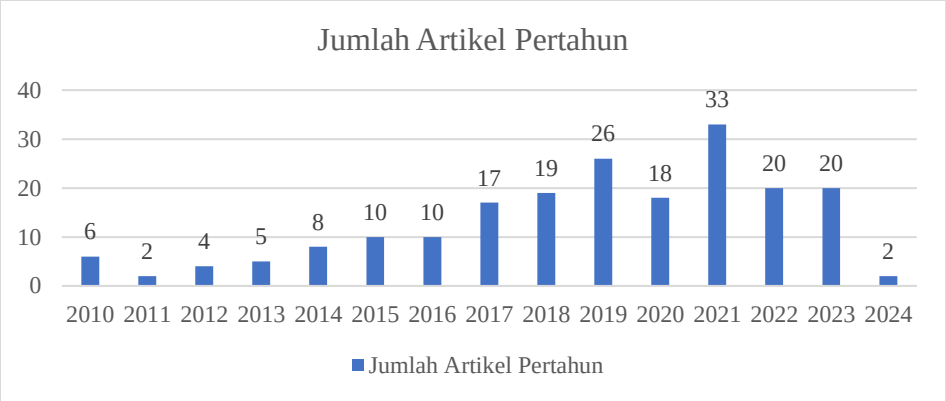
Pengumpulan literatur dilakukan menggunakan perangkat *Publish or Perish*. Alat ini membantu peneliti untuk mengekstrak data dari dokumen-dokumen yang terindeks Scopus. Kata kunci yang digunakan meliputi: "*Corn Farming*", "*Farmer Resilience*", "*Sustainability Farming*", "*Adoption of Agricultural Technology*", "*Institutional of Agriculture*". Berdasarkan penelusuran terdapat 200 dokumen ilmiah.

Setelah mengumpulkan data, peneliti akan menggunakan *VOSviewer* untuk menganalisis trend kajian, kutipan artikel, dan melakukan analisis klaster topik yang berkaitan dengan kelembagaan dan agribisnis jagung berkelanjutan. VOSviewer digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antara artikel dan mengidentifikasi tema-tema utama yang telah dipelajari sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Trend Studi

Berdasarkan Gambar 1. jumlah artikel per tahun dari 2010 hingga 2024, terlihat adanya peningkatan tren penelitian terkait topik agribisnis jagung berkelanjutan. Dari tahun 2010 yang hanya memiliki 6 artikel, jumlah publikasi meningkat secara bertahap hingga mencapai puncak pada 2021 dengan 33 artikel. Setelah itu, terdapat penurunan pada 2022 dan 2023, masing-masing dengan 20 artikel, dan di tahun 2024 baru ada 2 artikel hingga saat ini.



Gambar 1. Trend artikel yang berkaitan dengan topik penelitian

Tren ini menunjukkan adanya peningkatan minat dan fokus terhadap topik terkait, yang mungkin dipengaruhi oleh meningkatnya urgensi dalam pengembangan agribisnis berkelanjutan, adopsi teknologi pertanian, dan ketahanan petani. Puncak pada 2021 bisa disebabkan oleh peristiwa global, seperti pandemi Covid-19 yang mengubah fokus penelitian terhadap ketahanan pangan dan sistem pertanian. Namun, tren menurun di 2022 dan 2023 mungkin mencerminkan perubahan prioritas atau dinamika ekonomi dan sosial yang mempengaruhi output penelitian.

Analisis Berdasarkan Kutipan dan Keterkaitan dengan Topik Kajian

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa artikel-artikel yang relevan dengan topik "Peran Kelembagaan dalam Pengembangan Agribisnis Jagung Berkelanjutan" memiliki fokus utama pada adopsi teknologi pertanian, adaptasi terhadap perubahan iklim, serta pemberdayaan petani melalui kelembagaan.

Tabel 1. Literatur yang relevan dengan topik riset dengan kutipan (dampak) paling tinggi

No.	Title	Cited	Author (Year)	Findings
1	*The impact of cooperatives on agricultural technology adoption: Empirical evidence from Ethiopia*	394	(Abebaw, 2013)	Aktif sebagai anggota koperasi memiliki dampak yang kuat dan positif terhadap adopsi pupuk. Namun, keanggotaan koperasi memiliki dampak yang terbatas pada adopsi benih unggul dan pestisida.
2	*Land Transfer and the Pursuit of Agricultural Modernization in China*	197	(Ye, 2015)	Menyotori upaya Negara dalam menanggapi berbagai tantangan agar lembaga dan kebijakan pertanahan selalu diarahkan untuk mencapai modernisasi pertanian.
3	*Adoption of agricultural technology in the developing world: A meta-analysis of the empirical literature*	166	(Ruzzante, 2021)	upaya untuk mempromosikan teknologi pertanian berkelanjutan di negara berkembang harus disesuaikan agar sesuai dengan konteks pertanian dan budaya setempat.
4	*Spatial patterns of organic agriculture adoption: Evidence from Honduras*	150	(Wollni & Andersson, 2014)	Petani yang percaya untuk bertindak sesuai dengan harapan petani tetangga serta dengan ketersediaan informasi yang lebih besar dijaringan lingkungan, cenderung mengadopsi pertanian organik. Penyebaran teknologi pertanian berkelanjutan di negara-negara berkembang berpotensi rendah.

No.	Title	Cited	Author (Year)	Findings
5	*Social learning and incentives for experimentation and communication*	148	(BenYishay & Mobarak, 2019)	Identitas sosial komunikator mempengaruhi pembelajaran dan adopsi teknologi oleh petani. Petani cenderung lebih meyakini komunikator yang memiliki identitas kelompok yang sama atau yang menghadapi kondisi pertanian yang serupa.
6	*Impact of agricultural extension service on adoption of chemical fertilizer: Implications for rice productivity and development in Ghana*	128	(Emmanuel, 2016)	Penelitian ini menyotori akses terhadap layanan penyuluhan secara signifikan mendorong adopsi pupuk kimia. Kedua faktor ini, akses penyuluhan dan adopsi pupuk kimia, memiliki pengaruh positif terhadap produktivitas padi.
7	*Rural Finance and Agricultural Technology Adoption in Ethiopia: Does the Institutional Design of Lending Organizations Matter?*	115	(Abate, 2016)	Ethiopia telah mempromosikan lembaga keuangan mikro dan koperasi keuangan anggota untuk mengatasi keterbatasan kredit yang dihadapi petani kecil. Penelitian ini menganalisis dampak lembaga-lembaga ini terhadap adopsi teknologi pertanian.
8	*Enhancing adoption of agricultural technologies requiring high initial investment among smallholders*	114	(Yigezu, 2018)	Penelitian ini mengidentifikasi bahwa adopsi teknologi pertanian yang rendah dan lambat di kalangan petani kecil sering kali menghambat upaya pengembangan dan promosi teknologi, terutama untuk teknologi yang memerlukan investasi awal yang tinggi.
9	*Factors affecting the adoption of multiple climate-smart agricultural practices in the Indo-Gangetic Plains of India*	108	(Aryal, 2018)	Kebijakan yang mendukung adopsi *climate-smart agricultural* (CSA) harus memperhatikan perbedaan regional, karakteristik petani, dan risiko iklim yang dihadapi untuk meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan adopsi teknologi pertanian cerdas iklim.
10	*Influencing factors of farmers' adoption of pro-environmental agricultural technologies in China: Meta-analysis*	97	(Xie, 2021)	Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk memperkuat kebijakan yang berfokus pada peningkatan kesadaran informasi petani serta penyediaan dukungan terkait pelatihan dan subsidi untuk mendorong adopsi teknologi pertanian yang lebih ramah lingkungan.

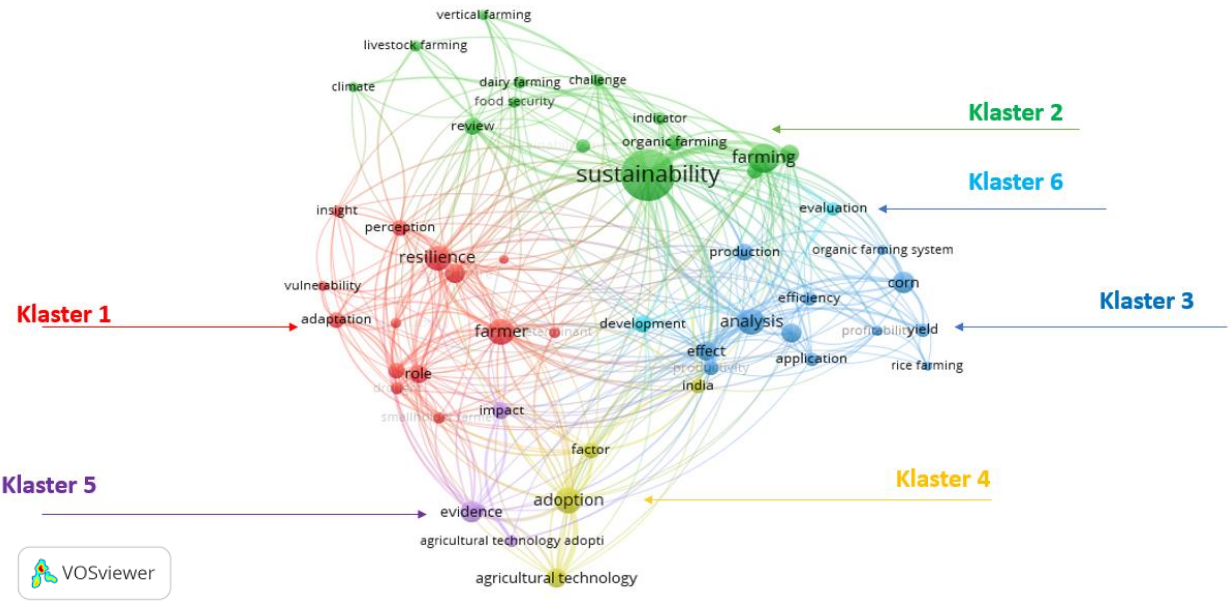
Artikel-artikel tersebut merupakan artikel yang memiliki dampak besar dalam kajian peran kelembagaan dalam pengembangan pertanian berkelanjutan. Artikel paling tinggi tingkat kutipannya adalaha hasil penelitian (Abebaw, 2013) yang menyoroti pentingnya relasi antara petani dalam kelembagaan pertanian, seperti keterlibatan sebagai anggota koperasi, dimana keterlibatan menjadi keanggotaan koperasi memiliki dampak yang kuat dan positif terhadap adopsi pupuk. Namun, keanggotaan koperasi memiliki dampak yang terbatas pada adopsi benih unggul dan pestisida. Hasil ini menunjukkan upaya peningkatan SDM di bidang pertanian bisa diupayakan melalui keaktifan dalam kelembagaan koperasi. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Gebre, 2019)

yang menyoroti pentingnya kelembagaan dalam mendukung petani kecil dalam mengadopsi teknologi dan strategi adaptasi.

Selanjutnya kutipan tertinggi kedua adalah hasil penelitian yang menyotori upaya Negara dalam menanggapi berbagai tantangan agar lembaga negara melalui kebijakan pertanahan dan pertanian selalu diarahkan untuk mencapai modernisasi pertanian (Ye, 2015). Berdasarkan riset tersebut, arus utama modal dalam pertanian termasuk modal berupa kebijakan pemerintah harus diarahkan pada adopsi teknologi modern di tingkat petani. Hasil ini sejalan dengan temuan (Bedeke, 2019) yang menggarisbawahi peran kelembagaan dalam memfasilitasi akses teknologi adaptasi bagi petani jagung yang bergantung pada kondisi iklim.

Selanjutnya artikel dengan kutipan tertinggi ketiga adalah hasil penelitian dengan teknik *meta-analysis* terhadap literatur empiris dengan topik adopsi teknologi pertanian. Hasilnya menyarankan bahwa upaya untuk mempromosikan teknologi pertanian di negara berkembang harus disesuaikan agar sesuai dengan konteks pertanian dan budaya setempat (Ruzzante, 2021). Kesuksesan adopsi teknologi pertanian di negara maju dengan rata-rata penguasan luas panen per petani yang relatif berbeda dengan petani di negara berkembang tidak bisa menggunakan strategi yang sama. Selanjutnya untuk lebih lengkap, temuan penting dari artikel dengan kutipan terbanyak TOP 10 dalam databased riset yang dianalisis pada artikel ini disajikan pada Tabel 1. Secara umum, artikel-artikel ini menggambarkan bahwa pengembangan agribisnis jagung yang berkelanjutan sangat dipengaruhi oleh kapasitas kelembagaan untuk memfasilitasi adopsi teknologi dan strategi adaptasi, terutama di kawasan pedesaan yang rentan terhadap perubahan lingkungan.

Pemetaan Klaster dalam Objek Riset



Gambar 1. Keterhubungan keyword pada artikel-artikel dari databased scopus yang dianalisis.

1. Klaster 1 (buble warna merah)
   Topik yang banyak dibahas dalam penelitian di klaster ini adalah tentang: *adaptation, agriculture, **climate change**, climat variability, determinant, drought, **resilience, smallholder farmer**, dan vulnerability*. Penelitian berfokus pada adaptasi iklim, ketahanan

petani kecil, dan kerentanan terhadap perubahan iklim serta kekeringan. Topik ini berkaitan dengan tantangan lingkungan dalam agribisnis jagung.

2. Klaster 2 (buble warna hijau)
   Topik yang banyak dibahas dalam penelitian di klaster ini adalah tentang: *Assessment, challenge, **climate**, dairy farming, **environmental sustainability**, food security, livestock farming, organic farming, review, sustainability assessment, dan vertical farming*. Topik mencakup penilaian keberlanjutan, tantangan pertanian, dan keamanan pangan, yang relevan dengan pendekatan kelembagaan untuk menjaga keberlanjutan dalam sektor jagung.
3. Klaster 3 (buble warna biru tua)
   Topik yang banyak dibahas dalam penelitian di klaster ini adalah tentang: *application, **corn farming**, effect, efficiency, organic farming, production, productivity, profitability, rice farming, dan yield*. Menekankan pada produksi jagung, efisiensi, dan profitabilitas, menggambarkan bagaimana teknologi dapat meningkatkan produktivitas petani.
4. Klaster 4 (buble warna kuning)
   Topik yang banyak dibahas dalam penelitian di klaster ini adalah tentang: ***adoption**, agricultural technology, factor, dan India*. Berfokus pada adopsi teknologi pertanian di India, yang dapat memberikan wawasan tentang bagaimana kelembagaan mendukung pengadopsian teknologi jagung di berbagai konteks.
5. Klaster 5 (buble warna ungu)
   Topik yang banyak dibahas dalam penelitian di klaster ini adalah tentang: *Agricultural technology, evidence, impact, dan **technology adoption***. Pada klaster ini mengulas dampak adopsi teknologi pertanian dan bukti empiris tentang penerapannya di sektor pertanian.
6. Klaster 6 (buble warna biru muda)
   Topik yang banyak dibahas dalam penelitian di klaster ini adalah tentang: ***development** dan evaluation.* Penelitian klaster ini lebih berorientasi pada pengembangan dan evaluasi, yang relevan dalam menilai efektivitas kebijakan kelembagaan di agribisnis jagung.

Berdasarkan pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa setiap keyword yang ditelusuri pada dokumen terindeks scopus tersebar di 6 klaster yang berbeda, namun masih memiliki keterhubungan satu dengan yang lain, sehingga bisa disimpulkan topik riset ini masih relatif terbatas dan menarik untuk dikaji dengan tambahan pendekatan kuantitatif untuk kajian di masa depan.

Konsep Pertanian Berkelanjutan

(Çakmakçı et al., 2023) menyatakan bahwa pertanian berkelanjutan berfokus pada tiga dimensi utama: keberlanjutan ekonomi (*profit*), keberlanjutan sosial (*people*), dan keberlanjutan ekologi (lingkungan), yang mencakup:

a) Dimensi Ekonomi. Dimensi ini berkaitan dengan upaya memaksimalkan pendapatan dengan menjaga aset produktif yang menjadi sumber pendapatan tersebut. Indikator utama dimensi ini meliputi efisiensi, daya saing, pertumbuhan nilai tambah, serta stabilitas ekonomi. Fokus utama adalah pemenuhan kebutuhan ekonomi manusia untuk generasi sekarang dan masa depan.
b) Dimensi Sosial. Dimensi ini berorientasi pada kesejahteraan sosial, yang dicerminkan oleh kehidupan sosial yang harmonis, pencegahan konflik, pelestarian budaya, serta perlindungan terhadap kelompok minoritas. Indikator pentingnya termasuk pengentasan kemiskinan, pemerataan kesempatan berusaha, partisipasi sosial-politik, dan stabilitas sosial-budaya.

c) Dimensi Lingkungan. Dimensi ini menekankan pentingnya menjaga stabilitas ekosistem, yang mencakup kelestarian sistem kehidupan biologis dan sumber daya alam.

Kemajuan dalam memahami keterkaitan antara sistem sosial, ekologi, dan ekonomi menuntut perhatian yang lebih besar terhadap nilai-nilai instrumental dan relasional dari alam oleh para pemangku kepentingan di sektor pertanian (Noordwijk, 2021). Menurut (DeClerck et al., 2016), menegaskan bahwa tujuan utama dari pembangunan pertanian berkelanjutan adalah menciptakan peluang bagi pelaku usaha tani untuk menjaga kelestarian sumber daya alam, memberikan layanan ekosistem, serta mempertahankan manfaat lingkungan secara menyeluruh. Hal ini mencakup pengelolaan ekosistem pertanian sebagai sistem produksi utama dalam penyediaan kebutuhan pangan manusia. Dalam konteks Indonesia, pelestarian usahatani jagung sebagai salah satu sumber pangan lokal yang strategis menjadi elemen penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Pendekatan berbasis kemitraan antara berbagai elemen ekosistem menjadi prasyarat penting untuk menjamin keberlanjutan sistem pangan secara menyeluruh. Lebih lanjut, keberlanjutan produktivitas dan produksi jagung tidak hanya berdampak pada ketahanan pangan, tetapi juga berkontribusi terhadap keberlanjutan ekonomi nasional. Aspek ini dapat dianalisis melalui observasi terhadap tren produksi, dinamika pola tanam, dan perilaku adaptif petani dalam menghadapi berbagai tekanan lingkungan dan pasar (Goyal, 2013).

Pendapat yang berbeda dikemukakan (Trigo et al., 2021) terdapat empat prinsip dasar yang penting untuk mencapai pertanian berkelanjutan. Berikut adalah rincian tentang apa arti prinsip-prinsip ini dan implikasinya terhadap sistem pertanian:

a) Manajemen terintegrasi. Prinsip ini menekankan pentingnya mengelola praktik pertanian secara holistik. Ini melibatkan mempertimbangkan berbagai faktor seperti aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial untuk menciptakan pendekatan pertanian yang seimbang. Dengan mengintegrasikan strategi pengelolaan yang berbeda, petani dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan
b) Keseimbangan Dinamis. Prinsip ini mengacu pada perlunya kemampuan beradaptasi dalam praktik pertanian. Pertanian dipengaruhi oleh banyak faktor yang berubah, termasuk iklim, permintaan pasar, dan kemajuan teknologi. Mempertahankan keseimbangan dinamis berarti bahwa petani harus fleksibel dan responsif terhadap perubahan ini, memastikan bahwa praktik mereka tetap berkelanjutan dari waktu ke waktu
c) Desain Regeneratif. Prinsip ini berfokus pada penciptaan sistem pertanian yang tidak hanya menopang tetapi juga meningkatkan kesehatan ekosistem. Desain regeneratif mendorong praktik yang memulihkan kesehatan tanah, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan meningkatkan pengelolaan air. Dengan mengadopsi teknik regeneratif, pertanian dapat berkontribusi positif terhadap lingkungan daripada merusaknya.
d) Pembangunan Sosial. Prinsip ini menyoroti pentingnya kesetaraan sosial dan keterlibatan masyarakat dalam pertanian berkelanjutan. Temuan ini meyakini bahwa praktik berkelanjutan juga harus mempertimbangkan kesejahteraan petani dan masyarakat lokal. Dengan mendorong pembangunan sosial, sistem pertanian dapat mendukung mata pencaharian dan mempromosikan akses yang adil ke sumber daya.

Artinya, empat prinsip dasar tersebut menekankan bahwa untuk transisi menuju sistem pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan, sangat penting untuk memanfaatkan sumber daya alam dan manusia dengan lebih baik. Ini berarti bahwa petani dan pemangku kepentingan pertanian perlu menerapkan keempat prinsip ini secara efektif, memastikan bahwa praktik mereka tidak hanya produktif tetapi juga bertanggung jawab secara lingkungan dan sosial. Dengan

demikian, pertanian dapat berkembang menjadi sistem yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka.

Menurut (Hemathilake & Gunathilake, 2022) pertumbuhan populasi dunia dalam dekade mendatang diperkirakan akan meningkatkan tekanan pada perekonomian global serta menciptakan permintaan yang sangat besar terhadap kebutuhan pangan. Selain itu, metode bertani yang bersifat eksploitatif seperti penggunaan bahan kimia yang tidak terkendali dapat merusak lingkungan, termasuk degradasi lahan dan tercemarnya sumber daya air (Zingaro et al., 2017). Produksi pertanian yang bersifak eksploitatif yang tidak terkendali juga berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, pengaturan produksi pertanian sangat penting untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (Verschuuren, 2022).

Peran Kelembagaan dalam Pengembangan Agribisnis Jagung Berkelanjutan

1) Akses terhadap Teknologi dan Pengetahuan

Kelembagaan berperan dalam menyediakan akses terhadap teknologi pertanian dan pengetahuan bagi petani. Misalnya, lembaga penyuluhan pertanian membantu menyebarkan inovasi seperti sistem irigasi hemat air, penggunaan varietas benih unggul, dan praktik pertanian ramah lingkungan (Srinivasa Rao et al., 2016). Pelatihan yang diselenggarakan lembaga lokal atau kerjasama internasional juga berperan penting dalam meningkatkan keterampilan petani. Terutama keterampilan petani dalam praktik budidaya pertanian berkelanjutan serta praktik budidaya dalam merespon perubahan iklim. Ketersediaan teknologi yang efisien dan berkelanjutan meningkatkan produktivitas dan memperhatikan keberlanjutan lingkungan jangka panjang (Khan et al., 2021).

Salah satu contoh kasus adalah kolaborasi kelembagaan antara petani, pemerintah daerah, dan lembaga penelitian, meningkatkan transfer pengetahuan dan adopsi teknologi yang terjadi di Tiongkok. Platform STB (*Science and Technology Backyard*) di Tiongkok mencontohkan hal ini, di mana umpan balik petani diintegrasikan ke dalam desain teknologi, yang mengarah pada peningkatan hasil panen (An et al., 2024). Platform STB bertujuan untuk memberdayakan petani kecil dengan mentransfer pengetahuan dan mempromosikan praktik pertanian berkelanjutan.

2) Sistem Pembiayaan Pertanian

Salah satu tantangan besar dalam pengembangan agribisnis adalah akses pembiayaan. Terlebih lagi mayoritas negara berkembang seperti Indonesia karakteristik petaninya adalah dengan skala lahan yang relatif sempit (kurang dari 1 hektar). Dimana sebagian besar petani kecil itu tidak memiliki kemampuan untung mengakses kredit dan pembiayaan ke lembaga keuangan formal. Sehingga penting sekali adanya lembaga keuangan non-formal untuk membantu keberlanjutan usaha petani kecil di Negara-negara sedang berkembang.

Kelembagaan seperti koperasi kredit (simpan-pinjam) memberikan modal yang dibutuhkan petani untuk membeli input pertanian, seperti benih dan pupuk berkualitas. Melalui kelembagaan ini, petani juga bisa mengadopsi teknologi modern yang lebih ramah lingkungan. Sistem pembiayaan yang mendukung siklus produksi petani akan memperkuat daya saing mereka dalam menghadapi persaingan pasar (Onyiriuba et al., 2020).

3) Perlindungan terhadap Risiko

Ketidakpastian iklim dan risiko pasar menjadi tantangan besar bagi petani di Negara-negara sedang berkembang seperti di Indonesia. Kehadiran kelembagaan yang kuat, seperti asuransi pertanian, membantu mengurangi risiko tersebut Menurut (King & Singh, 2020) kehadiran program *Agricultural Index Insurance* di Vietnam banyak membantu petani di Negara tersebut dalam memitigasi berbagai potensi risiko. Asuransi indeks pertanian menawarkan kepada petani kecil potensi untuk mengelola risiko cuaca dan lingkungan yang meluas, dan berdampak pada tingkat pendapatan usahatani yang lancar dari waktu ke waktu. Misalnya, petani dapat dilindungi

dari kerugian akibat bencana alam atau kegagalan panen. Selain lembaga asuransi, lembaga sosial juga menyediakan jaringan pengaman sosial yang membantu petani dalam menghadapi risiko usahatnai yang diakibatkan oleh dampak negatif dari fluktuasi ekonomi seperti fluktuasi harga. Kasus di Indoneisa, adalah adanya lembaga dewan kemakumran masjid di Jogjakarta yang membeli hasil panen sayuran petani dengan harga yang pantas, padahal saat itu harganya sedang turun dibawah harga normal karena sedang masa panen raya. Dengan penjelasan tersebut, risiko yang dihadapi petani bisa dimitigasi melalui lembaga asuransi dan lembaga sosial yang berperan dalam membantu keberlanjutan usaha petani.

4) Keterhubungan dengan Pasar dan Insentif

Hasil penelitian (Mulwa et al., 2021) menunjukkan bahwa pedagang besar di Kenya telah terbukti meningkatkan adopsi praktik berkelanjutan dengan menyediakan akses ke pasar dan input yang diperlukan oleh petani seperti pupuk dan benih yang ditingkatkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemitraan antara pedagang besar dan petani mitra sangat berpengaruh terhadap adopsi teknologi yang ramah lingkungan di Kenya. Dimana, pedagang besar menyediakan pupuk organik dan bibit unggul untuk diserap oleh petani mitra. Tantangannya adalah kemitraan ini hanya untuk dengan petani dengan lahan besar. Karena, hasil analisis menunjukkan kepemilikan lahan menjadi faktor kunci dalam keberhasilan kerjasama dan akses ke pasar pedagang besar. Selain itu, adopsi benih unggul dan pupuk organik cenderung berkelanjutan dari waktu ke waktu, menunjukkan adanya ketergantungan penggunaan input tersebut. Hasil ini menyarankan bahwa strategi untuk mendorong kerjasama antara pedagang besar komoditas tanaman pangan dan petani dapat meningkatkan penggunaan input untuk penerapan pertanian berkelanjutan. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Mastenbroek, 2021) yang menyatakan bahwa struktur kelembagaan dapat memengaruhi distribusi benih bersertifikat dan pengetahuan terkait teknologi di kalangan petani.

Kelembagaan seperti koperasi dan asosiasi petani juga meningkatkan daya tawar petani dalam akses pasar terhadap pedagang besar. Koperasi berfungsi sebagai penghubung antara petani dan pasar, memastikan stabilitas harga, serta akses yang lebih luas. Sistem logistik yang dikelola dengan baik juga mengurangi biaya transaksi, menjaga stabilitas harga yang adil bagi petani. Peran ini memperkuat pemasaran produk jagung sehingga keuntungan petani meningkat secara berkelanjutan (Candemir et al., 2021). Penjelasan tersebut sejalan dengan penelitian (Ahmed, 2016) menyoroti peran penting kelembagaan dalam memastikan akses input pertanian yang tepat.

5) Kelompok Tani: Jaringan *Peer-to-Peer*

Jaringan petani formal, seperti Practical Farmers of Iowa (PFI), menunjukkan bahwa interaksi teman sebaya (dalam hal ini petani) secara signifikan mempengaruhi adopsi praktik konservasi untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan. Keterlibatan langsung menumbuhkan hubungan yang mendorong petani untuk mencoba metode berkelanjutan baru (Asprooth et al., 2023). Bukti empiris telah menunjukkan bahwa keterlibatan petani dalam kelompok tani berupa jaringan pertanian peer-to-peer memengaruhi apakah seorang petani memutuskan untuk mencoba praktik baru (adopsi teknologi baru). Jaringan petani yang terorganisasi secara formal muncul sebagai entitas unik yang memadukan manfaat pertukaran pengetahuan petani yang terdesentralisasi dalam struktur organisasi yang menyediakan berbagai sumber informasi dan bentuk keterlibatan. Jaringan petani formal didefinisikan sebagai jaringan petani dengan keanggotaan dan struktur organisasi yang berbeda, kepemimpinan yang mencakup petani, dan penekanan pada pembelajaran peer-to-peer. Jaringan formal adalah cara yang menjanjikan untuk memperluas penggunaan praktik konservasi, khususnya melalui upaya yang ditargetkan untuk meningkatkan pembangunan hubungan dalam jaringan melalui kesempatan belajar tatap muka.

Kunci keberhasilan adopsi sistem pertanian yang ramah lingkungan adalah kesadaran petani yang bisa dibimbing melalui pemahaman akan penitngnya menjaga keseimbangan lingkungan. Persepsi petani tentang degradasi lingkungan, pengalaman bertani, dan kebijakan pertanian mendorong sikap dan praktik berkelanjutan individu petani (Liao, 2022).

Pengembangan Topik Penelitian Keberlanjutan Agribisnis Jagung di masa depan

Artikel ini mengidentifikasi beberapa peluang pengembangan untuk penelitian masa depan khususnya dalam pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan. Peluang pengembangan tersebut diantaranya adalah;

1. Untuk penelitian yang berbasis pada studi literatur, sebaiknya menggunakan pencarian melalui string yang lebih komprehensif
2. Melalui kerjasama kelambagaan antara kelompok tani, dan peneliti di bidang budidaya dan sosial ekonomi, potensi pengembangan riset pada analisis sistem pertanian regeneratif untuk jagung masih sangat terbuka untuk dikembangkan. Fokus riset ini pada metode yang meningkatkan kesuburan tanah, seperti rotasi tanaman, penanaman tanaman penutup (*cover crops*) untuk lahan, dan pengurangan penggunaan bahan kimia. Selain itu kajian juga bisa dilakukan dengan mengevaluasi dampak metode regeneratif terhadap hasil panen, efisiensi biaya, dan keberlanjutan lingkungan.
3. Riset terkait pemanfaatan jagung sebagai bioenergy juga menarik untuk dikaji lebih mendalam di masa depan. Khususnya terkait eksplorasi potensi jagung sebagai bahan baku bioenergi (bioethanol atau biogas) dalam konteks transisi energi terbarukan. Kajian ini bisa menginvestigasi lebih dalam mengenai dampak sosial-ekonomi dari diversifikasi penggunaan jagung untuk energi.
4. Isu perubahan iklim juga sangat penting untuk ditelaah lebih lanjut, sesuai dengan kondisi terkini permasalahan yang dihadapi seluruh dunia. Adaptasi praktik pengembangan agribisnis jagung terhadap perubahan iklim diantaranya bisa mendalami terkait aspek budidaya. Dari aspek budidaya, studi genetika untuk mengembangkan varietas jagung yang lebih tahan terhadap kekeringan, banjir, dan serangan hama. Selain itu, dalam topik ini, kajian juga bisa mendalammi terkait pengaruh perubahan pola cuaca terhadap produksi jagung global, serta mitigasi risiko melalui manajemen risiko iklim.
5. Model pembiayaan usahatani jagung dalam mitigasi perubahan iklim juga menjadi topik menarik untuk dikaji lebih lanjut. Perubahan iklim telah memberikan dampak signifikan terhadap sektor pertanian, termasuk produksi jagung yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu, pola curah hujan, dan kejadian cuaca ekstrem. Dalam konteks ini, petani sering menghadapi risiko yang tinggi, seperti penurunan hasil panen, kegagalan usaha, dan tekanan finansial. Di sisi lain, akses terhadap pembiayaan yang inklusif dan inovatif dapat menjadi kunci dalam membantu petani mengadopsi teknologi adaptasi iklim, seperti irigasi hemat air, varietas jagung tahan kekeringan, dan praktik pertanian berkelanjutan. Dalam riset ini, aspek yang dianalisis diantaranya adalah analisis kebutuhan pembiayaan spesifik petani jagung dalam menghadapi risiko perubahan iklim. Selain itu, riset juga bertujuan dalam mengembangkan model pembiayaan inovatif yang mencakup aspek keberlanjutan, inklusi, dan mitigasi risiko iklim. Serta menyediakan rekomendasi kebijakan untuk meningkatkan akses petani jagung terhadap pembiayaan yang mendukung mitigasi perubahan iklim.
6. Pengembangan riset lebih dalam juga bisa terkait aspek hilirisasi komoditas pertanian. Topik terkait inovasi di pengolahan dan produk turunan jagung juga menarik untuk dikaji lebih dalam. potensi jagung seringkali belum dimaksimalkan, terutama dalam mengolah hasil panen menjadi produk bernilai tambah tinggi. Hal ini banyak terjadi di negara berkembang,

termasuk Indonesia yang masih menjual komoditas pertanian dalam bentuk mentah. Dengan meningkatnya tuntutan pasar terhadap produk ramah lingkungan dan keberlanjutan, inovasi dalam pengolahan jagung dan pemanfaatan limbahnya menjadi semakin relevan. Fokus riset ini bisa mendalami dalam proses identifikasi teknologi terbaru untuk pengolahan jagung menjadi produk bernilai tambah tinggi. Kajian juga bisa mendalami terkait pengembangaan model bisnis untuk diversifikasi produk turunan jagung yang ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Kecenderungan tren riset tentang pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan terus meningkat, apalagi dengan direlevansikan dengan isu upaya mitigasi perubahan iklim melalui adopsi teknologi. Kelembagaan pertanian memiliki peran strategi dalam pengembangan agribisnis jagung berkelanjutan, diantarnya adalah berperan dalam membantu petani dalam mengakses terhadap teknologi dan pengetahuan, sistem pembiayaan pertanian, perlindungan terhadap risiko, keterhubungan dengan pasar dan insentif, dan jaringan peer-to-peer melalui kelompok tani. Masih terbuka lebar tentang peluang riset terkait pengembangan pertanian berkelanjutan khususnya pada komoditas jagung yang merupakan komoditas tanaman pangan yang vital bagi kestabilan pangan dunia.

DAFTAR PUSTAKA

Abate, G. T. (2016). Rural Finance and Agricultural Technology Adoption in Ethiopia: Does the Institutional Design of Lending Organizations Matter? *World Development*, *84*, 235–253. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.03.003

Abebaw, D. (2013). The impact of cooperatives on agricultural technology adoption: Empirical evidence from Ethiopia. *Food Policy*, *38*(1), 82–91. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.10.003

Ahmed, M. H. (2016). Cropping systems diversification, improved seed, manure and inorganic fertilizer adoption by maize producers of eastern Ethiopia. *Journal of Economic Structures*, *6*(1), 1–16. https://doi.org/10.1186/s40008-017-0093-8

An, Z., Yang, Y., Yang, X., Ma, W., Jiang, W., Li, Y., Chen, G., Zhang, W., Zhuang, M., Wang, C., & Zhang, F. (2024). Promoting sustainable smallholder farming via multistakeholder collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *121*(21). https://doi.org/10.1073/pnas.2319519121

Aryal, J. P. (2018). Factors affecting the adoption of multiple climate-smart agricultural practices in the Indo-Gangetic Plains of India. *Natural Resources Forum*, *42*(3), 141–158. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12152

Asprooth, L., Norton, M., & Galt, R. (2023). The adoption of conservation practices in the Corn Belt: the role of one formal farmer network, Practical Farmers of Iowa. *Agriculture and Human Values*, *40*(4), 1559–1580. https://doi.org/10.1007/s10460-023-10451-5

Bedeke, S. (2019). Adoption of climate change adaptation strategies by maize-dependent smallholders in Ethiopia. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *88*, 96–104. https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.09.001

BenYishay, A., & Mobarak, A. M. (2019). Social Learning and Incentives for Experimentation and Communication. *The Review of Economic Studies*, *86*(3), 976–1009.

https://doi.org/10.1093/restud/rdy039

Çakmakçı, R., Salık, M. A., & Çakmakçı, S. (2023). Assessment and Principles of Environmentally Sustainable Food and Agriculture Systems. *MDPI: Agriculture*, *13*(5), 1–27.

Candemir, A., Duvaleix, S., & Latruffe, L. (2021). Agricultural Cooperatives and Farm Sustainability – A Literature Review. *Jurnal Oc Economic Surveys*, *35*(4), 1118–1144. https://doi.org/10.1111/joes.12417

DeClerck, F., Jones, S., Attwood, S., Bossio, D., Girvetz, E., Chaplin-Kramer, B., Enfors, E., Fremier, A., Gordon, L., Kizito, F., Lopez Noriega, I., Matthews, N., McCartney, M., Meacham, M., Noble, A., Quintero, M., Remans, R., Soppe, R., Willemen, L., … Zhang, W. (2016). Agricultural ecosystems and their services: the vanguard of sustainability? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *23*, 92–99. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.016

Emmanuel, D. (2016). Impact of agricultural extension service on adoption of chemical fertilizer: Implications for rice productivity and development in Ghana. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *79*, 41–49. https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.10.002

Gebre, G. G. (2019). Gender differences in the adoption of agricultural technology: The case of improved maize varieties in southern Ethiopia. *Women's Studies International Forum*, *76*. https://doi.org/10.1016/j.wsif.2019.102264

Goyal, A. K. (2013). Agricultural Production Trends and Cropping Pattern in Uttar Pradesh: An Overview. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, *2*(2), 2319–1473.

Hemathilake, D. M. K. S., & Gunathilake, D. M. C. C. (2022). Agricultural productivity and food supply to meet increased demands. In *Future Foods* (pp. 539–553). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91001-9.00016-5

Khan, N. A. (2021). Formal institutions' role in managing catastrophic risks in agriculture in Pakistan: Implications for effective risk governance. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *65*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102644

Khan, N., Ray, R. L., Sargani, G. R., Ihtisham, M., Khayyam, M., & Ismail, S. (2021). Current Progress and Future Prospects of Agriculture Technology: Gateway to Sustainable Agriculture. In *Sustainability* (Vol. 13, Issue 9). https://doi.org/10.3390/su13094883

King, M., & Singh, A. P. (2020). Understanding farmers' valuation of agricultural insurance: Evidence from Vietnam. *Food Policy*, *94*, 101861. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101861

Liao, X. (2022). Use of the knowledge, attitude, and practice (KAP) model to examine sustainable agriculture in Thailand. *Regional Sustainability*, *3*(1), 41–52. https://doi.org/10.1016/j.regsus.2022.03.005

Manyise, T., & Dentoni, D. (2021). Value chain partnerships and farmer entrepreneurship as balancing ecosystem services: Implications for agri-food systems resilience. *Ecosystem Services*, *49*, 101279. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101279

Mastenbroek, A. (2021). Information Barriers to Adoption of Agricultural Technologies: Willingness to Pay for Certified Seed of an Open Pollinated Maize Variety in Northern Uganda. *Journal of Agricultural Economics*, *72*(1), 180–201. https://doi.org/10.1111/1477-9552.12395

Mulwa, C. K., Muyanga, M., & Visser, M. (2021). The role of large traders in driving sustainable agricultural intensification in smallholder farms: Evidence from Kenya. *Agricultural Economics*, *52*(2), 329–341. https://doi.org/10.1111/agec.12621

Noordwijk, M. van. (2021). Agroforestry-based ecosystem services: Reconciling values of humans and nature in sustainable development. *Land*, *10*(7). https://doi.org/10.3390/land10070699

Onyiriuba, L., Okoro, E. U. O., & Ibe, G. I. (2020). Strategic government policies on agricultural financing in African emerging markets. *Agricultural Finance Review*, *80*(4), 563–588. https://doi.org/10.1108/AFR-01-2020-0013

Poulton, C., & Macartney, J. (2012). Can Public–Private Partnerships Leverage Private Investment in Agricultural Value Chains in Africa? A Preliminary Review. *World Development*, *40*(1), 96–109. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.017

Ruzzante, S. (2021). Adoption of agricultural technology in the developing world: A meta-analysis of the empirical literature. *World Development*, *146*. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105599

Srinivasa Rao, C., Gopinath, K. A., Prasad, J. V. N. S., Prasannakumar, & Singh, A. K. (2016). *Chapter Four - Climate Resilient Villages for Sustainable Food Security in Tropical India: Concept, Process, Technologies, Institutions, and Impacts* (D. L. B. T.-A. in A. Sparks (ed.); Vol. 140, pp. 101–214). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.06.003

Tanumihardjo, S. A., McCulley, L., Roh, R., Lopez-Ridaura, S., Palacios-Rojas, N., & Gunaratna, N. S. (2020). Maize agro-food systems to ensure food and nutrition security in reference to the Sustainable Development Goals. *Global Food Security*, *25*, 100327. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100327

Trigo, A., Marta-Costa, A., & Fragoso, R. (2021). Principles of Sustainable Agriculture: Defining Standardized Reference Points. *Sustainability*, *13*(8), 4086. https://doi.org/10.3390/su13084086

Verschuuren, J. (2022). Achieving agricultural greenhouse gas emission reductions in the EU post-2030: What options do we have? *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, *31*(2), 246–257. https://doi.org/10.1111/reel.12448

Wollni, M., & Andersson, C. (2014). Spatial patterns of organic agriculture adoption: Evidence from Honduras. *Ecological Economics*, *97*, 120–128. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.11.010

Xie, H. (2021). Influencing factors of farmers' adoption of pro-environmental agricultural technologies in China: Meta-analysis. *Land Use Policy*, *109*. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105622

Ye, J. (2015). Land Transfer and the Pursuit of Agricultural Modernization in China. *Journal of Agrarian Change*, *15*(3), 314–337. https://doi.org/10.1111/joac.12117

Yigezu, Y. A. (2018). Enhancing adoption of agricultural technologies requiring high initial investment among smallholders. *Technological Forecasting and Social Change*, *134*, 199–206. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.006

Zingaro, D., Portoghese, I., & Giannoccaro, G. (2017). Modelling Crop Pattern Changes and Water Resources Exploitation: A Case Study. *Water*, *9*(9), 685. https://doi.org/10.3390/w9090685