



## **Tantangan Sektor Pertanian dalam Memenuhi Kebutuhan Pangan Berkelanjutan**

### **Challenges of The Agricultural Sector in Meeting the Needs for Sustainable Food**

**Muhammad Ibnu**

Fakultas Pertanian, Universitas Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145. Bandar Lampung  
\*Email: muhammad.ibnu@fp.unila.ac.id

Naskah Masuk: 28 November 2024

Naskah Revisi: 24 Maret 2024

Naskah Diterima: 13 November 2024

#### **ABSTRACT**

*The challenges faced by agricultural sector are so complex. This study aims to analyze the main challenges (priorities) for agricultural sector, both nationally and globally. This study used a qualitative method which is a literature review of 100 studies published in the last 10 years (2013-2023). The results of the study show that the main challenges for agricultural sector stem from 8 (eight) aspects, namely climate change and risks of water deficits, energy, biodiversity and ecosystem services, social infrastructure, governance and policies, food supply chains, consumption patterns, and intensification of sustainable agriculture. This study concludes that sustainable agriculture and food systems require strong and balanced knowledge of agronomy and ecology, strengthening of social capital based on farmer/community participation, and policies that focus on the goals of environmental preservation and human welfare and are free from political interests of few parties.*

**Keywords:** agriculture, challenge, food, sustainability, priority

#### **ABSTRAK**

*Tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian sangat kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tantangan-tantangan bagi sektor pertanian, baik nasional maupun global. Penelitian ini bersifat kualitatif dan metode yang digunakan adalah ulasan/kajian literatur terhadap 143 studi yang dipublikasikan dalam periode 2014-2024 atau 10 tahun terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tantangan utama bagi sektor pertanian bersumber dari 8 (delapan) aspek, yaitu perubahan iklim dan risiko defisit air, energi, keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem, infrastruktur sosial, tata kelola dan kebijakan, rantai pasokan pangan, pola konsumsi, dan intensifikasi pertanian berkelanjutan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem pertanian dan pangan berkelanjutan memerlukan pengetahuan tentang agronomi dan ekologi yang luas dan seimbang, penguatan modal sosial yang berbasis partisipasi petani/masyarakat, dan kebijakan yang fokus pada tujuan pelestarian lingkungan dan kesejahteraan umat manusia serta bebas dari kepentingan politik pihak-pihak tertentu.*

**Kata kunci:** pertanian, tantangan, pangan, keberlanjutan, prioritas

#### **PENDAHULUAN**

Selama lima dekade terakhir, produksi pangan meningkat, tetapi sektor pertanian, baik di Indonesia maupun global menghadapi tantangan besar untuk memenuhi kebutuhan populasi manusia yang diproyeksikan mencapai 328,93 juta jiwa di Indonesia dan sembilan miliar di dunia pada tahun 2050 (Badan Pusat Statistik, 2023; Gerland dkk., 2022). Produksi pangan harus meningkat 70-

100% untuk memenuhi permintaan tanpa lonjakan harga, meskipun ada dampak perubahan iklim dan risiko keterbatasan energi (Tessari, Lante, & Mosca, 2016).

Berbagai studi, seperti Crippa dkk. (2021), menunjukkan bahwa alih fungsi lahan pertanian memperburuk kondisi sektor pertanian. Penelitian Fonseca, Domingues, & Dima (2020) dan Hickel (2019) juga menyoroti terbatasnya akses pangan di wilayah terpencil

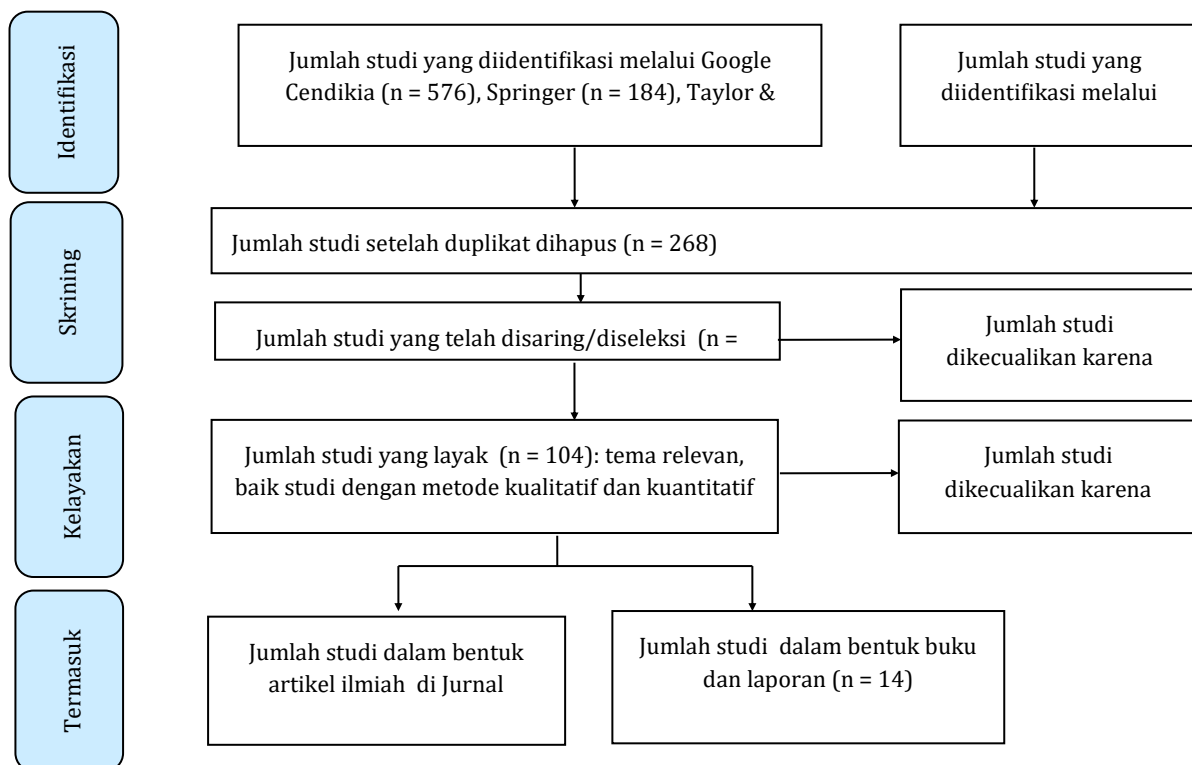
dan tekanan untuk mencapai Tujuan Pembangunan Milenium (*Millennium Development Goals/MDGs*) sebagai tantangan tambahan bagi pertanian. Pretty dkk., (2010), menyatakan bahwa sektor pertanian menghadapi setidaknya 100 pertanyaan kritis terkait tantangan keberlanjutan. Satu dekade kemudian, banyak dari pertanyaan tersebut tetap relevan dan menjadi isu yang belum terpecahkan (Pervez Bharucha dkk., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada peningkatan produksi, tetapi keragaman serta kompleksitas tantangan sektor pertanian tampaknya tidak berkurang secara signifikan. Sementara itu, penelitian Tessari, Lante, & Mosca (2016) dan Tian dkk. (2018) menyoroti perlunya fokus pada efisiensi penggunaan sumber daya alam dan energi untuk mendukung keberlanjutan jangka panjang.

Sektor pertanian menghadapi tantangan besar, termasuk fluktuasi harga pangan yang memperburuk kemiskinan, terutama selama krisis 2007-2008 dan 2010-2011 (Raleigh, Choi, & Kniveton 2015). Selain itu, ada perdebatan tentang peran sektor pertanian

dalam penyerapan karbon dan emisi biofuel (Palmer, 2014). Pertanian menyumbang sekitar 21% emisi gas rumah kaca global, hampir dua kali lipat sektor transportasi (Crippa dkk., 2021). Oleh karena itu, tekanan internasional mendorong untuk berfokus pada efisiensi produksi dan keberlanjutan lahan (Osborn, Cutter, & Ullah, 2015). Kondisi ini menjadikan tujuan sektor pertanian tidak hanya produktivitas dan swasembada pangan, tetapi juga pembangunan pedesaan, perlindungan lingkungan, dan keadilan sosial. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkaji tantangan bagi sektor pertanian dalam skala nasional maupun global khususnya faktor-faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Mei 2024. Penelitian bersifat kualitatif dan metode yang digunakan adalah ulasan literatur (*literature review*). Literatur yang digunakan diseleksi menggunakan protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) yang disajikan dalam Gambar 1.



**Gambar 1.**  
 Diagram Alur PRISMA  
 Sumber: diadaptasi dari Moher, Tetzlaff, & Altman (2009)

Berdasarkan protokol PRISMA, penelitian ini mendapatkan 104 studi yang relevan dengan tujuan penelitian. Studi-studi tersebut dipublikasikan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2014-2024) dan sebagian besar (98, 86%) merupakan hasil-hasil studi yang dilaporkan dalam bentuk artikel pada jurnal ilmiah. Studi-studi tersebut menganalisis berbagai topik dan/atau isu seperti perubahan iklim, lahan, dan air, sistem pangan, pertanian tanaman pangan, perikanan dan ternak, studi tentang masyarakat (kemiskinan, gender), pengelolaan hama terpadu, modal sosial, konservasi dan kerusakan lingkungan (polusi, emisi gas rumah kaca), keanekaragaman hayati, konsumsi dan pola diet, politik dan ekonomi pertanian, energi, inovasi/teknologi pertanian, rantai pasok, organisasi petani dan perdesaan, dan penyuluhan. Beberapa studi dipublikasikan dalam bentuk karya ilmiah lain (buku dan laporan) dengan tema analisis rantai nilai pertanian global, pertumbuhan populasi, tren konsumsi daging, tujuan pembangunan berkelanjutan milenium, partisipasi wanita dalam pembangunan, dan *outlook* pertanian global.

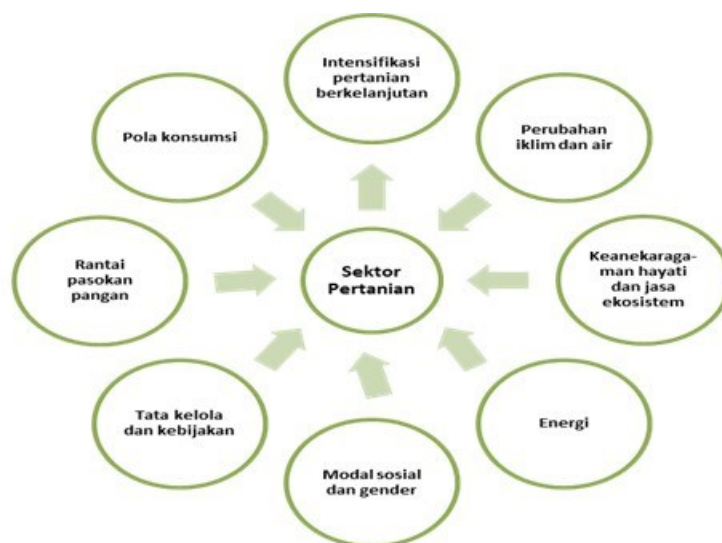
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Literatur menunjukkan bahwa terdapat tantangan-tantangan yang akan berdampak besar jika tidak di atasi, misalnya perubahan iklim dan defisit air yang bisa menyebabkan

kegagalan panen dan kekurangan pangan. Tantangan-tantangan yang berdampak besar seperti itu merupakan tantangan-tantangan utama (prioritas) bagi sektor pertanian. Gambar 2 menunjukkan tantangan utama sektor pertanian bersumber dari 8 (delapan) aspek, yaitu perubahan iklim dan risiko defisit air, energi, keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem, infrastruktur sosial, tata kelola dan kebijakan, rantai pasokan pangan, pola konsumsi, dan intensifikasi pertanian berkelanjutan. Tantangan-tantangan tersebut selalu muncul dalam literatur yang diulas dan dampaknya tidak dapat dikesampingkan.

**Perubahan Iklim dan Risiko Defisit Air**

Perubahan iklim memengaruhi pola cuaca dan berdampak langsung pada produksi pertanian. *Pertama*, suhu yang lebih tinggi mengganggu siklus pertumbuhan tanaman, mengurangi hasil panen, dan mempercepat penguapan yang memengaruhi ketersediaan air (Mbow dkk., 2019; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021; Sayoga & Artiningsih, 2023). *Kedua*, perubahan pola curah hujan menyebabkan kekeringan, banjir, dan bencana alam yang merusak lahan pertanian (Damayanti, 2018; FAO, 2020; Prabhakar, Shaw, & Takumi 2015). *Ketiga*, perubahan musim tanam menyulitkan petani menentukan waktu tanam dan panen yang optimal, sehingga memengaruhi produktivitas (Rosenzweig dkk., 2014).



**Gambar 2.**

Tantangan-tantangan Utama Sektor Pertanian Nasional dan Global  
 Sumber: ulasan literatur

Bencana alam yang lebih sering dan intens, seperti badai dan banjir, memperburuk ketidakpastian produksi. Inovasi dalam pertanian cerdas iklim, termasuk teknologi berkelanjutan, menjadi hal yang krusial (World Bank, 2019). Pemanasan global diproyeksikan akan meningkatkan kekeringan global, dengan durasi hingga 4,2 bulan jika suhu naik mendekati 3°C. Selain itu, juga akan memengaruhi dua pertiga populasi dunia (Tripathy, Mukherjee, Mishra, Mann, & Park Williams, 2023). Risiko defisit air bisa meningkat lima kali lipat jika suhu terus naik.

Emisi gas rumah kaca (GRK) dari aktivitas manusia, seperti transportasi, industrialisasi, dan pertanian, menjadi penyebab utama perubahan iklim (Hussain dkk., 2019). Menurut Moriarty & Honnery (2020), kontributor tertinggi adalah CO<sub>2</sub> yang menyumbang 54% dari emisi GRK, sementara metana, nitrogen oksida, dan gas lain berkontribusi lebih kecil.

Perubahan iklim ini juga mengganggu ekosistem laut melalui peningkatan suhu air yang dapat mengurangi kemampuan lautan menyerap GRK, mengancam biodiversitas, dan meningkatkan stres oksidatif pada spesies ikan tertentu (Brito-Morales dkk., 2020). Fenomena *overfishing* makin memperburuk situasi, sehingga diperlukan pengurangan penangkapan ikan hingga 50–80% untuk keberlanjutan suplai ikan (Froese dkk., 2018). Intervensi harus dilakukan pada seluruh tingkat, mulai dari produksi hingga pola konsumsi, serta pengelolaan zona konservasi air untuk efisiensi sumber daya (Shi, Fan, Xiao, & Li, 2024). Perubahan iklim ini juga menuntut praktik pengelolaan tanaman, tanah, dan air harus dilakukan lebih baik karena adanya persaingan atas kebutuhan sumber daya air yang meningkat (Flörke, Schneider, & McDonald, 2018).

### **Keanekaragaman Hayati dan Jasa Ekosistem**

Sektor pertanian, sebagai bagian penting dari sistem pangan, menjadi penyebab utama hilangnya keanekaragaman hayati akibat konversi habitat alami seperti hutan dan lahan basah menjadi lahan pertanian (Syahza, Suwondo, Bakce, Nasrul, & Mustofa, 2020). Efisiensi produksi pertanian yang meningkat

juga turut menurunkan keanekaragaman hayati melalui penggunaan bahan kimia seperti pestisida, homogenitas lanskap, dan spesialisasi pertanian regional (Prokopová dkk., 2019). Aktivitas ini juga memengaruhi jasa ekosistem, meningkatkan emisi gas rumah kaca, serta menurunkan penyerapan karbon (Marques dkk., 2019).

Pertanian intensif sering menyebabkan terjadinya degradasi habitat, penurunan flora-fauna lokal, dan hilangnya jasa ekosistem penting seperti penyerbukan alami dan pengendalian hama (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Akibatnya, biaya produksi meningkat karena kebutuhan pestisida tambahan atau penyerbukan buatan (Pywell dkk., 2015). Intensifikasi lahan juga berujung pada penurunan multifungsi ekosistem serta jasa ekosistem pendukung tanaman akibat hilangnya habitat dan penggunaan pestisida (Seibold dkk., 2019; Hallmann dkk., 2017). Ketergantungan pada bahan kimia sintesis ini semakin memperburuk kerusakan ekosistem (Rega dkk., 2018).

Peternakan, yang merupakan bagian dari pertanian, sangat memengaruhi ekosistem darat di negara tropis, termasuk Indonesia sebagai salah satu negara megadiverse. Untuk mendukung produksi ternak hingga 2050, perluasan lahan di negara megadiverse diperkirakan mencapai 30–50%, yang akan mengancam habitat alami (Machovina, Feeley, & Ripple, 2015).

Meskipun dianggap lebih berkelanjutan, pertanian organik memiliki hasil lebih rendah dan membutuhkan lahan lebih luas untuk menyamai hasil pertanian konvensional, sehingga berpotensi mengurangi habitat alami dan menaikkan harga pangan. Selain itu, pertanian organik menuntut pengetahuan tinggi dari petani, yang dapat menjadi hambatan transisi (Meemken & Qaim, 2018).

Tantangan utama sektor pertanian adalah meningkatkan produksi pangan tanpa mengorbankan keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem. Teknologi, seperti varietas tanaman tahan kekeringan, dapat membantu mengoptimalkan produktivitas lahan yang ada, serta dapat mendukung keseimbangan antara intensifikasi dan ekstensifikasi untuk produksi pangan berkelanjutan.

## **Energi**

Penggunaan energi dalam pertanian sangat beragam dan berperan dalam berbagai tahap produksi, pengolahan, distribusi, hingga pemasaran produk pertanian (Bardi, 2016). Tantangan energi ini berdampak langsung pada biaya produksi, produktivitas, dan keberlanjutan pertanian (FAO, 2019; Lal, 2016). Hal ini sesuai dengan pernyataan Singh, H, Singh, G, & Soni (2017) yang menyatakan bahwa kenaikan harga energi berdampak langsung pada biaya operasional pertanian, terutama pada proses yang sangat bergantung pada mesin dan alat-alat yang menggunakan energi, seperti traktor, alat irigasi, serta mesin pengolah tanah dan panen. Petani kecil seringkali sangat terpengaruh oleh biaya energi yang tinggi, karena dapat mengurangi keuntungan yang diperoleh (Li, Cai, & Wu, 2019; Gohari, Azizpour, & Radmehr, 2020).

Permintaan energi diperkirakan akan terus meningkat dalam beberapa dekade yang akan datang, seiring terus bertambahnya jumlah penduduk nasional dan populasi manusia secara global. Molajou dkk., (2021) menyebutkan bahwa pertanian menggunakan banyak energi, baik secara langsung (misalnya, mesin dan alat) maupun secara tidak langsung (diintegrasikan dalam produk seperti pupuk dan obat-obatan). Kenaikan harga minyak memiliki dampak yang luas bagi rumah tangga perdesaan di Indonesia dan di dunia. Kenaikan harga minyak di tingkat nasional menyebabkan banyak rumah tangga miskin di perdesaan semakin kesulitan untuk memenuhi kebutuhan hidup (Adnyani & Sugiharti, 2019). Sementara, kenaikan harga minyak di tingkat global berpengaruh pada tingginya pengeluaran untuk input pertanian (pestisida dan pupuk nitrogen), transportasi, pengolahan tanah dan sistem pengairan (Koirala, Mishra, D'Antoni, & Mehlhorn, 2015). Dampak selanjutnya yang mungkin terjadi adalah penurunan produktivitas pertanian sehingga meningkatkan tekanan untuk memperluas lahan agar dapat mengom-pensasi hasil produksi yang menurun.

Suplai energi yang cukup dan murah merupakan tantangan berat bagi pertanian yang dituntut untuk memproduksi lebih banyak pangan, namun dengan menggunakan input

(baik organik maupun anorganik) yang lebih rendah. Tantangan tersebut bertambah dengan adanya desakan dan/atau kebutuhan agar pertanian dapat beradaptasi dengan perubahan iklim dan mengurangi emisi gas rumah kaca yang timbul dari aktivitas budidaya (Masturi, Hasanawi, & Hasan, 2021). Sistem pertanian yang lestari memang harus tahan terhadap perubahan iklim, namun banyak daerah-daerah di seluruh dunia yang rawan terhadap perubahan ekologis yang dramatis (akibat perubahan iklim) dan banyak petani kecil (*smallholders*) yang tidak mendapatkan akses untuk energi yang cukup dan murah.

## **Bentuk Baru Infrastruktur Sosial (Modal Sosial dan Keadilan Gender)**

Modal sosial memfasilitasi tindakan kolektif untuk manfaat bersama melalui tiga komponen utama: ikatan (hubungan dalam kelompok homogen seperti keluarga), jembatan (hubungan antar kelompok berbeda), dan koneksi (hubungan vertikal ke institusi formal) (Cofré-Bravo, Klerkx, & Engler, 2019). Banyak program pengelolaan sumber daya kolektif menekankan pembangunan modal sosial untuk mendorong kerja sama dan menurunkan biaya transaksi dengan istilah seperti partisipasi, kolektivitas, dan manajemen bersama (Bell & Newby, 2021; Mashlakov, Pournaras, Nardelli, & Honkapuro, 2021). Kepercayaan dan norma baru menjadi dasar kohesi sosial, yang mendukung partisipasi dalam kegiatan kolektif dan mencegah tindakan merugikan (Serageldin & Grootaert, 2017).

Sistem penyuluhan dahulu menjadi penghubung utama antara penelitian dan petani, tetapi kemudian keterbatasan teknologi dan dana melemahkan sistem ini, dan mengurangi koneksi petani dengan pasar eksternal (Takahashi dkk., 2020; BenYishay & Mobarak, 2019). Pendekatan berbasis permintaan seperti *Farmer Field School* (FFS) dan *Agricultural Knowledge and Information System* (AKIS) menggunakan konsep modal sosial untuk mengatasi tantangan ini (Mariyono, 2018). Selain itu, menurut (Meinzen-Dick, Behrman, Pandolfelli, Peterman, & Qiu-sumbing, 2014), infrastruktur sosial lain, seperti koperasi dan kelompok pengguna air mendukung keterlibatan petani.

Penyuluhan partisipatif mendorong petani belajar langsung sesuai konteks lokal, dengan dukungan penelitian kolaboratif agar inovasi relevan dengan kebutuhan setempat (Charatsari, Lioutas, & Koutsouris, 2020), contohnya teknik intensifikasi berkelanjutan seperti agroforestri, tanaman penutup tanah, dan integrasi pakan ternak dalam sistem tanam (Barbeau, Oelbermann, Karagatzides, & Tsuji, 2015; Juniawan, 2021).

Tantangan infrastruktur sosial melibatkan penguatan modal sosial untuk difusi teknologi, akses pasar, dan keadilan gender. Pembangunan yang mempertimbangkan gender tidak hanya meningkatkan efektivitas tetapi juga meningkatkan produktivitas pertanian, ketahanan pangan, dan pengurangan kemiskinan (Donà, 2022; Kurniawanto & Anggraini, 2019).

### Tata Kelola dan Kebijakan

Dorongan untuk menjadikan pertanian sebagai agenda pembangunan menghadirkan tantangan dalam menyelaraskan kepentingan lembaga formal dan informal (pemerintah, swasta, masyarakat sipil), terkait konektivitas, proses, dan mekanisme antar lembaga. Menurut Hinrichs (2014), tata kelola, investasi ekonomi, kekuasaan, dan kebijakan menjadi isu utama pembangunan. Petani kecil membutuhkan perlindungan risiko dan jaminan kesejahteraan sosial-ekonomi dari negara dengan perannya yang krusial dalam teknologi dan kebijakan pendukung.

Selama setengah abad terakhir, sektor pertanian terbukti kurang berkelanjutan, terutama terkait dampak kesehatan, lingkungan, kemiskinan pedesaan, dan ketidakseimbangan kekuatan dalam rantai nilai pangan (Clapp, 2019; Gupta & Thapa, 2017). Perubahan tidak bisa bergantung hanya pada pemerintah atau bisnis, sementara inovasi berbasis masyarakat memiliki keterbatasan (Fan & Rue, 2020). Reformasi yang berkelanjutan memerlukan kolaborasi demokratis antara pemerintah, swasta, dan masyarakat (van der Ploeg, 2021). Untuk mencapai ketahanan pangan, pengurangan kemiskinan, dan keberlanjutan, pendekatan inklusif dan terkoordinasi diperlukan (Pingali, Aiyar, & Abraham, 2019).

Investasi yang mendukung pertanian dari sistem intensif hingga skala kecil sangat dibutuhkan, termasuk dalam hal irigasi, infrastruktur pedesaan, dan layanan keuangan untuk mencapai keberlanjutan yang lebih baik (van Berkum, Dengerink, & Ruben, 2018).

### Rantai Pasokan Pangan

Rantai pasokan pangan (*Food Supply Chain/FSC*) meliputi semua aktivitas yang terjadi di antara titik produksi dan titik konsumsi. Rantai pasokan pangan telah mengalami perubahan mendasar sejak tahun 1950 sehingga menjadi semakin berskala global (Fernandez-Stark & Gereffi, 2019). Hal tersebut ditandai dengan tren kenaikan dalam produksi, jumlah produk manufaktur, dan konsentrasi berbagai sektor ekonomi. Pengelolaan rantai pasokan pangan menjadi lebih kompleks dan melibatkan banyak pihak, termasuk publik, swasta, dan masyarakat sipil (Baker dkk., 2020). Selama dua dekade terakhir, pusat kekuasaan dalam rantai pasokan pangan telah bergeser ke arah ritel (pengecer) pangan yang didominasi oleh perusahaan besar (Fernie & Sparks, 2014). Perusahaan ritel semakin umum di seluruh dunia dimana penjualan pangan di sebagian besar negara industri kini terjadi di supermarket (Pulker, Trapp, Scott, & Pollard, 2018). Hal ini telah memicu kritik dan kekhawatiran tentang implikasi lingkungan dan kesehatan (dari perubahan pola diet) dari sistem pasokan yang luas yang didesain untuk menyediakan pasokan sepanjang tahun dengan biaya terendah (García-Oliveira, Fraga-Corral, Pereira, Prieto, & Simal-Gandara, 2022).

Definisi tentang 'pangan berkelanjutan' masih sangat diperlukan. Penilaian siklus hidup dan tindakan teknis lainnya memang penting untuk mengevaluasi dampak energi, karbon, air, dan lingkungan lainnya (Houshyar & Grundmann, 2017), namun kriteria sosial, ekonomi, dan etika juga harus diperhitungkan untuk menentukan *trade-off* yang tepat (Baiano, 2020). Tujuannya adalah untuk memperlihatkan hubungan antara pola konsumsi dan dampak lingkungan serta dampak sosial, sehingga mendorong semua pihak untuk bertanggung jawab dan mengubah perilaku guna mengembangkan rantai pasokan pangan yang lebih berkelanjutan (Notarnicola dkk., 2017).

## **Pola Konsumsi**

Kenaikan daya beli, perubahan preferensi pangan, akses pasar global yang lebih mudah, dan pertumbuhan populasi telah mengubah pola konsumsi secara signifikan dan diperkirakan berlanjut hingga beberapa dekade (Vicentini, Liberatore, & Mastrocola, 2016). Konsumsi kalori harian naik dari 2.280 kkal pada 1960-an menjadi 2.800 kkal setelah tahun 2000 (Habtamu Lemma, 2015).

Peningkatan pendapatan di negara berkembang menyebabkan konsumsi daging global naik 58% hingga 2018 menjadi 360 juta ton, dengan proyeksi pertumbuhan 14% pada 2030 (Whitnall & Pitts, 2019). Ketersediaan protein daging sapi, babi, unggas, dan domba diperkirakan tumbuh masing-masing 5,9%, 13,1%, 17,8%, dan 15,7% pada 2030 (FAO & OECD, 2021).

Pada negara berpenghasilan tinggi, konsumsi daging merah menurun, beralih ke daging unggas yang lebih mudah diolah dan dianggap sehat. Sementara itu, negara berkembang menyukai daging unggas karena harganya lebih terjangkau. Pada 2030, daging unggas diprediksi menyumbang 41% konsumsi protein hewani, sementara daging sapi, babi, dan domba masing-masing 20%, 34%, dan 5%. Cina diproyeksikan menyumbang 70% peningkatan konsumsi daging babi global (Food and Agriculture Organization/FAO & Organization for Economic Co-operation and Development/OECD, 2021).

Produksi daging diperkirakan naik dari 229 juta ton pada 1990 menjadi 465 juta ton pada 2050, sementara produksi susu dari 580 juta ton menjadi 1.043 juta ton (Lal, 2020). Namun, konsumsi produk daging dan makanan olahan tinggi lemak, gula, serta berbahan dasar susu berkaitan dengan kekurangan nutrisi, obesitas, dan penyakit kronis seperti diabetes tipe II dan penyakit jantung (Hemler & Hu, 2019; Muscogiuri dkk., 2022). Pola makan tidak sehat ini berpotensi meningkatkan permintaan layanan kesehatan.

## **Intensifikasi Pertanian Berkelanjutan**

Peningkatan produksi pertanian global telah membantu mengurangi kemiskinan, kelaparan, dan mendorong pertumbuhan ekonomi, terutama melalui revolusi hijau yang dimulai pada 1950-an dan meluas pada 1960-

an. Revolusi ini menghadirkan kemajuan seperti varietas baru, input, pengelolaan air, dan infrastruktur pedesaan (Campagnolla, Rametsteiner, & Gutierrez, 2019). Namun, tujuan "dunia tanpa kelaparan dan kemiskinan" belum tercapai, hal ini ditunjukkan dengan fakta bahwa empat miliar orang masih hidup dalam kemiskinan dan dua miliar mengalami kelaparan (Bendell, 2022; Hickel, 2019).

Eksternalitas ini menjadi beban besar bagi banyak negara, yang harus menyeimbangkan kepentingan antara ekologi dengan ekonomi. Praktik diversifikasi pertanian, misalnya, memberikan manfaat ekologi seperti keanekaragaman hayati, pengendalian hama, kesehatan tanah, dan penyerapan karbon, tetapi manfaat ini sering kalah oleh keuntungan ekonomi jangka pendek (Rosa-Schleich, Loos, J., Mußhoff, & Tscharrntke, 2019).

Intensifikasi pertanian berkelanjutan menawarkan solusi dengan meningkatkan hasil tanpa merusak lingkungan, sekaligus mendukung layanan ekosistem (Struik & Kuyper, 2017). Sistem ini mengintegrasikan teknologi untuk menciptakan varietas dan keturunan ternak yang produktif, dengan tetap memperhatikan kondisi agronomi spesifik.

Peter Jennings, pelopor revolusi hijau, menekankan pentingnya "revolusi agronomi" untuk mengatasi kesenjangan hasil panen yang disebabkan oleh kegagalan agronomi (Gulati & Juneja, 2022). Agronomi merupakan ilmu yang mengelola tanaman dan ternak sesuai konteksnya, mencakup analisis, eksperimen, dan desain berbasis wawasan multidisipliner (Struik & Kuyper, 2017). Pengembangan agronomi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas yang stagnan, dengan tetap memastikan keselarasan dengan tuntutan agroekologi, dengan harapan petani mampu berinvestasi dalam praktik yang menggabungkan produktivitas tinggi dengan konservasi ekologi.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa tantangan utama sektor pertanian memiliki sifat sosioekologis yang berhubungan erat dengan politik, teknologi, serta ekonomi. Tantangan tersebut mencakup delapan aspek

utama yaitu: 1) perubahan iklim dan risiko air yang membutuhkan pengelolaan sumber daya yang lebih baik, 2) keterbatasan akses energi bagi petani kecil, 3) upaya meningkatkan produksi pangan tanpa mengorbankan biodiversitas dan jasa ekosistem; 4) penguatan infrastruktur sosial melalui adopsi inovasi teknologi, akses pasar, dan kesetaraan gender, 5) tata kelola dan kebijakan yang memadukan investasi publik-swasta serta partisipasi masyarakat, 6) pembangunan rantai pasokan pangan yang berkelanjutan dengan keseimbangan pola konsumsi, 7) peningkatan produksi pangan akibat pertumbuhan populasi dan pola diet yang kurang sehat, dan 8) intensifikasi pertanian berkelanjutan berbasis ilmu agronomi yang Penelitian ini menyimpulkan bahwa tantangan utama sektor pertanian memiliki sifat sosioekologis yang berhubungan erat dengan politik, teknologi, serta ekonomi. Tantangan tersebut mencakup delapan aspek utama yaitu: 1) perubahan iklim dan risiko air yang membutuhkan pengelolaan sumber daya yang lebih baik, 2) keterbatasan akses energi bagi petani kecil, 3) upaya meningkatkan produksi pangan tanpa mengorbankan biodiversitas dan jasa ekosistem; 4) penguatan infrastruktur sosial melalui adopsi inovasi teknologi, akses pasar, dan kesetaraan gender, 5) tata kelola dan kebijakan yang memadukan investasi publik-swasta serta partisipasi masyarakat, 6) pembangunan rantai pasokan pangan yang berkelanjutan dengan keseimbangan pola konsumsi, 7) peningkatan produksi pangan akibat pertumbuhan populasi dan pola diet yang kurang sehat, dan 8) intensifikasi pertanian berkelanjutan berbasis ilmu agronomi yang mendukung konservasi lingkungan. Pendekatan terpadu diperlukan untuk menghadapi tantangan-tantangan tersebut secara berkelanjutan.

### Saran

Kesimpulan yang diperoleh selanjutnya memiliki 3 (tiga) implikasi dan/atau saran. *Pertama*, sistem pertanian berkelanjutan membutuhkan pemahaman agronomi dan ekologi, termasuk manajemen input pertanian, akses kredit, dan pemasaran hasil, dengan dukungan penyuluhan publik dan swasta. *Kedua*, pembangunan infrastruktur sosial, seperti kepercayaan dan norma, sangat penting

untuk mendukung adopsi inovasi dan teknologi, sehingga modal sosial harus menjadi prioritas setara dengan pengembangan inovasi itu sendiri. *Ketiga*, kebijakan pertanian perlu mencakup indikator keberlanjutan (sosial, ekonomi, lingkungan) dan efisiensi produksi, dengan tujuan pelestarian lingkungan dan kesejahteraan manusia, bukan sekadar kepentingan politik tertentu.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adnyani, A. W., & Sugiharti, L. (2019). Profil dan Determinan Kerentanan Kemiskinan Rumah Tangga. *Jurnal Ilmu Ekonomi & Sosial*, 10(2), 100–118. <https://doi.org/10.35724/jies.v10i2.2412>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2020–2050 Hasil Sensus Penduduk 2020*. Direktorat Statistik Kependudukan dan Ketenagakerjaan Badan Pusat Statistik, Jakarta Indonesia.
- Baiano, A. (2020). Edible Insects: An Overview on Nutritional Characteristics, Safety, Farming, Production Technologies, Regulatory Framework, and Socio-Economic and Ethical Implications. *Trends in Food Science and Technology*, 100, 35–50.
- Baker, P., Machado, P., Santos, T., Sievert, K., Backholer, K., Hadjikakou, M., Russell, C., Huse, O., Bell, C., Scrinis, G., Worsley, A., Friel, S., & Lawrence, M. (2020). Ultra-Processed Foods and The Nutrition Transition: Global, Regional and National Trends, Food Systems Transformations and Political Economy Drivers. *Obesity Reviews*, 21(12), e13126. <https://doi.org/10.1111/obr.13126>
- Barbeau, C. D., Oelbermann, M., Karagatzides, J. D., & Tsuji, L. J. S. (2015). Sustainable Agriculture and Climate Change: Producing Potatoes (*Solanum Tuberosum* L.) and Bush Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) for Improved Food Security and Resilience in A Canadian Subarctic First Nations Community. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 7, Issue 5, pp. 5664–5681). <https://doi.org/10.3390/su7055664>
- Bardi, U. (2016). The Grand Challenge of Energy: Implications for Agriculture and Food Production. *Agriculture*, 6(4), 49. <https://doi.org/10.3390/agriculture6040049>



- Bell, C., & Newby, H. (2021). Community Studies: An Introduction to The Sociology of The Local Community. In *Community Studies: An Introduction to the Sociology of the Local Community*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003213765>
- Bendell, J. (2022). Replacing Sustainable Development: Potential Frameworks for International Cooperation in an Era of Increasing Crises and Disasters. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13), 8185. <https://doi.org/10.3390/su14138185>
- BenYishay, A., & Mobarak, A. M. (2019). Social Learning and Incentives for Experimentation and Communication in Agricultural Extension. *Journal of Development Economics*, 136(4), 264-277.
- Brito-Morales, I., Schoeman, D. S., Molinos, J. G., Burrows, M. T., Klein, C. J., Arafeh-Dalmau, N., Kaschner, K., Garilao, C., Kesner-Reyes, K., & Richardson, A. J. (2020). Climate Velocity Reveals Increasing Exposure of Deep-Ocean Biodiversity to Future Warming. *Nature Climate Change*, 10(6), 576-581.
- Campagnolla, C., Rametsteiner, E., & Gutierrez, D. (2019). Sustainable Agriculture and Food Systems: Towards A Third Agricultural Revolution. In J. G. da Silva, G. Dahlet, M. Takagi, M. DelGrossi, P. de Lima, & S. Ceolin (Eds.), *From Fome Zero to Zero Hunger* (pp. 140-157). Rome, FAO. <https://doi.org/10.18356/87a6946c-en>
- Charatsari, C., Lioutas, E. D., & Koutsouris, A. (2020). Farmer Field Schools and The Co-Creation of Knowledge and Innovation: The Mediating Role of Social Capital. In *Agriculture and Human Values* (Vol. 37, Issue 4, pp. 1139-1154). Springer.
- Clapp, J. (2019). The Rise of Financial Investment and Global Agricultural Value Chains. *World Development*, 123, 104593. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104593>
- Cofré-Bravo, G., Klerkx, L., & Engler, A. (2019). Combinations Of Bonding, Bridging, and Linking Social Capital for Farm Innovation: How Farmers Configure Different Support Networks. *Journal of Rural Studies*, 69, 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.004>
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. (2021). Food Systems are Responsible for A Third of Global Anthropogenic GHG Emissions. *Nature Food*, 2(3), 198-209.
- Damayanti, H. O. (2018). Tingkat Ketahanan Pangan Pada Rumah Tangga Miskin di Daerah Rawan Banjir (Studi di Desa Tanjung dan Desa Kosekan Kecamatan Gabus Kabupaten Pati). *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 14(1), 15-26.
- Donà, A. (2022). Populism and Gender. *The Populism Interviews: A Dialogue with Leading Experts*, 146-151.
- Fan, S., & Rue, C. (2020). The Role of Public Policy in Sustainable Agricultural Development. *Food Policy*, 91, 101836.
- Food and Agriculture Organization (FAO) & Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). Meat. In *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030*. Paris: FAO.
- FAO. (2019). Energy-Smart Food for People and Climate. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/3/i2454e/i2454e.pdf>
- FAO. (2020). *The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Challenges in Agriculture*. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb1447en/>
- Fernandez-Stark, K., & Gereffi, G. (2019). Global Value Chain Analysis: A Primer (second edition). *Handbook on Global Value Chains*, 54-76. <https://doi.org/10.4337/9781788113779.00008>
- Fernie, J., & Sparks, L. (2014). *Logistics and retail management: emerging issues and new challenges in the retail supply chain*. Kogan page publishers.
- Flörke, M., Schneider, C., & McDonald, R. I. (2018). Water Competition Between Cities and Agriculture Driven by Climate Change and Urban Growth. *Nature Sustainability*, 1(1), 51-58.
- Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A. C., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Quaas, M., & Matz-Lück, N. (2018). Status and Rebuilding of European Fisheries. *Marine Policy*, 93, 159-170.

- García-Oliveira, P., Fraga-Corral, M., Pereira, A. G., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2022). Solutions for The Sustainability of The Food Production and Consumption System. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1765–1781. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1847028>
- Gerland, P., Hertog, S., Wheldon, M., Kantorova, V., Gu, D., Gonnella, G., Williams, I., Zeifman, L., Bay, G., & Castanheira, H. (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. *United Nations Department of Economic and Social Affairs: New York, NY, USA*.
- Gohari, S., Azizpour, S., & Radmehr, R. (2020). Energy Inputs and Greenhouse Gas Emissions in Rice Production: Analysis and Scenario Modeling. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119082. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119082>
- Gulati, A., & Juneja, R. (2022). Transforming Indian Agriculture. In *Indian Agriculture Towards 2030: Pathways for Enhancing Farmers' Income, Nutritional Security and Sustainable Food and Farm Systems* (pp. 9–37). Springer Singapore Singapore.
- Gupta, A. K., & Thapa, P. (2017). Rural Poverty and Food Security in The Context of Global Agricultural Reforms. *Journal of Rural Studies*, 54, 134–146. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.05.001>
- Habtamu Lemma. (2015). The Contribution of Livestock in Meeting Food Production and Nutrition in Ethiopia. *Journal of Food Science and Quality Management*, 2(3), 2384–5058.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., ... & de Kroon, H. (2017). More Than 75 Percent Decline Over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas. *PLoS ONE*, 12(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hemler, E. C., & Hu, F. B. (2019). Plant-Based Diets for Cardiovascular Disease Prevention: All Plant Foods Are Not Created Equal. *Current Atherosclerosis Reports*, 21(5), 18.
- Hickel, J. (2019). Is it Possible to Achieve A Good Life for All Within Planetary Boundaries? *Third World Quarterly*, 40(1), 18–35.
- Hinrichs, C. C. (2014). Transitions to Sustainability: A Change in Thinking About Food Systems Change? *Agriculture and Human Values*, 31(1), 143–155. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9479-5>
- Houshyar, E., & Grundmann, P. (2017). Environmental Impacts of Energy Use in Wheat Tillage Systems: A Comparative Life Cycle Assessment (LCA) Study In Iran. *Energy*, 122, 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.01.069>
- Hussain, M., Butt, A. R., Uzma, F., Ahmed, R., Islam, T., & Yousaf, B. (2019). A Comprehensive Review of Sectorial Contribution Towards Greenhouse Gas Emissions and Progress in Carbon Capture and Storage in Pakistan. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, 9(4), 617–636. <https://doi.org/10.1002/ghg.1890>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Juniawan, J. (2021). Uji Dayatarik Tiga Merk Atraktan untuk Pengendalian Hama Lalat Buah (*Bactrocera* Spp.) pada Tanaman Sayuran dan Buah-buahan. *AgriPeat*, 22(01), 59–64.
- Koirala, K. H., Mishra, A. K., D'Antoni, J. M., & Mehlhorn, J. E. (2015). Energy Prices and Agricultural Commodity Prices: Testing Correlation Using Copulas Method. *Energy*, 81, 430–436.
- Kurniawanto, H., & Anggraini, Y. (2019). Pemberdayaan Perempuan Dalam Pengembangan Badan Usaha Milik Desa (Bumdes) Melalui Pemanfaatan Potensi Sektor Pertanian (Studi Kasus Di Desa Kadu Ela Kecamatan Cadasari Kabupaten Pandeglang). *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 3(2), 127–137.

- Lal, R. (2016). Enhancing Soil Health and Carbon Storage through Carbon Sequestration and Energy-Efficient Farming Systems. *Journal of Soil and Water Conservation*, 71(3), 48A-54A.
- Lal, R. (2020). Integrating Animal Husbandry with Crops and Trees. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 113. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00113>
- Li, W., Cai, W., & Wu, W. (2019). Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions of China's Agricultural Sector: Trends, Structure, And Decompositions. *Journal of Cleaner Production*, 209, 386-396. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.297>
- Machovina, B., Feeley, K. J., & Ripple, W. J. (2015). Biodiversity Conservation: The Key is Reducing Meat Consumption. *Science of the Total Environment*, 536, 419-431.
- Mariyono, J. (2018). Empowering Rural Livelihoods through Farmers' Field School on Vegetable Production in Aceh Province-Indonesia. *Journal of Rural Development*, 37(1), 129-145. <https://doi.org/10.25175/jrd/2018/v37/i1/122696>
- Marques, A., Martins, I. S., Kastner, T., Plutzer, C., Theurl, M. C., Eisenmenger, N., Huijbregts, M. A. J., Wood, R., Stadler, K., Bruckner, M., Canelas, J., Hilbers, J. P., Tukker, A., Erb, K., & Pereira, H. M. (2019). Increasing Impacts of Land Use on Biodiversity and Carbon Sequestration Driven by Population and Economic Growth. *Nature Ecology and Evolution*, 3(4), 628-637. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0824-3>
- Mashlakov, A., Pournaras, E., Nardelli, P. H. J., & Honkapuro, S. (2021). Decentralized Cooperative Scheduling of Prosumer Flexibility Under Forecast Uncertainties. *Applied Energy*, 290, 116706. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116706>
- Masturi, H., Hasanawi, A., & Hasan, A. (2021). Inergi Dalam Pertanian Indonesia untuk Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 10(10), 2085-2094.
- Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L. G., Benton, T. G., Herrero, M., Krishnapillai, M., & Tubiello, F. N. (2019). Food security. In *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-5/>
- Meemken, E. M., & Qaim, M. (2018). Organic Agriculture, Food Security, and The Environment. *Annual Review of Resource Economics*, 10(1), 39-63. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023252>
- Meinzen-Dick, R., Behrman, J. A., Pandolfelli, L., Peterman, A., & Quisumbing, A. R. (2014). Gender and Social Capital for Agricultural Development. *Gender in Agriculture: Closing the Knowledge Gap*, 235-266. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8616-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8616-4_10)
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1006-1012. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>
- Molajou, A., Afshar, A., Khosravi, M., Soleimanian, E., Vahabzadeh, M., & Variani, H. A. (2021). A New Paradigm of Water, Food, and Energy Nexus. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13034-1>
- Moriarty, P., & Honnery, D. (2020). New Approaches for Ecological and Social Sustainability in a Post-Pandemic World. *World*, 1(3), 191-204. <https://doi.org/10.3390/world1030014>
- Muscogiuri, G., Verde, L., Sulu, C., Katsiki, N., Hassapidou, M., Frias-Toral, E., Cucalón, G., Pazderska, A., Yumuk, V. D., Colao, A., & Barrea, L. (2022). Mediterranean Diet and Obesity-related Disorders: What is the Evidence? *Current Obesity Reports*, 11(4), 287-304. <https://doi.org/10.1007/s13679-022-00481-1>

- Notarnicola, B., Sala, S., Anton, A., McLaren, S. J., Saouter, E., & Sonesson, U. (2017). The Role of Life Cycle Assessment in Supporting Sustainable Agri-Food Systems: A Review of The Challenges. *Journal of Cleaner Production*, 140, 399–409. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.071>
- Osborn, D., Cutter, A., & Ullah, F. (2015). Universal Sustainable Development Goals. *Understanding the Transformational Challenge for Developed Countries*, 2(1), 1–25.
- Palmer, J. R. (2014). Biofuels and The Politics of Land-Use Change: Tracing The Interactions of Discourse and Place in European Policy Making. *Environment and Planning A*, 46(2), 337–352. <https://doi.org/10.1068/a4684>
- Pervez Bharucha, Z., Attwood, S., Badiger, S., Balamatti, A., Bawden, R., Bentley, J. W., Chander, M., Davies, L., Dixon, H., Dixon, J., D'Souza, M., Butler Flora, C., Green, M., Joshi, D., Komarek, A. M., Ruth McDermid, L., Mathijs, E., Rola, A. C., Patnaik, S., ... Pretty, J. (2021). The Top 100 Questions for The Sustainable Intensification of Agriculture In India's Rainfed Drylands. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 19(2), 106–127. <https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1830530>
- Pingali, P. L., Aiyar, A., & Abraham, M. (2019). Transforming Food Systems for A Rising India: Agriculture, Poverty, and Rural Development. *Agricultural Economics*, 50 (S1), 123-138. <https://doi.org/10.1111/agec.12455>
- Prabhakar, S. V. R. K., Shaw, R., & Takumi, T. (2015). Climate Change Adaptation Implications for Drought Risk Mitigation: A Perspective for India. *Environmental Science & Policy*, 48, 125-136.
- Pretty, J., Sutherland, W. J., Ashby, J., Auburn, J., Baulcombe, D., Bell, M., Bentley, J., Bickersteth, S., Brown, K., Burke, J., Campbell, H., Chen, K., Crowley, E., Crute, I., Dobbelaere, D., Edwards-Jones, G., Funes-Monzote, F., Godfray, H. C. J., Griffon, M., ... Pilgrim, S. (2010). The Top 100 Questions of Importance to The Future of Global Agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8(4), 219–236. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0534>
- Prokopová, M., Salvati, L., Egidi, G., Cudlín, O., Včeláková, R., Plch, R., & Cudlín, P. (2019). Envisioning Present and Future Land-Use Change Under Varying Ecological Regimes and Their Influence on Landscape Stability. *Sustainability (Switzerland)*, 11 (17), 4654. <https://doi.org/10.3390/su11174654>
- Pulker, C. E., Trapp, G. S. A., Scott, J. A., & Pollard, C. M. (2018). Global Supermarkets' Corporate Social Responsibility Commitments to Public Health: A Content Analysis. *Globalization and Health*, 14(1), 1–20.
- Pywell, R. F., Heard, M. S., Woodcock, B. A., Hinsley, S., Ridding, L., Nowakowski, M., & Bullock, J. M. (2015). Wildlife-Friendly Farming Increases Crop Yield: Evidence for Ecological Intensification. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1816), 20151740.
- Raleigh, C., Choi, H. J., & Kniveton, D. (2015). The Devil Is In The Details: An Investigation Of The Relationships Between Conflict, Food Price And Climate Across Africa. *Global Environmental Change*, 32, 187–199. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.005>
- Rega, C., Bartual, A. M., Bocci, G., Sutter, L., Albrecht, M., Moonen, A. C., & Jeanneret, P. (2018). A Multi-Scale Approach to Analyze Flower Traits in Wild Plant Communities for Enhancing Crop Pollination. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 264, 84–93.
- Rosa-Schleich, J., Loos, J., Mußhoff, O., & Tschardtke, T. (2019). Ecological-economic trade-offs of Diversified Farming Systems – A review. *Ecological Economics*, 160, 251–263.
- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., ... & Neumann, K. (2014). Assessing Agricultural Risks of Climate Change in The 21st Century in A Global Gridded Crop Model Intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3268-3273. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222463110>

- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide Decline Of The Entomofauna: A Review of Its Drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sayoga, A. A. H. E., & Artiningsih, A. (2023). Preferensi Adaptasi Masyarakat Kecamatan Bancak Kabupaten Semarang terhadap Kerentanan Bencana Kekeringan. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 19 (1), 43-56.
- Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., ... & Weisser, W. W. (2019). Arthropod Decline in Grasslands and Forests is Associated With Landscape-Level Drivers. *Nature*, 574(7780), 671–674. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>
- Serageldin, I., & Grootaert, C. (2017). Defining social capital: An integrating view. In *Evaluation and Development: The Institutional Dimension* (pp. 203–217). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351290449-13>
- Shi, Y., Fan, S., Xiao, Q., & Li, Z. (2024). What Drives Water Conservation in The Supply Chain of The Yellow River Basin? An Empirical Analysis Based on SPD. *PLoS ONE*, 19(8 August), e0306519. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306519>
- Singh, H., Singh, G., & Soni, S. (2017). Energy Input-Output Analysis for Sustainable Agriculture: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 893-905. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.067>
- Struik, P. C., & Kuyper, T. W. (2017). Sustainable Intensification in Agriculture: The Richer Shade of Green. A Review. In *Agronomy for Sustainable Development* (Vol. 37, Issue 5).
- Syahza, A., Suwondo, Bakce, D., Nasrul, B., & Mustofa, R. (2020). Utilization of Peatlands Based on Local Wisdom and Community Welfare in Riau Province, Indonesia. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 15(7), 1119–1126.
- Takahashi, T., et al. (2020). Agricultural extension in developing countries: Challenges and policy responses. *Agriculture and Human Values*, 37(3), 511-528.
- Tessari, P., Lante, A., & Mosca, G. (2016). Essential Amino Acids: Master Regulators of Nutrition and Environmental Footprint? *Scientific Reports*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/srep26074>
- Tian, H., Lu, C., Pan, S., Yang, J., Miao, R., Ren, W., Yu, Q., Fu, B., Jin, F. F., Lu, Y., Melillo, J., Ouyang, Z., Palm, C., & Reilly, J. (2018). Optimizing Resource Use Efficiencies in The Food–Energy–Water Nexus for Sustainable Agriculture: From Conceptual Model to Decision Support System. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 33, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.04.003>
- Tripathy, K. P., Mukherjee, S., Mishra, A. K., Mann, M. E., & Park Williams, A. (2023). Climate Change Will Accelerate The High-End Risk Of Compound Drought And Heatwave Events. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(28), e2219825120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2219825120>
- van Berkum, S., Dengerink, J., & Ruben, R. (2018). The Food Systems Approach: Sustainable Solutions for A Sufficient Supply of Healthy Food. In *Memorandum* (Vol. 064). Wageningen Economic Research.
- van der Ploeg, J. D. (2021). The Political Economy of Food Systems and Agrarian Change. *The Journal of Peasant Studies*, 48(1), 1–25. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1823020>
- Vicentini, A., Liberatore, L., & Mastrocola, D. (2016). Functional Foods: Trends and Development of The Global Market. *Italian Journal of Food Science*, 28(2), 338–351.
- Whitnall, T. & N. Pitts. (2019). Meat Consumption: Analysis of Global Meat Consumption Trend. Retrieved from <https://www.agriculture.gov.au/abares/research-topics/agricultural-outlook/meat-consumption> pada 10 Oktober 2020.

World Bank. (2019). *Climate-Smart Agriculture: A Global Perspective*. World Bank Group. <https://www.worldbank.org/en/topic/climate-smart-agriculture>

**BIODATA PENULIS**

Muhammad Ibnu, lahir pada tanggal 18 Mei 1979 di Kota Bandar Lampung. Doktor *Sustainability and Science* dari Maastricht University, the Netherlands. Bekerja di Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai dosen dan peneliti.