

# Evaluasi Keunggulan Relatif Pertanian Organik dan Non-Organik

## *Evaluating the Relative Advantages of Organic and Non-Organic Farming*

Muhammad Ibnu

Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung  
 Jl. Profesor Sumantri Brojonegoro 1 Bandar Lampung 35145  
*E-mail:* muhammad.ibnu@fp.unila.ac.id

Diterima: 18 Mei 2022

Revisi: 3 Januari 2023

Disetujui: 8 Januari 2024

### ABSTRAK

Para pendukung (*supporter*) mempromosikan berbagai keunggulan pertanian organik dalam menyediakan bahan pangan bagi umat manusia di bumi ini secara lebih berkelanjutan. Penelitian ini memiliki premis bahwa pertanian non-organik (yang rancu disebut sebagai pertanian konvensional) juga memiliki keunggulan relatif dibandingkan pertanian organik, sehingga argumen yang menyatakan bahwa seluruh pertanian non-organik perlu diubah menjadi pertanian organik adalah tidak tepat. Penelitian ini bertujuan membuktikan premis tersebut dengan mengevaluasi beberapa aspek kritis yang sering menjadi perdebatan, yaitu kebutuhan lahan, keanekaragaman hayati, kualitas air, degradasi lahan, analisis siklus lingkungan hidup, dan perubahan iklim. Penelitian ini bersifat kualitatif dan metode yang digunakan adalah tinjauan literatur terhadap 151 penelitian mengenai pertanian non-organik dan organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertanian non-organik memiliki keuntungan relatif dan dapat dilakukan secara berkelanjutan, sehingga dapat menghindari bahaya dan/atau kerusakan akibat mengejar produktivitas yang tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa manajemen yang baik tampaknya akan lebih menentukan bagaimana sifat dampak pertanian pada lingkungan. Manajemen pertanian yang baik akan lebih berkontribusi pada lingkungan dan umat manusia dibandingkan ideologi pertanian yang ekstrem, seperti intensif memanfaatkan bahan kimia (tetapi kurang bijaksana) atau tidak memanfaatkan bahan kimia sama sekali.

kata kunci: keberlanjutan, non-organik, organik, pangan, pertanian

### ABSTRACT

*Supporters promote the various advantages of organic farming in providing food for humanity on this planet in a more sustainable manner. This study has the premise that non-organic farming (which is ambiguously referred to as conventional farming) also has relative advantages compared to organic farming, so arguments stating that all non-organic farming needs to be converted to organic farming are not accurate. This study aimed to prove this premise by evaluating several critical aspects that are often debated, namely land requirements, biodiversity, water quality, land degradation, life cycle assessment, and climate change. This research was qualitative, and the method used was a literature review of 151 studies on non-organic farming and organic farming. The research results showed that non-organic farming had relative advantages and can be operated sustainably to avoid the dangers and damage caused by pursuing high productivity. The research concluded that good management seemed to be more crucial in determining the nature of the impact of farming on the environment. Good agricultural management would contribute more to the environment and humanity compared to extreme agricultural ideologies, intensive use of chemicals (though less wise) or not using chemicals at all.*

*keywords: sustainability, non-organic, organic, food, agriculture*

## I. PENDAHULUAN

Literatur sering menyebut praktik bertani yang menggunakan *input* kimia sintetis sebagai praktik pertanian konvensional. Istilah 'konvensional' yang berkonotasi dengan makna 'tua', 'lama' atau 'tradisional' sebenarnya tidak tepat jika dilekatkan dengan praktik pertanian

yang menggunakan *input* kimia sintetis. Pertanian organik faktanya jauh lebih tua daripada pertanian yang menggunakan *input* kimia, dan dengan demikian sebenarnya jauh lebih konvensional. Pertanian organik telah dilakukan sejak pertama kalinya manusia mengenal kegiatan bercocok tanam ribuan tahun yang lalu, dan tentu saja saat itu tidak ada

---

pupuk kimia sintetis. Praktik pertanian organik pada mulanya dilakukan oleh pertanian keluarga saat jumlah manusia relatif sedikit.

Jumlah manusia lambat laun bertambah banyak dan mulai terjadi kelaparan. Kematian besar-besaran karena kelaparan adalah hal yang biasa antara tahun 1300–1850, termasuk di Eropa (Alfani dan Ó Gráda, 2018; Alfani, dkk., 2022). Kesengsaraan karena kelaparan mendorong manusia mencari cara untuk meningkatkan hasil pertanian dan bertambah intensif sejak ditemukan dan dikomersialkannya pupuk kimia sintetis, terutama pada era revolusi hijau (*green revolution*) pada tahun 1960-an (Nelson, dkk., 2019). Sejarah pupuk kimia sintetis dimulai pada tahun 1913, sejak Fritz Haber mengembangkan proses untuk menghasilkan amonia dari campuran nitrogen dan hidrogen (Brightling, 2018). Pupuk kimia dan pestisida (dengan DDT) masih sangat langka sebelum Perang Dunia II dan baru tersedia secara komersial pada tahun 1945 (Wilhoit, 2018).

Penelitian ini, untuk menghindari kerancuan penggunaan istilah, menyebut pertanian non-organik (untuk praktik bertani dengan *input* kimia sintetis) dan pertanian organik (untuk praktik bertani tanpa *input* bahan kimia). Banyak pertanian di berbagai belahan dunia dapat dikategorikan sebagai pertanian organik, namun kebutuhan bahan pangan di dunia saat ini sebagian besar (sekitar 98,9 persen) disuplai oleh pertanian non-organik (Goel, dkk., 2021; Thakur, dkk., 2022). Hasil pertanian organik pada umumnya relatif rendah dibandingkan pertanian non-organik yang menggunakan *input* berbahan kimia (Chatzisyneon, dkk., 2017; Parwada dan Chipomho, 2023)

Tren permintaan terhadap produk organik sedang meningkat di seluruh dunia, terutama di negara-negara Barat. Australia merupakan negara yang saat ini memiliki persentase tertinggi untuk lahan pertanian organik, dengan sekitar 23 juta hektare lahan pertanian di negara tersebut bersertifikat organik (Kumar, dkk., 2023). India memiliki jumlah petani organik terbesar di dunia (Thakur, dkk., 2022). Pada tahun 2017, ada 26 lahan pertanian organik global di Eropa, yang menunjukkan peningkatan popularitas pertanian organik (Willer, dkk., 2018). Pertanian organik

cukup cepat berkembang di Eropa ditunjang oleh regulasi pertanian organik dan pelabelan Uni Eropa yang telah dirintis pada tahun 1991 (Tarabella, dkk., 2019). Aturan pelabelan makin ketat di Eropa sejak tahun 2010 bahwa suatu produk dapat menggunakan istilah ‘biologis’ atau ‘ekologis’ jika produk tersebut mengandung setidaknya 95 persen bahan organik yang diatur dan/atau diakui oleh Uni Eropa (Bozza, dkk., 2022). Standar dan sertifikasi juga memiliki peran penting dalam mempromosikan produk organik di Eropa sehingga dipuja konsumen dan terjadi peningkatan permintaan (Bostan, dkk., 2019).

Para pendukung atau *supporter* mempromosikan pertanian organik dengan klaim berbagai manfaat. Misalnya, pertanian organik menghilangkan paparan berbahaya pestisida beracun di kalangan pekerja pertanian, konsumen, dan ekosistem, baik di perairan maupun di darat (Gould, dkk., 2019; Benbrook, dkk., 2021; Setboonsarng dan Gregorio 2017; dan Carvalho, 2017). Produk organik lebih bergizi dibandingkan produk non-organik yang kaya akan vitamin dan mineral. (Popa, dkk., 2019; Yu, dkk., 2018; Getaneh, dkk., 2016). Produk organik rasanya lebih enak karena kandungan gulanya yang lebih tinggi, dan bertahan lebih lama karena integritas metaboliknya yang tinggi dan struktur selulernya yang superior (Yu, dkk., 2018). Pertanian organik memelihara kesuburan tanah dan menyehatkan mikrobiota tanah sehingga dapat memfasilitasi ketersediaan nutrisi untuk tanaman (Singh, 2021; Niemiec, dkk., 2020; Itelima, dkk., 2018). Pertanian organik menghindari mutasi genetik dan mencegah kekebalan serangga pengganggu tanaman; penggunaan pestisida justru sebaliknya dapat menciptakan kekebalan dan menimbulkan wabah (Benbrook, dkk., 2021; Costa, dkk., 2018). Pertanian organik menghilangkan banyak biaya *input* (seperti insektisida, herbisida, dan pupuk sintetis) sehingga lebih kompetitif secara ekonomi (Gamage, dkk., 2023; Tal, 2018). Pertanian organik mengandalkan *input* yang ada di alam sehingga memiliki orientasi yang lebih etis dan harmonis terhadap lingkungan alami (Rahmann, dkk., 2017; Freyer, dkk., 2015).

Perdebatan masih terjadi di dalam dunia

---

akademik antara *supporter* pertanian organik dan advokat pertanian non-organik. Beberapa studi mengonfirmasi bahwa makanan organik lebih bergizi dan mengandung lebih banyak antioksidan, vitamin C dan asam lemak omega-3 dibandingkan produk non-organik (Mditshwa, dkk., 2017; Yu, dkk., 2018; Popa, dkk., 2019; Getaneh, dkk., 2016). Studi-studi lain sebaliknya tidak dapat mengkonfirmasi (Pedro, dkk., 2019) atau hanya menemukan perbedaan yang marginal (Mie, dkk., 2017; Denver, dkk., 2022) atau tidak konsisten (Gomiero, 2018) bahwa produk organik lebih bergizi daripada produk non-organik. Beberapa studi justru cenderung skeptis bahwa bukti-bukti yang menyatakan produk organik lebih bergizi daripada produk non-organik terlalu lemah untuk meta analisis (Średnicka-Tober, dkk., 2016; Davis, dkk., 2022), dan klaim bahwa produk organik lebih aman daripada produk non-organik belum sepenuhnya dapat dipastikan secara ilmiah (Garcia dan Teixeira, 2017). Penelitian justru membuktikan sebaliknya bahwa produk organik, baik produk daging maupun sayuran, rentan terkontaminasi oleh polutan organik (seperti pestisida organik *organochlorine*) (Ramakrishnan, dkk., 2021). *Organochlorine* termasuk dalam kelas polutan organik persisten (*persistent organic pollutants/POPs*) yang banyak digunakan di Asia karena harganya yang relatif murah (Jayaraj, dkk., 2016).

Selain itu, persepsi konsumen terhadap atribut kandungan alami dari makanan organik tidak berbeda dari persepsi terhadap produk non-organik (Lee dan Yun, 2015). Konsumen membeli produk organik lebih karena sugesti, emosi, dan kepercayaan pada promosi manfaat produk organik (Curvelo, dkk., 2019; Bai, dkk., 2023) dan hal ini merefleksikan bias persepsi bahwa produk organik lebih enak rasanya (Bernard dan Liu, 2017) dan lebih menyehatkan daripada produk non-organik (Richetin, dkk., 2022).

Beberapa studi setuju bahwa pertanian organik memiliki potensi keamanan (*safety*) yang lebih tinggi daripada produk non-organik, namun dengan tegas menyatakan bahwa belum ada konsensus yang kuat tentang apakah produk bersertifikasi organik secara absolut benar-benar lebih baik daripada produk non-organik

(Delmas, dkk., 2016; Meier, dkk., 2015; Tal, 2018). Sebuah studi yang cukup baru dengan teknik emisi sinar-X (*X-ray emission technique*) menemukan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara produk organik dan non-organik dalam hal kandungan nutrisinya seperti kalsium dan kalium (Kaizer, dkk., 2022). Banyak studi mengkritik para *supporter* pertanian organik karena cenderung membesar-besarkan manfaat produk organik dan menyudutkan pertanian non-organik terutama karena konsekuensinya terhadap lingkungan dan kesehatan. Para *supporter* pertanian organik tampaknya sering mengabaikan studi-studi yang menunjukkan bukti bahwa sistem pertanian non-organik mampu berkontribusi positif terhadap lingkungan (Tal, 2018; Tschardtke, dkk., 2021; Clark dan Tilman, 2017).

Ketahanan pangan merupakan perhatian utama bagi umat manusia sehingga hasil pertanian non-organik yang relatif lebih tinggi dibandingkan pertanian organik tidak dapat diabaikan. Satu dari sembilan orang yang hidup di seluruh dunia saat ini masih didefinisikan sebagai 'lapar' oleh Perserikatan Bangsa-bangsa/PBB (FAO, dkk., 2019). Malnutrisi menyebabkan lebih dari 3 juta kematian anak setiap tahunnya (Pravana, dkk., 2017) atau 45 persen dari semua kematian anak (Fan, dkk., 2022). Pertanian di dunia didominasi oleh petani kecil atau *smallholders* yang bekerja di lahan kurang dari 20 hektare, dan jumlahnya mencapai 85 persen dari seluruh petani di dunia (Hazell, 2020). Para petani kecil tersebut secara agregat menyumbang sekitar 55 persen bahan pangan di dunia (Knezevic, dkk., 2023). Namun, banyak petani kecil di berbagai daerah memiliki produktivitas rendah sehingga masyarakat lokal menghadapi risiko kekurangan pangan. Risiko ini tampak lebih jelas, misalnya di Afrika, ketika penduduk di benua tersebut meningkat sebesar tiga miliar orang (United Nations, 2022).

Uraian di atas menunjukkan bahwa masih terjadi perdebatan di dalam literatur (umumnya yang berbahasa Inggris) tentang keunggulan pertanian organik versus pertanian non-organik. Namun, masih sangat jarang penelitian di literatur berbahasa Indonesia yang berkontribusi secara mendalam di perdebatan tersebut. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini adalah turut

serta menjernihkan perdebatan yang terjadi di dunia akademik tersebut khususnya pada literatur berbahasa Indonesia.

Penelitian ini didasari argumen bahwa pertanian organik tidak memiliki keunggulan absolut dibandingkan pertanian non-organik, begitu pula sebaliknya. Penelitian ini memiliki premis bahwa pertanian non-organik juga memiliki keunggulan relatif dibandingkan pertanian organik sehingga argumen yang menyatakan bahwa seluruh pertanian non-organik perlu diubah menjadi organik adalah tidak tepat. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan premis tersebut dengan mengulas beberapa aspek kritis yang masih menjadi perdebatan, seperti kebutuhan lahan agregat, keanekaragaman hayati, kualitas air, degradasi dan desertifikasi lahan, analisis siklus hidup lingkungan, dan perubahan iklim. Selain aspek-aspek kritis yang terkait lingkungan, aspek keberlanjutan yang terkait dengan masalah ekonomi dan sosial merupakan bagian dari perdebatan dan tidak dapat dipisahkan dari tujuan mencapai ketahanan pangan nasional maupun global (Gambar 1).



**Gambar 1.** Aspek-aspek Kritis dalam Perdebatan tentang Keunggulan Pertanian Organik versus Pertanian Non-organik

## II. METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Maret hingga Mei 2023. Penelitian ini bersifat kualitatif dan metode yang digunakan adalah

tinjauan literatur terhadap 151 penelitian tentang pertanian non-organik dan pertanian organik di seluruh dunia. Studi-studi tersebut dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir (2014–2023) sejumlah 135 studi (89,40 persen), 15 tahun terakhir (2009–2023) sejumlah 11 studi (7,28 persen), 20 tahun terakhir (2004–2023) sejumlah 4 studi (2,65 persen), dan 30 tahun terakhir (1994–2023) sejumlah 1 studi (0,66 persen).

Studi-studi yang diulas adalah hasil-hasil penelitian yang mengevaluasi dan/atau membandingkan dampak pertanian organik dan non-organik terhadap kesehatan dan keamanan (*health and safety*) dan lingkungan (termasuk lahan/tanah, air, vegetasi, mikroorganisme, keanekaragaman hayati, energi, dan iklim). Fokus studi-studi tersebut bervariasi mulai dari tanaman pangan (padi, gandum, dan jagung), hortikultura (buah dan sayuran) sampai peternakan daging (sapi dan babi) dan susu serta unggas (telur dan daging ayam). Mayoritas studi menggunakan metode penelitian empiris seperti percobaan (*experiment*) dan evaluasi dengan data primer (observasi dan survei). Sebagian studi menggunakan tinjauan literatur yang sistematis (*meta-analysis*) dan sebagian lagi menggunakan metode modeling sistem (*Life Cycle Assessment/LCA*) untuk menilai seluruh tahapan siklus hidup produk pertanian. Beberapa studi juga melakukan pembahasan tentang aspek politik, manajemen, ekonomi, sosial, dan sejarah dan kaitannya dengan pembangunan pertanian berkelanjutan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kebutuhan Lahan

Literatur ilmiah sering kali melaporkan hasil pertanian non-organik yang jauh lebih tinggi daripada pertanian organik. Salah satu laporan paling komprehensif yang pernah dibuat adalah studi yang dipublikasikan dalam jurnal bergengsi *Nature*. Studi tersebut menemukan bahwa, walaupun perbedaan hasil bersifat kontekstual, pertanian organik memiliki hasil 34 persen lebih rendah ketika sistem non-organik dan organik dibandingkan dalam kondisi yang setara (Seufert, dkk., 2012). Penelitian lain yang lebih baru mencapai kesimpulan yang sama dengan metode meta-analisis untuk

---

mempbandingkan produktivitas pertanian organik versus non-organik (Muller, dkk., 2017). Studi-studi selanjutnya mengungkapkan bahwa dalam beberapa kasus pertanian organik mencapai hasil yang lebih tinggi (dan keuntungan yang lebih tinggi), namun secara umumnya hasil pertanian organik adalah 20–50 persen lebih rendah daripada pertanian non-organik (Shrestha, dkk., 2021; Timsina, 2018; Barbieri, dkk., 2021).

Kondisi ekonomi masyarakat petani, iklim, kondisi tanah, dan jenis tanaman menciptakan konteks lokasi yang spesifik dan berpengaruh pada kinerja pertanian. Data secara konsisten menunjukkan bahwa hasil panen untuk pertanian organik lebih rendah ketika konteks lokasi tersebut dipertimbangkan dalam rangka membuat perbandingan yang *'fair'* antara pertanian organik dan pertanian non-organik (Tal, 2018).

Nutrisi organik saja tidak cukup untuk meningkatkan hasil panen untuk memenuhi permintaan pangan di negara berkembang apalagi di tingkat global (Ghosh, dkk., 2022). Nutrisi untuk tanah dan tanaman, dari sumber anorganik dan organik, sebaiknya diterapkan pada rasio 75:25 agar tujuan mencukupi kebutuhan pangan global dapat dicapai (Timsina, 2018; Fikry, dkk., 2022).

Sebuah studi dengan menggunakan standar dan/atau proyeksi demografis mengasumsikan bahwa, untuk mencukupi pangan bagi sembilan miliar orang pada tahun 2050, hasil pertanian global perlu ditingkatkan setidaknya 50 persen (Alexandratos dan Bruinsma 2012; Wang, 2022). Namun, transisi sepenuhnya dari sistem pertanian non-organik ke sistem pertanian organik akan membutuhkan lebih banyak lahan sekitar 30 persen (Muller, dkk., 2017) sampai dengan 130 persen (Connor, 2022) (BNF mengingat pola konsumsi masyarakat saat ini. Transisi ke pertanian organik berpotensi mengurangi surplus nitrogen (dari pupuk kimia sintesis) dan penggunaan pestisida, namun skenario alternatif juga perlu dipertimbangkan, misalnya dengan memodelkan implikasi penggunaan lahan jika permintaan konsumen dan pola konsumsi sulit berubah (atau meningkat). Jika transisi ke pertanian organik disertai dengan penurunan 50 persen konsumsi

produk pertanian, penambahan lahan mungkin tidak akan diperlukan. Skenario tersebut tentu membutuhkan kebijakan publik yang dapat menggerakkan masyarakat mengubah pola dan/atau mengurangi konsumsi sehingga pertanian organik mampu mencukupi suplai pangan, baik di tingkat lokal maupun global. Namun, jawabannya masih belum jelas tentang apakah kebijakan publik seperti itu dapat efektif diterapkan.

Perubahan pola dan/atau pengurangan konsumsi masyarakat memiliki potensi yang besar dalam hal mencapai tujuan kelestarian lingkungan. Gagasan ini mungkin dapat diterima oleh para *supporter* (baik pertanian organik maupun pertanian non-organik), misalnya gagasan untuk menurunkan konsumsi daging. Pengurangan *input* bahan kimia pertanian memang penting, tetapi pengurangan konsumsi pangan (terutama daging) mungkin lebih penting bagi lingkungan dan kesehatan. Hal ini bukan berarti mengurangi penggunaan bahan kimia tidak menghasilkan manfaat bagi lingkungan dan kesehatan, namun ada alternatif dan/atau prioritas lain untuk mencapai keberlanjutan (*sustainability*). Studi-studi, yang mengidentifikasi pendekatan yang berbeda untuk mencapai ketahanan pangan global, menganjurkan agar produsen meningkatkan efisiensi agar dapat mengurangi dampak negatif produksi, misalnya melalui inovasi teknologi (Garnett, 2014; Bilali, dkk., 2019). Cara lainnya adalah mengubah hubungan antar aktor (produsen dan konsumen) dalam sistem rantai nilai pangan. Kuncinya di sini adalah hubungan antar aktor yang harmonis dibingkai dalam hubungan yang setara dan seimbang diperkuat dengan peluang negosiasi yang besar dan kemitraan yang jujur dan adil. Cara lain yang mungkin efektif tetapi terdengar kontroversial adalah kebijakan pengurangan permintaan (*demand restraint*) pangan, terutama untuk daging dan makanan mengandung daging lainnya. Produksi daging dan makanan mengandung daging membutuhkan sumber daya air dan lahan yang besar serta menimbulkan jejak karbon/*carbon footprints* yang tidak sedikit (Ernststoff, dkk., 2019) dan berkontribusi terhadap eutrofikasi (sekitar 40 persen) dan pengasaman/*acidification* air dan lahan (sekitar 75 persen) (Gustova, 2022).

---

Jumlah orang yang hidup dan membutuhkan pangan pada tahun 2022, yang saat ini berjumlah sekitar 8 miliar, diperkirakan jumlah tersebut akan meningkat menjadi 8,5 miliar pada tahun 2030, 9,7 miliar pada tahun 2050, dan 10,4 miliar pada tahun 2100. (United Nations, 2022). Ada risiko kekurangan pangan secara global karena jumlah lahan subur yang hilang akibat degradasi dan desertifikasi (tingkat kegersangan lahan bertambah) terus meningkat (Spinoni, dkk., 2015). Pada tahun 2005, studi penilaian ekosistem milenium, yang melibatkan para ahli dari berbagai negara, menyimpulkan bahwa degradasi dan desertifikasi lahan adalah masalah terbesar terkait dengan pemenuhan kebutuhan pangan global (Sarukhán, dkk., 2005). Ruang lingkup dan tingkat keparahan degradasi lahan di banyak negara makin memburuk selama beberapa dekade terakhir. PBB menegaskan bahwa lebih dari 1,3 miliar orang terjebak pada lahan pertanian yang terdegradasi; petani di lahan marginal, terutama di lahan kering, memiliki pilihan terbatas untuk mata pencaharian alternatif dan sering dikecualikan dari infrastruktur yang lebih luas dan pembangunan ekonomi (UNCCD, 2017). Populasi manusia yang berkembang memerlukan permukiman dan dukungan infrastruktur lainnya. Oleh karena itu, banyak tanah subur yang beralih fungsi dari lahan pertanian menjadi non pertanian. Sebuah studi memproyeksikan bahwa, antara tahun 2000 dan 2030, sebanyak 3,3 juta hektare lahan pertanian akan hilang per tahunnya karena perkembangan daerah urban atau perkotaan (Lambin dan Meyfroidt 2011). Misalnya, di Ethiopia, 90 persen lahan pertanian telah diubah menjadi penggunaan perkotaan antara tahun 1986/7 dan 2019/20 (Tufa dan Megento, 2022). Di Indonesia (Bekasi, Karawang, dan Cirebon), kehilangan lahan pertanian berkisar antara 1.850 sampai 2.030 hektare per tahun pada tahun 2013–2020 (Gandharum, dkk., 2022).

Proyeksi dan skenario apa pun yang ditawarkan dalam mengatasi tantangan lingkungan dan pertumbuhan populasi global akan bergantung pada tingkat tata kelola dan kerja sama, baik di tingkat nasional maupun global, untuk menangani masalah dampak pembangunan perkotaan dan tren degradasi dan desertifikasi lahan yang masih terus terjadi

(Young, 2014). Komitmen internasional untuk mengatasi tantangan lingkungan global yang kompleks sering kali sulit dipahami hasilnya, misalnya program untuk menurunkan emisi gas rumah kaca atau metana (CH<sub>4</sub>). Paradigma penurunan jumlah karbon (*carbon wedges*) telah diperkenalkan dan diprogramkan secara global untuk mengatasi emisi rumah kaca. Berbagai negara telah melaksanakan program tersebut namun emisi gas rumah kaca terus saja meningkat (Tollefson, 2017). Permasalahannya adalah gaya hidup masyarakat yang belum banyak berubah (dalam hal penghematan energi) dan inovasi teknologi yang ada (dalam hal energi alternatif seperti energi matahari dan angin). Energi tersebut tidak dapat sepenuhnya menggantikan energi konvensional (batu bara, minyak, gas alam) (Jordaan, dkk., 2017). Secara global, sumber terbesar emisi rumah kaca adalah dari penggunaan energi (untuk listrik dan pemanas) mencapai sekitar 75 persen (Javed dan Cudjoe, 2022).

Kondisi di atas tidak berbeda di sektor pertanian. Gagasan mengubah pola dan/atau mengurangi konsumsi sudah sering disuarakan. Tujuannya adalah agar pertanian organik tanpa penambahan lahan mampu mencukupi kebutuhan pangan bagi umat manusia pada masa yang akan datang. Gagasan tersebut tampaknya masih merupakan gagasan yang utopis yang belum didukung oleh optimisme berdasarkan fakta empiris, karena ekonomi dunia sebenarnya didorong oleh peningkatan konsumsi, terutama konsumsi daging (OECD dan FAO, 2017). Ekonomi dunia, dengan kata lain, tumbuh karena konsumsi daging yang meningkat. Upaya kampanye untuk menurunkan tingkat konsumsi daging justru tidak efektif karena tren konsumsi masyarakat global justru menuju ke arah yang berlawanan. FAO (*Food and Agriculture Organization*) dan OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*) memproyeksikan bahwa konsumsi produk daging akan tumbuh sebesar 1 persen per tahun sedangkan konsumsi produk susu akan meningkat lebih tinggi lagi yaitu 2 persen per tahun beberapa dekade mendatang (OECD dan FAO 2017).

Peningkatan konsumsi daging dapat dikaitkan dengan peningkatan konsumsi

per kapita di negara-negara berkembang, bersamaan dengan penambahan populasi dan peningkatan daya beli penduduknya. Tren peningkatan konsumsi daging ini bukanlah hal yang baru di negara-negara maju karena masyarakat negara maju telah mencapai kecukupan rata-rata protein hewani (*average levels of animal-based protein/ABP*) (Sans dan Combris, 2015). Permintaan daging dan produk susu di negara berkembang telah meningkat 5–6 persen per tahun dan 3,4–3,8 persen per tahun (Schurr, 2020). Negara penyumbang terbesar tren peningkatan konsumsi daging ini adalah Cina. Konsumsi daging di Cina, terutama daging babi, mencapai 11 juta ton per tahun (sekitar 59 persen dari total konsumsi daging babi dunia) atau 23,85 kilogram per kapita per tahun (He, dkk., 2016). Pola diet berbahan daging penduduk Cina tercermin dalam kontribusi protein daging dalam diet orang Cina yang mencapai 25,1 persen (He, dkk., 2016). Konsumsi daging, terutama daging sapi, diperkirakan akan meningkat di seluruh dunia sebesar 1,2 persen per tahun atau mencapai 45,3 kilogram per orang per tahun pada tahun 2030 (Clercq, dkk., 2018). Walaupun ada kampanye untuk mengurangi konsumsi daging di negara-negara maju, para ahli FAO dan OECD tidak melihat tanda-tanda bahwa permintaan daging sapi akan turun selama tahun-tahun mendatang (OECD dan FAO, 2017). Masyarakat baik di negara maju maupun berkembang tampaknya sulit didesak untuk mereformasi pola makan daging mereka, walaupun terdapat indikasi peningkatan preferensi masyarakat untuk mengonsumsi unggas dan ikan (Erkkola, dkk., 2022). Dengan demikian, transisi ke pertanian organik (yang membutuhkan penambahan lahan untuk mengejar hasil) ditambah dengan peningkatan konsumsi daging (yang membutuhkan lahan luas untuk produksi ternak) tampaknya akan makin mengintensifkan perburuan akan lahan.

### 3.2. Keanekaragaman Hayati

Analisis tingkat mikro menunjukkan bahwa sistem pertanian yang menggunakan bahan kimia memiliki dampak yang jauh lebih negatif pada keanekaragaman hayati di sekitarnya daripada pertanian organik (yang sepenuhnya menghindari bahan kimia). Studi menunjukkan bukti bahwa padang rumput organik memiliki

tingkat keanekaragaman hayati yang lebih tinggi daripada padang rumput non-organik (Younie dan Baars, 2019). Studi lain melaporkan bahwa ladang organik memiliki keragaman dan kepadatan laba-laba, cacing tanah, dan nematoda yang lebih besar (Klaus, dkk., 2013) dan spesies serangga yang lebih banyak daripada ladang non-organik (Inclán, dkk., 2015).

Analisis di tingkat makro menunjukkan gambaran yang cukup berbeda. Meskipun ada banyak penyebab di balik hilangnya 52 persen satwa liar di dunia (antara tahun 1970 dan 2010), bahan kimia bukanlah pendorong utama di balik kerusakan ekologis tersebut. Penyebab utama krisis keanekaragaman hayati di bumi ini adalah invasi spesies, polusi, dan habitat yang terganggu atau terfragmentasi (Fonseca, dkk., 2021; McLellan, dkk., 2014; Kolbert, 2014).

Peningkatan penggunaan lahan secara global untuk mengantarkan ke era pertanian organik juga akan memiliki dampak yang sangat besar dan merusak keanekaragaman hayati. Wacana 'hemat lahan' merupakan prioritas penting, bagi para pendukung konservasi, untuk memaksimalkan perlindungan habitat dan tempat-tempat dengan keanekaragaman hayati yang tinggi (Cunningham, dkk. 2013; Wang dan Tan, 2023).

Jika populasi dunia bertambah menjadi lebih dari 10 miliar orang dan masih banyak makhluk lain yang hidup di bumi ini, maka para pendukung strategi 'pembagian lahan' akan segera mengatakan bahwa efisiensi pertanian adalah prioritas (Phalan, dkk., 2014). Prinsip pengelolaan hama terpadu, yang menganjurkan pengurangan bahan kimia secara signifikan (sampai pada tahap yang ekonomis dan ekologis) memvalidasi bahwa penggunaan pestisida masih perlu (Lefebvre, dkk., 2015; Lykogianni, dkk., 2021).

Penyemprotan bahan kimia memang harus dilarang di habitat yang sensitif (misalnya, berdekatan dengan ekosistem perairan), namun transisi global ke pertanian organik bagaimanapun juga akan membutuhkan perluasan lahan. Risikonya adalah perambahan habitat dan hilangnya ekosistem alami (dengan keanekaragaman hayati di dalamnya). Oleh

---

karena itu, transisi global ke pertanian organik akan memiliki dampak negatif yang sulit dihindari terkait wacana pelestarian keanekaragaman hayati.

### 3.3. Kualitas Air

Masyarakat umum mengasumsikan bahwa pertanian organik lebih harmonis dengan lingkungan sekitarnya daripada pertanian non-organik. Banyak hasil penelitian sebaliknya mencapai kesimpulan yang berbeda, misalnya terkait kualitas air. Sebuah studi mengukur kualitas air di zona di bawah rumah kaca yang baru didirikan untuk membandingkan dampak pertanian organik intensif versus pertanian non-organik (yang menggunakan irigasi tetes) pada kondisi yang setara (Dahan, dkk., 2014). Hasil studi menunjukkan bahwa, pada kedalaman lebih dari satu meter, konsentrasi nitrat ( $\text{NO}_3$ ) di zona akar di bawah rumah kaca pertanian organik sangat tinggi, rata-rata 357 mL/L dengan konsentrasi puncak mencapai 724 mL/L (Dahan, dkk., 2014). Konsentrasi nitrat ( $\text{NO}_3$ ) di kedalaman yang sama di bawah rumah kaca pada pertanian non-organik jauh lebih rendah. Pertanian non-organik memiliki konsentrasi nitrat ( $\text{NO}_3$ ) rata-rata hanya 37 mL/L atau rata-rata 89,64 persen lebih rendah (Dahan, dkk., 2014).

Para peneliti menemukan bahwa pertanian non-organik mengirimkan pupuk ke zona akar lebih efisien, dengan konsentrasi tinggi 270 mL/L (Dahan, dkk., 2014). Konsentrasi ini dengan cepat turun di bagian yang lebih dalam dari zona *vadose* (daerah berongga di bawah permukaan tanah yang sebagian diisi udara dan sebagian diisi air). Pada saat yang sama, pengukuran di zona akar pertanian organik menunjukkan kekurangan nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Para peneliti menyimpulkan bahwa pencucian nitrat pada pertanian organik adalah akibat langsung dari pelepasan nutrisi dari kompos ke tanah selama tahap awal musim tanam. Selama tahap ini dalam siklus pertumbuhan, tanaman organik muda memiliki penyerapan nutrisi yang rendah sehingga perkolasi (penyerapan) nitrat ke zona *vadose* dan air tanah tidak dapat dihindari (Dahan, dkk., 2014). Hasil yang serupa ditemukan dalam bidang peternakan, misalnya pada peternakan ayam organik. Studi menemukan bahwa peternakan ayam

organik memiliki potensi eutrofikasi (proses di mana sebagian atau seluruh badan air secara bertahap meningkat kadar mineral dan nutrisinya, terutama nitrogen dan fosforus) yang lebih tinggi daripada peternakan ayam non-organik (Wagenberg, dkk., 2017; Cappone, dkk., 2022).

Siklus produksi (*production cycle*) yang lebih panjang pada peternakan ayam organik menyebabkan peningkatan kuantitas pakan dan kotoran ayam sehingga potensi eutrofikasi menjadi lebih besar (Leinonen, dkk., 2012). Selain itu, periode pemeliharaan yang lebih lama meningkatkan paparan hewan terhadap kontaminan lingkungan dan risiko bioakumulasi pada telur dan daging (Prache, dkk., 2022).

Uraian di atas tidak bermaksud untuk menunjukkan bahwa pertanian non-organik selalu lebih ramah lingkungan dan/atau selalu menghasilkan lebih sedikit pencemaran dibandingkan pertanian organik. Pelajaran terpenting yang dapat diambil yaitu bahwa manajemen yang baik tampaknya akan lebih menentukan bagaimana sifat dampak pertanian pada lingkungan. Manajemen pertanian yang baik akan lebih berkontribusi pada lingkungan dan umat manusia dibandingkan ideologi pertanian yang ekstrem, seperti intensif memanfaatkan bahan kimia (secara kurang bijaksana) atau tidak memanfaatkan bahan kimia sama sekali.

### 3.4. Analisis Siklus Hidup Lingkungan

Studi tentang Analisis Siklus Lingkungan Hidup atau *Life Cycle Assessment* (LCA) menilai dampak lingkungan dari suatu produk, proses dan/atau aktivitas secara menyeluruh, atau dalam istilah populernya adalah dari 'buai hingga kuburan' (*from cradle to grave*). Analisis LCA telah diterapkan untuk menilai dampak lingkungan dari produksi pertanian, termasuk hortikultura (Wainwright, dkk., 2014), produksi susu (Grant dan Hicks, 2018).

Studi-studi LCA menunjukkan bahwa jejak karbon (*carbon footprint*) dari suatu aktivitas pertanian berkaitan dengan berbagai faktor lain (tidak hanya sekadar apakah praktik produksi adalah organik atau non-organik). Sebuah penelitian yang dilakukan oleh sekelompok peneliti Swiss mengulas 34 studi LCA yang



---

mempbandingkan pertanian organik dengan non-organik (Meier, dkk., 2015). Penelitian tersebut menemukan bahwa banyak penelitian memiliki berbagai kelemahan metodologis, misalnya ukuran sampel yang kecil dan ukuran diferensiasi yang tidak memadai dari karakteristik sistem pertanian (terbatas dalam kategori dampak yang dinilai). Pertanian organik diklaim memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan pertanian non-organik, namun hasil penelitian menemukan fakta yang sebaliknya. Pertanian organik ternyata memiliki dampak yang negatif karena menghasilkan eutrofikasi dan pengasaman yang lebih besar, misalnya pada produksi daging (sapi, babi dan unggas organik), tomat, gandum, kacang, dan kentang organik (Meier, dkk., 2015; Clark dan Tilman, 2017; Cappone, dkk., 2022).

Penelitian LCA membuktikan bahwa pendapat populer, yang menyatakan pertanian non-organik memiliki kinerja buruk terhadap lingkungan, ternyata tidak banyak didukung oleh fakta empiris. Banyak generalisasi terkait keunggulan pertanian organik bagi lingkungan ternyata tidak mampu menghadapi evaluasi yang ketat. Sebuah studi LCA menyimpulkan bahwa dampak lingkungan dari praktik pertanian organik dan non-organik pada dasarnya tidak berbeda untuk per unit produk (Chatzisyneon, dkk., 2017).

Studi lain yang dilakukan di Australia menemukan bahwa pertanian organik membutuhkan energi langsung yang lebih besar dan menghasilkan emisi yang lebih tinggi (emisi terkait energi dan emisi gas rumah kaca) daripada pertanian non-organik (Wood, dkk., 2006). Hal yang serupa ditemukan oleh studi di Republik Ceko bahwa produk dari pertanian organik mengonsumsi energi langsung 1,7 kali lebih besar dibandingkan produk konvensional (Redlichová, dkk., 2021). Pertanian organik tampak menguntungkan, misalnya dalam evaluasi pelepasan gas rumah kaca, ketika unit analisis adalah area produksi. Jika unit analisis yang digunakan adalah per kilokalori produk makanan atau per kilogram produk pertanian, operasi pertanian non-organik menunjukkan jejak karbon yang lebih kecil (Basset-Mens, dkk., 2007). Sebuah studi bahkan menemukan bahwa pertanian stroberi organik menghasilkan

jejak karbon 46 persen lebih tinggi dibandingkan stroberi non-organik (Redlichová, dkk., 2021). Salah satu kontributor utama dampak lingkungan dari produksi organik adalah pengaruh pengangkutan kompos, pupuk kandang, dan bahan organik lainnya, yang dibutuhkan dalam volume besar per hektare (Redlichová, dkk., 2021).

Studi yang membandingkan produksi susu organik dengan susu non-organik menyatakan bahwa produksi susu organik mendapatkan tantangan yang serius terutama ketika 'harga' dimasukkan sebagai salah satu 'variabel' dalam perbandingan. Selain harga produk akhir yang umumnya lebih mahal, produksi susu organik juga telah terbukti memiliki potensi pengasaman di tingkat *on-farm* dan potensi pemanasan global (per kilogram produk) yang lebih tinggi daripada produksi susu sapi non-organik (Flysjö, dkk., 2012). Peternakan susu organik menghasilkan emisi amonia, metana, dan nitrat yang lebih tinggi daripada peternakan susu non-organik (untuk per kilogram susu yang dihasilkan). Konsentrasi metana pada kotoran ternak organik lebih tinggi karena ternak organik lebih banyak mengonsumsi pakan berserat seperti rumput (Datta, dkk., 2013). Produksi susu organik, karena ternak perlu dilepas di padang rumput, membutuhkan lahan yang lebih luas (untuk per kilogram susu yang dihasilkan) daripada produksi susu non-organik (Schwendel, dkk., 2015).

### 3.5. Jejak Karbon dan Perubahan Iklim

Hasil-hasil studi yang membandingkan antara pertanian non-organik dan organik sering memperlihatkan keuntungan yang berbeda untuk kriteria lingkungan yang berbeda. Hal ini menimbulkan diskusi dan/atau perdebatan lanjutan tentang prioritas lingkungan yang harus didahulukan bagi masyarakat. Banyak pendukung lingkungan memprioritaskan perubahan iklim, sebagai tantangan utama lingkungan yang dihadapi dunia saat ini, karena dampaknya yang sulit dipulihkan dan luas bagi masyarakat dan ekosistem (Masson-Delmotte, dkk., 2021). Mitigasi perubahan iklim merupakan target lingkungan spesifik, di antara tujuh belas tujuan pembangunan berkelanjutan, yang diadopsi oleh Perserikatan Bangsa-bangsa (IPCC, 2018).

Salah satu strategi mitigasi perubahan iklim adalah mengurangi jejak karbon (*carbon footprints*) secara signifikan dengan membatasi penggunaan bahan bakar fosil (Jaiswal dan Agrawal, 2020). Produksi gandum organik menghasilkan sekitar 30 g lebih sedikit CO<sub>2-eq</sub> per 0,67 kg tepung terigu (1 kg roti) daripada produksi gandum non-organik ketika produk menempuh jarak transportasi yang sama (Meisterling, dkk., 2009).

Produksi gandum non-organik menghasilkan jejak karbon yang lebih besar karena pemanfaatan nitrogen sintetis selama budidaya. Jika gandum organik diangkut dengan jarak yang lebih jauh daripada gandum non-organik, setiap keuntungan terkait pengurangan jejak karbon menjadi kurang relevan (Meisterling, dkk., 2009).

Sebagian besar pertanian organik menggunakan pupuk kandang yang merupakan campuran sampah organik, sisa pakan, dan kotoran ternak. Pupuk kandang (dan kompos) dapat memberikan nutrisi bagi tanaman (termasuk zat gizi mikro), meningkatkan struktur tanah dan kapasitasnya untuk menahan air, dan mengendalikan nematoda parasit dengan menjaga keseimbangan mikroorganisme dalam tanah (Jannoura, dkk., 2014; Yadav, dkk., 2013; Ma, dkk., 2021). Permasalahannya adalah peternakan (terutama sapi yang diambil daging dan susunya) menghasilkan emisi gas rumah kaca atau metana (CH<sub>4</sub>) sebesar 14,5 persen dari total emisi yang disebabkan oleh aktivitas manusia (Awasthi, dkk., 2019). Permasalahan akan bertambah besar jika tujuannya adalah menghasilkan pangan organik bagi 8 miliar penduduk dunia saat ini (United Nations, 2022). Peningkatan penggunaan pupuk kandang akan identik dengan ekspansi populasi ternak yang luar biasa.

Norman Borlaug, seorang pemenang Hadiah Nobel Perdamaian yang berkontribusi besar dalam peningkatan hasil panen melalui varietas tanaman yang lebih baik, pernah mengevaluasi penggunaan pupuk berbahan organik. Ia menyatakan bahwa, di lahan budidaya yang tersedia saat ini, bahan organik (baik itu kotoran hewan dan manusia maupun bahan organik lainnya) yang tersedia di seluruh dunia masih tidak akan cukup untuk produksi

bahan pangan bagi lebih dari empat miliar orang. Hal itu hanya akan mungkin jika lahan pertanian diperluas secara 'dramatis' (Pollock, 2007). Pada saat penduduk dunia mencapai 6,2 miliar orang, maka populasi ternak perlu ditingkatkan hampir sepuluh kali lipat (misalnya, sapi dari 1,5 miliar ekor ke 10 miliar ekor) (Pollock, 2007). Jika hal itu terjadi, produksi pangan organik berbasis pupuk kandang akan meningkatkan emisi gas rumah kaca (metana) dalam jumlah yang sangat besar. Studi-studi lain menyimpulkan bahwa ketergantungan pada pupuk kandang memperburuk masalah pengasaman tanah dan eutrofikasi (Mohamad, dkk., 2014) serta meningkatkan risiko kontaminasi air permukaan dan air tanah oleh nitrat dan fosfat (Goldan, dkk., 2023). Pupuk kandang tidak direkomendasikan digunakan 100 persen, tetapi hanya perlu 40 persen untuk mencukupi kebutuhan nitrogen dan fosfor bagi tanaman (untuk mencegah pengasaman tanah), namun tanaman tetap membutuhkan unsur kalium dari sumber lain (Cai, dkk., 2021)

### 3.6. Desertifikasi dan Degradasi Lahan

Perubahan iklim bukan satu-satunya tantangan ekologis yang bersifat global. PBB tampaknya telah menyadari hal tersebut dan melakukan Konvensi untuk Memerangi Desertifikasi (*the United Nations Convention to Combat Desertification*). Konvensi tersebut bertujuan untuk memfasilitasi penatagunaan lahan serta memerangi degradasi dan desertifikasi di seluruh dunia (Johnson, dkk., 2006). Lahan yang terdegradasi di seluruh dunia sangat bervariasi, mulai dari 1 hingga 6 miliar hektare (Gupta, 2019). Sebuah studi yang melakukan penilaian sistematis menyatakan bahwa produktivitas beberapa lahan di berbagai tempat di dunia telah menurun hingga 50 persen karena erosi tanah dan desertifikasi sehingga merugikan dunia sekitar US\$400 miliar per tahun, atau sekitar US\$70 per orang per tahun (Eswaran, dkk., 2019). Desertifikasi dialami oleh 33 persen permukaan tanah di bumi ini dan memengaruhi lebih dari satu miliar orang (yang setengahnya berada di Afrika) (Eswaran, dkk., 2019).

Beberapa studi menunjukkan bahwa pengurangan gangguan pada lapisan atas tanah adalah yang paling penting, misalnya

---

dengan mengurangi pengolahan tanah secara mekanis dan menurunkan intensitas penggembalaan ternak (Michel, dkk., 2013; Chiquoine, dkk., 2016; Li, dkk., 2021; Solgi, dkk., 2020). Sebuah studi yang melakukan serangkaian percobaan di daerah semi-kering menemukan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik dalam erosi tanah (sebelum budidaya dan setelah panen) antara pertanian organik dan non-organik (Tanner, dkk., 2016). Studi lain menemukan bahwa lahan yang telah digunakan untuk pertanian organik sering kali lebih rentan terhadap erosi angin dibandingkan lahan pertanian non-organik yang tidak ada pembajakan atau praktik lain yang merusak tutupan vegetatif pada tanah (Katra, dkk., 2016).

Studi yang melakukan analisis LCA untuk membandingkan pertanian zaitun organik dan non-organik menyimpulkan bahwa keberhasilan penatagunaan lahan tampaknya lebih dipengaruhi oleh cara dan/atau metode pengolahan tanah (apakah mekanis atau non-mekanis) daripada jenis *input* ke tanah tersebut (apakah bahan organik atau non-organik) (Mohamad, dkk., 2014). Tutupan vegetasi yang memadai juga merupakan hal yang penting dalam penatagunaan lahan (Ruiz-Colmenero, dkk., 2013). Pengendalian erosi tanah pada akhirnya merupakan fungsi dari metode olah tanah (misalnya, tanpa pembajakan) dan penerapan praktik pencegahan erosi (seperti pembuatan terasering dan penanaman vegetasi tutupan lahan). Dampak *input* yang digunakan pada budidaya pertanian (organik atau kimia) tampaknya menjadi relatif kurang penting dalam kasus ini (Tal, 2018).

### 3.7. Pandangan Pragmatis untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan

Para *supporter* pertanian organik dan non-organik masih berdebat dan kadang kala mencapai tingkat yang ekstrem, di mana keduanya saling menunjukkan kasus yang menjadi argumen untuk mendiskreditkan satu sama lain. Walaupun pertanian organik berpotensi ramah terhadap lingkungan, pertanian non-organik juga memiliki alternatif praktik produksi yang dapat membawa ke keberlanjutan yang lebih baik. Penggunaan pupuk kimia sintetis yang tidak tepat dan

berlebihan memang dapat menyebabkan polusi sumber air yang parah, namun sistem irigasi tetes (yang telah ada selama empat puluh tahun) menawarkan mekanisme pengiriman nutrisi (bagi tanah dan tanaman) yang lebih efisien (Jamrey dan Nigam 2018; Bansal, dkk., 2021).

Pertanian non-organik yang dikelola dengan baik (misalnya, dengan sistem irigasi tetes) dapat menghasilkan kontaminasi nitrat pada tingkat yang rendah. Pertanian organik (yang tergantung pada pupuk kompos untuk menyediakan nutrisi) sebaliknya telah terbukti menyebabkan tingkat polusi air tanah yang lebih besar daripada pertanian non-organik (yang menggunakan irigasi tetes) jika keduanya beroperasi dalam keadaan yang sebanding (Tal, 2018). Suatu argumen akan keliru jika menyatakan bahwa pertanian organik (misalnya, peternakan ayam organik) selalu membahayakan sumber air, dan pertanian non-organik (dengan pupuk kimia sintetis) selalu menghasilkan lebih sedikit kontaminasi pada air tanah (dibandingkan aplikasi pupuk kandang). Argumen yang lebih tepat adalah, jika suatu daerah memiliki akuifer (lapisan di bawah tanah yang mengandung dan dapat mengalirkan air) dengan kadar nitrat yang tinggi, sistem irigasi tetes berpotensi menawarkan pendekatan yang lebih berkelanjutan (Tal, 2018).

Keputusan strategis tentang produksi pangan harus pragmatis dan berbasis fakta, mengingat banyaknya manusia yang membutuhkan pangan di seluruh dunia. Transisi besar-besaran ke pertanian organik tampaknya bukan cara terbaik untuk meningkatkan kinerja lingkungan bagi sistem pangan global (Tal, 2018). Sebuah studi, yang melakukan penilaian terhadap 742 sistem pertanian dan lebih dari 90 makanan yang khas, menyimpulkan bahwa pergeseran pola konsumsi menuju pangan berdampak (lingkungan) rendah dan peningkatan efisiensi (penggunaan *input*) pertanian akan menawarkan manfaat lingkungan yang lebih besar daripada beralih dari sistem pertanian non-organik ke sistem alternatif (seperti pertanian organik atau peternakan yang sapinya hanya diberi makan rumput) (Clark dan Tilman, 2017).

Sejumlah penelitian mengevaluasi tantangan besar yang dihadapi oleh para petani

---

di Sub-Sahara Afrika (Tadesse, dkk., 2019; Raimi, dkk., 2017; Ittersum, dkk., 2016). Rekomendasi yang diberikan, dalam rangka mencapai ketahanan pangan di benua tersebut, adalah pergeseran ke arah sistem pertanian dengan *input* yang lebih tinggi untuk menciptakan lompatan kuantum hasil panen. Pertanian di Afrika sangat rentan terhadap serangan hama, dan penggunaan bahan kimia yang tepat dan hati-hati dapat mencegah kegagalan panen. Para petani Afrika direkomendasikan menggunakan '*Amiran farmer kits*' yang berisi paket lengkap (pupuk sintetis, pestisida, benih yang sesuai, dan paket irigasi keluarga), dan hasilnya memuaskan (The East African, 2012). *Amiran farmer kits* diperkenalkan tahun 2011 dan tetap berlangsung sampai sekarang. Satu paket *Amiran* diperuntukkan untuk lahan seluas seperdelapan hektare (Ozor, dkk., 2018).

Sebuah artikel penelitian yang berjudul '*Facing food insecurity in Africa: Why, after 30 years of work in organic agriculture, I am promoting the use of synthetic fertilizers and herbicides in small-scale staple crop production*' mencapai kesimpulan bahwa produksi tanaman secara organik tidak layak untuk petani lokal skala kecil di Tanzania Afrika, karena kurangnya keahlian petani dan kurangnya lahan yang diperlukan untuk mencapai hasil yang setara dengan pertanian non-organik (Lotter, 2015). Jagung adalah tanaman yang dominan ditanam oleh para petani kecil Tanzania. Kebutuhan jagung akan nitrogen cukup besar, sehingga perlu manajemen kesuburan tanah yang memadai yang sulit dicapai dengan sistem organik (Lotter, 2015). Pendekatan yang paling hemat biaya dan berkelanjutan adalah metode kombinasi yang disebut sebagai 'revolusi hijau organik' di mana perhatian dipusatkan pada konservasi lahan (pengolahan tanah tanpa pembajakan) dan penggunaan herbisida (yang diberikan dengan penyemprot ransel). Metode kombinasi ini berhasil meningkatkan hasil panen jagung secara signifikan. Pengendalian erosi juga dapat efektif dan tanah memiliki kemampuan yang meningkat (sampai lima kali lipat) dalam hal penangkapan air hujan (Lotter, 2015). Studi menyimpulkan bahwa risiko penggunaan glifosat (herbisida untuk mengendalikan gulma) secara substansial sebanding dengan manfaat peningkatan ketahanan pangan dan

keberlanjutan sistem tanaman (Lotter, 2015). Kesimpulan studi tersebut sejalan dengan pandangan pragmatis yang akhir-akhir ini disuarakan untuk meningkatkan hasil pertanian melalui penerapan strategi intensifikasi berkelanjutan (Haggar, dkk., 2021; Jhariya, dkk., 2021).

Strategi ini telah mendapatkan banyak perhatian sehingga FAO menganjurkannya sebagai tema kebijakan sentral, terutama bagi negara-negara yang rawan pangan (Xie, dkk., 2019). Anjuran PBB tersebut tampaknya didorong oleh fakta bahwa hasil panen yang rendah, terutama di Afrika, disebabkan oleh kurangnya *input* (non-organik) pada pertanian skala kecil (McArthur dan McCord, 2017). Petani Afrika, misalnya di Kenya, yang mencoba memproduksi sayuran organik produktivitasnya lebih rendah karena kesulitan memperoleh pupuk organik (pupuk kandang) dan kurangnya pelatihan tentang pestisida organik (Canwat, dkk., 2021).

Pertanian organik biasanya dipromosikan sebagai praktik pertanian yang sesuai dengan petani kecil (dikelola keluarga), bertanggung jawab secara sosial, dan sadar lingkungan. Pada awal gerakan makanan organik promosi tersebut cukup intens, dan saat ini produksi makanan organik dicitrakan sebagai stereotip praktik produksi yang ramah lingkungan (dengan gambaran interaksi simbiosis yang intim antara petani dengan tanaman dan ternak yang dicintainya). Banyak petani di dunia ini (baik organik maupun non-organik) tentu saja mencintai kebun, tanaman, dan ternaknya, dan masih mewujudkan cita-cita untuk memproduksi pangan yang harmonis dengan lingkungan. Namun, saat pertanian organik telah menjadi bisnis besar, banyak pihak memanfaatkannya menjadi keuntungan tanpa memedulikan berbagai hasil studi yang justru merekomendasikan ke arah yang berlawanan (Tal, 2018). Nilai perdagangan produk organik mencapai 80 miliar dolar pada tahun 2015, dan tren permintaan saat ini menunjukkan bahwa pasar organik akan bertambah besar pada tahun-tahun mendatang (Willer, dkk., 2018).

Sebuah studi, sekitar dua puluh tahun yang lalu, telah menyatakan bahwa pertumbuhan eksplosif dalam industri pertanian organik

---

adalah dampak dari proliferasi pendatang baru (bisnis) yang berusaha untuk menangkap ceruk pasar/*market niche* yang menguntungkan dan bersembunyi di balik produk dan label organik (Buck, dkk., 1997). Ekspansi pertanian organik tidak hanya didorong oleh kekuatan pasar seperti yang terjadi di Amerika Serikat, tetapi juga disebabkan oleh kebijakan pemerintah seperti yang dilakukan oleh Uni Eropa dan Cina (Veldstra, dkk., 2014; Qiao, dkk., 2019). Salah satu permasalahan yang timbul adalah fenomena yang menggambarkan bahwa pertanian organik telah bergeser menjadi tidak ramah terhadap lingkungan. Para peneliti menyebut fenomena ini sebagai 'konvensionalisasi' pertanian organik seperti yang ditemukan di Amerika Serikat, Jerman, Spanyol, Italia, dan Portugal (García, dkk., 2018; Dalmoro, 2021; Dinis, dkk., 2015).

Para peneliti menemukan bahwa terdapat penurunan kesadaran lingkungan yang cenderung makin luas dari praktik pertanian organik. Sebuah studi bahkan dengan tegas menyimpulkan bahwa, dengan adanya fenomena tersebut, praktik pertanian organik tidak lagi memberikan dividen yang diharapkan bagi lingkungan (McGee dan Alvarez, 2016).

Fenomena tersebut mengkhawatirkan karena pertanian organik pada umumnya lebih besar (terutama dari luas lahan dan/atau skala usaha) daripada pertanian non-organik. Misalnya di Eropa, rata-rata kepemilikan lahan untuk operasi pertanian organik mencapai 41 hektare, lebih dari dua kali rata-rata lahan untuk pertanian non-organik (European Commission, 2023). Di Amerika Serikat, pertanian dalam skala besar (lebih dari 100 hektare) lebih berkontribusi terhadap pemenuhan kebutuhan produk makanan organik bersertifikat di negara tersebut dibandingkan pertanian kecil (kurang dari 25 hektare) (Stephenson, dkk., 2017).

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berkontribusi pada literatur yang masih memperdebatkan keunggulan pertanian organik versus pertanian non-organik. Penelitian ini didasari argumen bahwa pertanian organik tidak memiliki keunggulan absolut dibandingkan pertanian non-organik, begitu pula sebaliknya. Pertanian non-organik, jika dikelola dengan baik, justru memiliki keunggulan

relatif dibandingkan pertanian organik. Dengan demikian, argumen yang menyatakan bahwa seluruh pertanian non-organik perlu diubah menjadi organik adalah tidak tepat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa memang banyak praktik pertanian non-organik yang perlu diubah karena kekhawatiran tentang dampaknya yang negatif bagi kesehatan dan lingkungan. Namun, pertanian non-organik yang hati-hati, dijalankan secara berkelanjutan, dapat menghindari risiko bahaya terhadap kesehatan dan lingkungan yang sering dikaitkan dengan pertanian *input* (kimia) tinggi. Pertanian non-organik yang dijalankan secara bertanggung jawab berpotensi menyebabkan lebih sedikit kerusakan lingkungan dibandingkan pertanian organik skala besar. Berbagai studi, yang membandingkan dampak pertanian organik dan non-organik terhadap lingkungan, hasilnya sangat bervariasi karena perbedaan sistem yang dibandingkan dan metode penelitian yang digunakan. Menanam pangan secara organik mempunyai dampak positif terhadap lingkungan, dengan potensi manfaat yang tidak dapat disangkal seperti: mengurangi kehilangan unsur hara (melalui pencucian nitrogen), mengurangi emisi nitrat dan amonia, dan mengurangi kebutuhan energi (per satuan luas). Namun, pertanian organik membutuhkan lahan yang lebih luas dengan potensi eutrofikasi dan pengasaman yang lebih tinggi per unit produk.

Penelitian ini memiliki 3 (tiga) kesimpulan. Pertama, peningkatan wawasan tentang pertanian organik dan non-organik (yang dikelola secara berkelanjutan) sangat penting bagi para pembuat kebijakan. Setiap kebijakan pertanian perlu memiliki kriteria dan/atau indikator yang tidak hanya fokus pada pilar berkelanjutan (sosial, ekonomi dan lingkungan) tetapi juga mempertimbangkan efisiensi (misalnya, rasio antara hasil produksi dan luas lahan). Kedua, Tidak semua orang di dunia dapat memenuhi kebutuhan pangannya, namun jumlah manusia terus bertambah. Dengan demikian, keputusan strategis terkait produksi pangan harus lebih pragmatis dan berbasis bukti, daripada sekadar mempertahankan suatu ideologi (misalnya, anti pupuk kimia). Ketiga, penghapusan total bahan kimia tidak boleh menjadi tujuan fungsional kebijakan pertanian, baik di tingkat nasional

maupun global. Berbagai hasil studi memberikan pelajaran terpenting yang dapat diambil yaitu bahwa manajemen produksi yang baik akan lebih menentukan bagaimana sifat dampak pertanian pada lingkungan (daripada jenis *input* pertanian itu sendiri). Manajemen pertanian yang baik akan lebih berkontribusi pada lingkungan dan umat manusia dibandingkan ideologi pertanian yang ekstrem, seperti intensif memanfaatkan bahan kimia (tetapi kurang bijaksana) atau tidak memanfaatkan bahan kimia sama sekali.

Penelitian ini tidak didasari ideologi bahwa pertanian non-organik selalu lebih baik (lebih efisien dan efektif) dibandingkan pertanian organik. Penelitian ini justru menyarankan kepada penelitian berikutnya bahwa, daripada berpegang teguh pada ideologi tertentu, analisis perlu difokuskan kepada bagaimana praktik berkelanjutan (yang meningkatkan kinerja ekonomi, sosial, dan lingkungan) dapat diintegrasikan ke dalam sistem pertanian organik dan non-organik yang ada. Penelitian berikutnya perlu fokus pada peningkatan kesejahteraan manusia (kecukupan pangan) melalui manajemen pertanian yang efektif di lahan yang terbatas sehingga layak secara ekonomi (efisien) dan kritis secara ekologi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alexandratos, N. and J. Bruinsma. 2012. World Agriculture Towards 2030/2050 The 2012 Revision Proof Copy. *ESA Working paper* 12. (12): 146. <http://www.fao.org/economic/esa>.
- Alfani, G., V. Gierok, and F. Schaff. 2022. Economic Inequality in Preindustrial Germany, ca. 1300–1850. *Journal of Economic History*. 82 (1): 87–125. <https://doi.org/10.1017/S0022050721000607>.
- Alfani, G. and C. Ó Gráda. 2018. The timing and Causes of Famines in Europe. *Nature Sustainability*. 1 (6): 283–88. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0078-0>.
- Awasthi, M.K., S. Sarsaiya, S. Wainaina, K. Rajendran, S. Kumar, W. Quan, Y. Duan, S. K. Awasthi, H. Chen, A. Pandey, Z. Zhang, A. Jain, and M. J. Taherzadeh. 2019. A Critical Review of Organic Manure Biorefinery Models Toward Sustainable Circular Bioeconomy: Technological Challenges, Advancements, Innovations, and Future Perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 111: 115–31. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.017>.
- Bai, S., X. Zhang, C. Han, and D. Yu. 2023. Research on the Influence Mechanism of Organic Food Attributes on Customer Trust. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15086733>.
- Bansal, G., A. Mahajan, A. Verma, and D. B. Singh. 2021. A Review on Materialistic Approach to Drip Irrigation System. *Materials Today: Proceedings*. 46: 10712–17. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.546>.
- Barbieri, P., S. Pellerin, V. Seufert, L. Smith, N. Ramankutty, and T. Nesme. 2021. Global Option Space for Organic Agriculture Is Delimited by Nitrogen Availability. *Nature Food*. 2 (5): 363–72. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00276-y>.
- Basset-Mens, C., H. M.G. van der Werf, P. Robin, Th Morvan, M. Hassouna, J. M. Paillat, and F. Vertès. 2007. Methods and Data for the Environmental Inventory of Contrasting Pig Production Systems. *Journal of Cleaner Production*. 15 (15): 1395–1405. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.03.009>.
- Benbrook, C., S. Kegley, and B. Baker. 2021. Organic Farming Lessens Reliance on Pesticides and Promotes Public Health by Lowering Dietary Risks. *Agronomy*. 11 (7): 1266. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071266>.
- Bernard, J. C., and Y. Liu. 2017. Are Beliefs Stronger than Taste? A Field Experiment on Organic and Local Apples. *Food Quality and Preference*. 61: 55–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.05.005>.
- Bilali, H. E., C. Callenius, C. Strassner, and L. Probst. 2019. Food and nutrition security and sustainability transitions in food systems. *Food and Energy Security*. 8 (2): e00154. <https://doi.org/10.1002/fes3.154>.
- Bostan, I., M. Onofrei, A. F. Gavriluță, C. Toderascu, and C. M. Lazăr. 2019. An Integrated Approach to Current Trends in Organic Food in the EU. *Foods*. 8 (5): 144. <https://doi.org/10.3390/foods8050144>.
- Bozza, A., C. Campi, S. Garelli, E. Ugazio, and L. Battaglia. 2022. Current regulatory and market frameworks in green cosmetics: The role of certification. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 30: 100851. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100851>.
- Brightling, J. 2018. Ammonia and the fertiliser industry: The development of ammonia at Billingham. *Johnson Matthey Technology Review*. 62 (1): 32–47. <https://doi.org/10.1595/205651318X696341>.
- Buck, D., C. Getz, and J. Guthman. 1997. From Farm to Table: The Organic Vegetable Commodity Chain of Northern California. *Sociologia Ruralis*. 37 (1): 3–20. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00033>.

- Cai, Z., B. Wang, L. Zhang, S. Wen, M. Xu, T. H. Misselbrook, A. M. Carswell, and S. Gao. 2021. Striking a Balance Between N Sources: Mitigating Soil Acidification and Accumulation of Phosphorous and Heavy Metals from Manure. *Science of the Total Environment*. 754: 142189. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142189>.
- Canwat, V., M. Oelofse, S. Onakuse, and A. de Neergaard. 2021. Agroecological intensification: Can Organic Conversion Improve the Production Efficiency? A Perspective from Smallholder Kale Production Systems Kenya. *Cleaner Environmental Systems*. 3: 100048. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100048>.
- Cappone, E. E., I. Biasato, M. Gariglio, and V. Bongiorno. 2022. *The Use of Live Insect Larvae to Improve Sustainability and Animal Welfare in Organic Chicken Production*. Università Degli Studi Di Torino.
- Carvalho, F. P. 2017. Pesticides, Environment, and Food Safety. *Food and Energy Security*. 6 (2): 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>.
- Chatzisyneon, E., S. Foteinis, and A. G.L. Borthwick. 2017. Life Cycle Assessment of the Environmental Performance of Conventional and Organic Methods of Open Field Pepper Cultivation System. *International Journal of Life Cycle Assessment*. 22 (6): 896–908. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1204-8>.
- Chiquoine, L. P., S.R. Abella, and M. A. Bowker. 2016. Rapidly Restoring Biological Soil Crusts and Ecosystem Functions in A Severely Disturbed Desert Ecosystem. *Ecological Applications*. 26 (4): 1260–72. <https://doi.org/10.1002/15-0973>.
- Clark, M. and D. Tilman. 2017. Comparative Analysis of Environmental Impacts of Agricultural Production Systems, Agricultural Input Efficiency, and Food Choice. *Environmental Research Letters*. 12 (6): 64016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>.
- Clercq, M. D., A. Vats, and A. Biel. 2018. Agriculture 4.0: the Future of Farming Technology. *World Government Summit*. February: 30.
- Connor, D. J. 2022. Relative Yield of Food and Efficiency of Land-Use in Organic Agriculture - A Regional Study. *Agricultural Systems*. 199: 103404. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103404>.
- Costa, C. A., R.P.F. Guiné, D.V.T.A. Costa, H. E. Correia, and A. Nave. 2018. Pest Control in Organic Farming. *Organic Farming: Global Perspectives and Methods*. 41–90. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813272-2.00003-3>.
- Cunningham, S. A., S. J. Attwood, K. S. Bawa, T. G. Benton, L. M. Broadhurst, R. K. Didham, S. McIntyre, I. Perfecto, M.J. Samways, T. Tscharnke, J. Vandermeer, M.A. Villard, A. G. Young, and D. B. Lindenmayer. 2013. To close the yield-gap while saving biodiversity will require multiple locally relevant strategies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 173: 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.007>.
- Curvelo, I. C. G., E. A. de M. Watanabe, and S. Alfinito. 2019. Purchase Intention of Organic Food under the Influence of Attributes, Consumer Trust and Perceived Value. *Revista de Gestão*. 26 (3): 198–211. <https://doi.org/10.1108/REG-01-2018-0010>.
- Dahan, O., A. Babad, N. Lazarovitch, E. E. Russak, and D. Kurtzman. 2014. Nitrate Leaching from Intensive Organic Farms to Groundwater. *Organic Agricultural Practices: Alternatives to Conventional Agricultural Systems*. 18 (1): 309–30. <https://doi.org/10.1201/b17368-23>.
- Dalmoro, M. 2021. Between Conventionalization and Emancipation: Present and Future Paths for Organic Food market organization. *Future Foods: Global Trends, Opportunities, and Sustainability Challenges*. 527–538. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91001-9.00019-0>.
- Datta, A., J.B. Yeluripati, D. R. Nayak, K. R. Mahata, S. C. Santra, and T. K. Adhya. 2013. Seasonal Variation of Methane Flux from Coastal Saline Rice Field with the Application of Different Organic Manures. *Atmospheric Environment*. 66: 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.06.008>.
- Davis, H., A. Magistrali, G. Butler, and S. Stergiadis. 2022. Nutritional Benefits from Fatty Acids in Organic and Grass-Fed Beef. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods11050646>.
- Delmas, M. A., O. Gergaud, and J. Lim. 2016. Does Organic Wine Taste Better? An Analysis of Experts' Ratings. *Journal of Wine Economics*. 11 (3): 329–354. <https://doi.org/10.1017/jwe.2016.14>.
- Denver, S., T. Christensen, J. Nordström, K. Ditlevsen, J. D. Jensen, and P. Sandøe. 2022. Dietary Priorities and Consumers' Views of the Healthiness of Organic Food: Purity or Flexibility? *Organic Agriculture*. 12 (2): 163–175. <https://doi.org/10.1007/s13165-022-00396-0>.
- Dinis, I., L. Ortolani, R. Bocci, and C. Brites. 2015. Organic agriculture values and practices in Portugal and Italy. *Agricultural Systems*. 136: 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.007>.
- Tufa, D.E. and T. L. Megento. 2022. Conversion of

- Farmland to Non-agricultural Land Uses in Peri-urban Areas of Addis Ababa Metropolitan City, Central Ethiopia. *GeoJournal*. 87 (6): 5101–5115. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10553-9>.
- Erkkola, M., S. M. Kinnunen, H. R. Vepsäläinen, J. M. Meinilä, L. Uusitalo, H. Konttinen, H. Saarijärvi, M. Fogelholm, and J. Nevalainen. 2022. A Slow Road from Meat Dominance to More Sustainable Diets: an Analysis of Purchase Preferences Among Finnish Loyalty-Card Holders. *PLoS Sustainability and Transformation*. 1 (6): e0000015. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000015>.
- Ernstoff, A., Q. Tu, M. Faist, A. Del Duce, S. Mandlebaum, and J. Dettling. 2019. Comparing the Environmental Impacts of Meatless and Meat-Containing Meals in the United States. *Sustainability*. 11 (22): 6235. <https://doi.org/10.3390/su11226235>.
- Eswaran, H., R. Lal, and P. F. Reich. 2019. Land degradation: an overview. *Response to land degradation*. 20–35.
- European Commission. 2023. *Organic Farming in the EU: A Decade of Organic Growth*. European Commission, DG Agriculture and Rural Development, Brussels.
- Fan, Y., Q. Yao, Y. Liu, T. Jia, J. Zhang, and E. Jiang. 2022. Underlying Causes and Co-existence of Malnutrition and Infections: An Exceedingly Common Death Risk in Cancer. *Frontiers in Nutrition*. 9: 814095. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.814095>.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO. 2019. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2019: Safeguarding against economic slowdowns and downturns*. Rome, Italy: Rome, FAO.
- Fikry, A. M., K. S. Radhi, M. A. S. Abourehab, T. A. M. Abou Sayed-Ahmed, M. M. Ibrahim, F. S. Mohsen, N. A. Abdou, A. A. Omar, I. E. Elesawi, and M. T. El-Saadony. 2022. Effect of Inorganic and Organic Nitrogen Sources and Biofertilizer on Murcott Mandarin Fruit Quality. *Life*. 12 (12): 2120. <https://doi.org/10.3390/life12122120>.
- Flysjö, Anna., C. Cederberg, M. Henriksson, and S. Ledgard. 2012. The interaction between Milk and Beef Production and Emissions From Land Use Change - Critical Considerations an Life Cycle Assessment and Carbon Footprint Studies of Milk. *Journal of Cleaner Production*. 28: 134–42. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.046>.
- Fonseca, C. R., G. B. Paterno, D. L. Guadagnin, E. M. Venticinque, G. E. Overbeck, G. Ganade, J. P. Metzger, J. Kollmann, J. Sauer, and M. Z. Cardoso. 2021. Conservation Biology: Four Decades of Problem-and Solution-Based Research. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 19 (2): 121–30.
- Freyer, B., J. Bingen, and M. Klimek. 2015. Ethics in the Organic Movement. *International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics*. 22: 13–39. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9190-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9190-8_2).
- Gamage, A., R. Gangahagedara, J. Gamage, N. Jayasinghe, N. Kodikara, P. Suraweera, and O. Merah. 2023. Role of Organic Farming for Achieving Sustainability in Agriculture. *Farming System*. 1 (1): 100005.
- Gandharum, L., D. M. Hartono, A. Karsidi, and M. Ahmad. 2022. Monitoring Urban Expansion and Loss of Agriculture on the North Coast of West Java Province, Indonesia, Using Google Earth Engine and Intensity Analysis. *Scientific World Journal*. 2022: 3123788. <https://doi.org/10.1155/2022/3123788>.
- Garcia, J. M. and P. Teixeira. 2017. Organic Versus Conventional Food: a Comparison Regarding Food Safety. *Food Reviews International*. 33 (4): 424–46. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1196490>.
- Garnett, T. 2014. Three Perspectives On Sustainable Food Security: Efficiency, Demand Restraint, Food System Transformation. What Role For Life Cycle Assessment?. *Journal of Cleaner Production*. 73 (Juni): 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.045>.
- Getaneh, G., A. Mebrat, A. Wubie, and H. Kendie. 2016. Review on Goat Milk Composition and Its Nutritive Value. *Journal of Nutrition and Health Sciences* 3 (4): 1–10.
- Ghosh, D., K. Brahmachari, M. Skalický, D. Roy, A. Das, S. Sarkar, D. Moulick, M. Brestič, V. Hejnak, P. Vachova, M.M. Hassan, and A. Hossain. 2022. The Combination of Organic and Inorganic Fertilizers Influence the Weed Growth, Productivity and Soil Fertility Of Monsoon Rice. *PLoS ONE* 17. (1 January): e0262586. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262586>.
- Goel, R., P. Debbarma, P. Kumari, D. C. Sual, S. Kumar and B. S. Mahapatra. 2021. Assessment of Soil Chemical Quality, Soil Microbial Population and Plant Growth Parameters under Organic and Conventional Rice–Wheat Cropping System. *Agricultural Research*. 10 (2): 193–204. <https://doi.org/10.1007/s40003-020-00499-8>.
- Goldan, E., V. Nedeff, N. Barsan, M. Culea, M. Panainte-Lehadus, E. Mosnegutu, C. Tomozei, D. Chitimus, and O. Irimia. 2023. Assessment of Manure Compost Used as Soil Amendment; a Review. *Processes*. <https://doi.org/10.3390/>



pr11041167.

- Gomiero, T. 2018. Food Quality Assessment in Organic vs. Conventional Agricultural Produce: Findings and Issues. *Applied Soil Ecology*. 123: 714–28. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.014>.
- Gould, D., A. Compagnoni, and G. Lembo. 2019. Organic Aquaculture: Principles, Standards and Certification. *Organic Aquaculture: Impacts and Future Developments*. 1–22.
- Grant, C. A. and A. L. Hicks. 2018. Comparative Life Cycle Assessment of Milk and Plant-Based Alternatives. *Environmental Engineering Science*. 35 (11): 1235–47. <https://doi.org/10.1089/ees.2018.0233>.
- Gupta, G. S. 2019. Land Degradation and Challenges of Food Security. *Review of European Studies*. 11 (1): 63. <https://doi.org/10.5539/res.v11n1p63>.
- Gustova, T. V. 2022. Aspects of Life Cycle in Its Projection Onto Production of Meat and Meat-Containing Canned Food: Systematic Review. *Theory and Practice of Meat Processing*. 7 (3): 200–213. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2022-7-3-200-213>.
- Haggar, J., V. Nelson, R. Lamboll, and J. Rodenburg. 2021. Understanding and Informing Decisions on Sustainable Agricultural Intensification in Sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1818483>.
- Hazell, P. 2020. Importance of Smallholder Farms as a Relevant Strategy to Increase Food Security. *The Role of Smallholder Farms in Food and Nutrition Security*. 29–43. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42148-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42148-9_3).
- He, Y., X. Yang, J. Xia, L. Zhao, and Y. Yang. 2016. Consumption of Meat and Dairy Products in China: A review. *Proceedings of the Nutrition Society*. 75 (3): 385–91. <https://doi.org/10.1017/S0029665116000641>.
- Inclán, D. J., P. Cerretti, D. Gabriel, T. G. Benton, S. M. Sait, W. E. Kunin, M. A.K. Gillespie, and L. Marini. 2015. Organic Farming Enhances Parasitoid Diversity at the Local and Landscape Scales. *Journal of Applied Ecology*. 52 (4): 1102–9. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12457>.
- IPCC. 2018. *Summary for Policymakers*. In: *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Pover*. *Global Warming of 1.5°C*. Cambridge University Press. [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781009157940%23prf2/type/book\\_part](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781009157940%23prf2/type/book_part).
- Itelima, J.U., W.J. Bang, I.A. Onyimba, M.D. Sila, and O.J. Egbere. 2018. Bio-fertilizers as Key Player in Enhancing Soil Fertility and Crop Productivity: A Review. *Journal of Microbiology*. 2 (1): 74–83.
- Ittersum, M., K. V., L. G. J. van Bussel, J. Wolf, P. Grassini, J. van Wart, N. Guilpart, L. Claessens, Hugo de Groot, K. Wiebe, D. Mason-D’Croz, H. Yang, H. Boogaard, P.A. J. van Oort, M. P. van Loon, K. Saito, O. Adimo, S. Adjei-Nsiah, A. Agali, Abdullahi Bala, R. Chikowo, K. Kaizzi, M. Kouressy, J.H. J. R. Makoi, K. Ouattara, K. Tesfaye, and K. G. Cassman. 2016. Can sub-Saharan Africa feed itself? *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 113 (52): 14964–69.
- Jaiswal, B. and M. Agrawal. 2020. *Carbon Footprints of Agriculture Sector BT - Carbon Footprints: Case Studies from the Building, Household, and Agricultural Sectors*. 81–99. Singapore: Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-7916-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-13-7916-1_4).
- Jamrey, P K, and G. K. Nigam. 2018. Performance Evaluation of Drip Irrigation Systems. *The Pharma Innovation Journal*. 7 (1): 346–48.
- Jannoura, R., R. G. Joergensen, and C. Bruns. 2014. Organic Fertilizer Effects on Growth, Crop Yield, and Soil Microbial Biomass Indices in Sole and Intercropped Peas and Oats Under Organic Farming Conditions. *European Journal of Agronomy*. 52: 259–70. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.001>.
- Javed, S. A., and D. Cudjoe. 2022. A Novel Grey Forecasting of Greenhouse Gas Emissions from Four Industries of China and India. *Sustainable Production and Consumption*. 29: 777–90. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.11.017>.
- Jayaraj, R., P. Megha, and P. Sreedev. 2016. Review Article. Organochlorine Pesticides, their Toxic Effects on Living Organisms and their Fate in The Environment. *Interdisciplinary Toxicology*. 9 (3–4): 90–100. <https://doi.org/10.1515/intox-2016-0012>.
- Jhariya, M. K. R. S. Meena, and A. Banerjee. 2021. Ecological Intensification of Natural Resources Towards Sustainable Productive System. *Ecological Intensification of Natural Resources for Sustainable Agriculture*. [https://doi.org/10.1007/978-981-33-4203-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-33-4203-3_1).
- Johnson, P. M., K. Mayrand, and M. Paquin. 2006. The United Nations Convention to Combat Desertification in Global Sustainable Development Governance. In *Governing Global Desertification. Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation*. 1–10. Routledge.

- Jordaan, S. M., E. Romo-Rabago, R. McLeary, L. Reidy, J. Nazari, and I. M. Herremans. 2017. The Role of Energy Technology Innovation in Reducing Greenhouse Gas Emissions: a Case Study of Canada. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 78: 1397–1409. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.162>.
- Kaizer, J., M. Ješkovský, J. Kvasniak, J. Zeman, J. Pánik, and P. P. Povinec. 2022. Elemental Composition of Organic and Non-Organic Foods Determined by PIXE. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 331 (3): 1249–59. <https://doi.org/10.1007/s10967-022-08188-2>.
- Katra, I., A. Gross, N. Swet, Smadar Tanner, H. Krasnov, and A. Angert. 2016. Substantial Dust Loss of Bioavailable Phosphorus from Agricultural Soils. *Scientific Reports*. 6 (1): 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep24736>.
- Klaus, V. H., T. Kleinebecker, D. Prati, M. M. Gossner, F. Alt, S. Boch, S. Gockel, A. Hemp, M. Lange, J. Müller, Y. Oelmann, E. Pašalić, S. C. Renner, S. A. Socher, M. Türke, W.W. Weisser, M. Fischer, and N. Hölzel. 2013. Does Organic Grassland Farming Benefit Plant and Arthropod Diversity at the Expense of Yield and Soil Fertility?. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 177: 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.05.019>.
- Knezevic, I., A. Blay-Palmer, and C. J. Clause. 2023. Recalibrating Data on Farm Productivity: Why We Need Small Farms for Food Security. *Sustainability*. 15 (19): 14479.
- Kolbert, E. 2014. *The sixth extinction: An unnatural history*. A&C Black. New York: USA.
- Kumar, A., H. Willer, N. Ravisankar, and A. Kumar. 2023. Current Scenario of Organic Farming Worldwide. In *Transforming Organic Agri-Produce Into Processed Food Products: Post-COVID-19 Challenges and Opportunities*. 1–24. CRC Press.
- Lambin, E. F. and P. Meyfroidt. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 108 (9): 3465–72. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>.
- Lee, H. J. and Y. Zee-Sun. 2015. Consumers' Perceptions of Organic Food Attributes and Cognitive and Affective Attitudes as Determinants of Their Purchase Intentions Toward Organic Food. *Food Quality and Preference*. 39: 259–67. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.06.002>.
- Lefebvre, M., S. R. H. Langrell, and S. Gomez-Paloma. 2015. Incentives and Policies for Integrated Pest Management in Europe: A Review. *Agronomy for Sustainable Development*. 35: 27–45.
- Leinonen, I., A. G. Williams, J. Wiseman, J. Guy, and I. Kyriazakis. 2012. Predicting the Environmental Impacts of Chicken Systems in the United Kingdom through a Life Cycle Assessment: Egg Production Systems. *Poultry Science*. 91 (1): 26–40. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01635>.
- Li, M., P. He, X.L. Guo, X. Zhang, and L. J. Li. 2021. Fifteen-year no tillage of a Mollisol with Residue Retention Indirectly Affects Topsoil Bacterial Community by Altering Soil Properties. *Soil and Tillage Research*. 205: 104804. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104804>.
- Lotter, D. 2015. Facing food insecurity in Africa: Why, after 30 Years of Work in Organic Agriculture, I Am Promoting the Use of Synthetic Fertilizers and Herbicides in Small-Scale Staple Crop Production. *Agriculture and Human Values*. 32 (1): 111–18.
- Lykogianni, M., E. Bempelou, F. Karamaouna, and K. A. Aliferis. 2021. Do Pesticides Promote or Hinder Sustainability in Agriculture? The Challenge of Sustainable Use of Pesticides in Modern Agriculture. *Science of The Total Environment*. 795: 148625. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148625>.
- Ma, D., L. Yin, W. Ju, X. Li, X. Liu, X. Deng, and S. Wang. 2021. Meta-Analysis of Green Manure Effects on Soil Properties and Crop Yield in Northern China. *Field Crops Research*. 266: 108146.
- Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, and M. I. Gomis. 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 2*.
- McArthur, J. W. and G. C. McCord. 2017. Fertilizing growth: Agricultural Inputs and Their Effects in Economic Development. *Journal of Development Economics*. 127: 133–52. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.02.007>.
- McGee, J. and C. Alvarez. 2016. Sustaining without Changing: The Metabolic Rift of Certified Organic Farming. *Sustainability*. 8 (2): 115. <https://doi.org/10.3390/su8020115>.
- McLellan, R., L. Iyengar, B. Jeffries, and N. Oerlemans, (Eds). 2014. *Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places*. *World Wildlife Fund International*. WWF International.
- Mditshwa, A. L. S. Magwaza, S. Zeray Tesfay, and N. Mbili. 2017. Postharvest Quality and Composition of Organically and Conventionally Produced

- Fruits: A Review. *Scientia Horticulturae*. 216: 148–59. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.12.033>.
- Meier, M. S., F. Stoessel, N. Jungbluth, R. Juraske, C. Schader, and M. Stolze. 2015. Environmental Impacts of Organic and Conventional Agricultural Products - Are The Differences Captured by Life Cycle Assessment? *Journal of Environmental Management*. 149: 193–208. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.006>.
- Meisterling, K., C. Samaras, and V. Schweizer. 2009. Decisions to Reduce Greenhouse Gases from Agriculture and Product Transport: LCA Case Study of Organic and Conventional Wheat. *Journal of Cleaner Production*. 17 (2): 222–30. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.009>.
- Michel, P., Ian J. Payton, W. G. Lee, and Heinjo J. During. 2013. Impact of Disturbance on Above-Ground Water Storage Capacity of Bryophytes in New Zealand Indigenous Tussock Grassland Ecosystems. *New Zealand Journal of Ecology*. 37(1): 114–26.
- Mie, A., H. R. Andersen, S. Gunnarsson, J. Kahl, E. Kesse-Guyot, E. Rembiałkowska, G. Quaglio, and P. Grandjean. 2017. Human Health Implications of Organic Food and Organic Agriculture: A Comprehensive Review. *Environmental Health: A Global Access Science Source*. 16 (1): 111. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0315-4>.
- Mohamad, R. S., V. Verrastro, G. Cardone, M.R. Bteich, M. Favia, M. Moretti, and R. Roma. 2014. Optimization of Organic and Conventional Olive Agricultural Practices from a Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing Perspectives. *Journal of Cleaner Production*. 70: 78–89. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.033>.
- Muller, A., C. Schader, N. El-Hage Scialabba, J. Brüggemann, A. Isensee, Karl-Heinz Erb, P. Smith, P. Klocke, F. Leiber, M. Stolze, and U. Niggli. 2017. Strategies for Feeding the World More Sustainably with Organic Agriculture. *Nature Communications*. 8 (1): 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>.
- Nelson, E., A. R. Lincy, K. Ravichandran, and U. Antony. 2019. The impact of the Green Revolution on Indigenous Crops of India. *Journal of Ethnic Foods*. 6 (1): 1–10. <https://doi.org/10.1186/s42779-019-0011-9>.
- Niemiec, M., M. Chowaniak, J. Sikora, A. Szelag-Sikora, Z. Gródek-Szostak, and M. Komorowska. 2020. Selected Properties of Soils for Long-Term Use in Organic Farming. *Sustainability (Switzerland)*. 12 (6): 2509. <https://doi.org/10.3390/su12062509>.
- OECD, dan FAO. 2017. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026*. OECD Publishing.
- Ozor, N., Nwobodo, C., Baiyeri, P., and Enete, A. 2018. Controlled environment agriculture in Africa: Benefits, challenges and the political economy. *Agriculture Development*, 34(38).
- Parwada, C. and J. Chipomho. 2023. Role of Vermicompost in Organic Vegetable Production Under Resource-Constrained Famers in Zimbabwe. In *Vermicomposting for Sustainable Food Systems in Africa*. 213–25. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-8080-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-981-19-8080-0_13).
- Pedro, A. C., M. C. Sánchez-Mata, M. L. Pérez-Rodríguez, M. Cámara, J. L. López-Colón, F. Bach, M. Bellettini, and C. W. I. Haminiuk. 2019. Qualitative and Nutritional Comparison of Goji Berry Fruits Produced in Organic and Conventional Systems. *Scientia Horticulturae*. 257: 108660. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108660>.
- Phalan, B., R. Green, and A. Balmford. 2014. Closing Yield Gaps: Perils and Possibilities for Biodiversity Conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 369 (1639): 20120285. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0285>.
- Pollock, J. 2007. Green Revolutionary. *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.com/2007/12/18/270625/green-revolutionary/>.
- Popa, M. E., A. C. Mitelut, E. E. Popa, A. Stan, and V. L. Popa. 2019. Organic Foods Contribution to Nutritional Quality and Value. *Trends in Food Science and Technology*. 84: 15–18. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.003>.
- Prache, S, B. Lebret, E. Baéza, B. Martin, J. Gautron, C. Feidt, F. Médale, G. Corraze, M. Raulet, F. Lefèvre, V. Verrez-Bagnis, and P. Sans. 2022. Review: Quality and Authentication of Organic Animal Products in Europe. *Animal*. 16: 100405. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100405>.
- Pravana, N. K., S. Piryani, S. P. Chaurasiya, R. Kawan, R. K. Thapa, and S. Shrestha. 2017. Determinants of Severe Acute Malnutrition among Children under 5 Years of Age in Nepal: A Community-Based Case-Control Study. *BMJ Open*. 7 (8): e017084. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017084>.
- Qiao, Y. F. Martin, X. He, H. Zhen, and X. Pan. 2019. The Changing Role of Local Government in Organic Agriculture Development in Wanzai County, China. *Canadian Journal of Development Studies*. 40 (1): 64–77. <https://doi.org/10.1080/2255189.2019.1520693>.
- Rahmah, D. M., A. S. Putra, R. Ishizaki, R. Noguchi, and T. Ahamed. 2022. A Life Cycle Assessment

- of Organic and Chemical Fertilizers for Coffee Production to Evaluate Sustainability toward the Energy–Environment–Economic Nexus in Indonesia. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14073912>.
- Rahmann, G., M. R. Ardakani, P. Bärberi, H. Böhm, S. Canali, M. Chander, W. David, L. Dengel, and J. Nuutila 2017. Organic Agriculture 3.0 is innovation with research. *Organic Agriculture*. 7 (3): 169–97. <https://doi.org/10.1007/s13165-016-0171-5>.
- Raimi, A., R. Adeleke, and A. Roopnarain. 2017. Soil Fertility Challenges and Biofertilizer as A Viable Alternative for Increasing Smallholder Farmer Crop Productivity in sub-Saharan Africa. *Cogent Food and Agriculture*. 3 (1): 1400933. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1400933>.
- Ramakrishnan, B., N. R. Maddela, K. Venkateswarlu, and M. Megharaj. 2021. Organic Farming: Does It Contribute to Contaminant-Free Produce and Ensure Food Safety?. *Science of the Total Environment*. 769: 145079. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145079>.
- García, M. R., G. I. Guzmán, and M. G. De Molina. 2018. Dynamics of Organic Agriculture in Andalusia: Moving toward conventionalization?. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 42 (3): 328–59. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1394415>.
- Redlichová, R., G. Chmelíková, I. Blažková, E. Svobodová, and I. N. Vanderpuje. 2021. Organic Food Needs More Land and Direct Energy to be Produced Compared to Food from Conventional Farming: Empirical Evidence from the Czech Republic. *Agriculture (Switzerland)*. 11 (9): 813. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE11090813>.
- Richetin, J., V. Caputo, E. Demartini, M. Conner, and M. Perugini. 2022. Organic food labels bias food healthiness perceptions: Estimating healthiness equivalence using a Discrete Choice Experiment. *Appetite*. 172: 105970. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.105970>.
- Ruiz-Colmenero, M., R. Bienes, D. J. Eldridge, and M. J. Marques. 2013. Vegetation cover reduces erosion and enhances soil organic carbon in a vineyard in the central Spain. *Catena*. 104: 153–60. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.11.007>.
- Sans, P. dan P. Combris. 2015. World Meat Consumption Patterns: An Overview of the Last Fifty Years (1961–2011). *Meat Science*. 109: 106–11. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.012>.
- Sarukhán, J., A. Whyte, R. Hassan, R. Scholes, N. Ash, S. T. Carpenter, P. L. Pingali, E. M. Bennett, M. B. Zurek, and K. Chopra. 2005. *Millennium ecosystem assessment: Ecosystems and human well-being*. World Resource Institute: Washington, DC, USA.
- Schurr, U. 2020. Food security and healthy nutrition in the context of the bioeconomy. *Bioeconomy for Beginners*. 67–75. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60390-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60390-1_3).
- Schwendel, B. H., T. J. Wester, P. C.H. Morel, M. H. Tavendale, C. Deadman, N. M. Shadbolt, and D. E. Otter. 2015. Corrigendum to Invited review: Organic and Conventionally Produced Milk-An Evaluation of Influence Factors on Milk Composition. *Journal of Dairy Science*. 98 (4):2831. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-98-4-2831>.
- Setboonsarng, S. and E. E. Gregorio. 2017. Achieving Sustainable Development Goals Through Organic Agriculture: Empowering Poor Women to Build The Future. *ADB Southeast Asia Working Paper Series*. 2 (15): 1–26. <http://www.adb.org/publications/corrigenda%0Awww.adb.org>.
- Seufert, V., N. Ramankutty, and J. A. Foley. 2012. Comparing the Yields of Organic and Conventional Agriculture. *Nature*. 485 (7397):229–32. <https://doi.org/10.1038/nature11069>.
- Shrestha, J., S. Subedi, K. P. Timsina, S. Subedi, M. Pandey, A. Shrestha, S. Shrestha, and M. A. Hossain. 2021. Sustainable Intensification in Agriculture: an Approach for Making Agriculture Greener and Productive. *Journal of Nepal Agricultural Research Council*. 7: 133–50. <https://doi.org/10.3126/jnarc.v7i1.36937>.
- Singh, M. 2021. Organic farming for sustainable agriculture. *Indian Journal of Organic Farming* .1 (1): 1–8.
- Solgi, A., A. Najafi, D. S. Page-Dumroese, and E. K. Zenner. 2020. Assessment of Topsoil Disturbance Caused by Different Skidding Machine Types Beyond the Margins of the Machine Operating Trail. *Geoderma*. 367: 114238. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114238>.
- Spinoni, J., J. Vogt, G. Naumann, H. Carrao, and P. Barbosa. 2015. Towards Identifying Areas at Climatological Risk of Desertification using the Köppen-Geiger Classification and FAO Aridity Index. *International Journal of Climatology*. 35 (9): 2210–22. <https://doi.org/10.1002/joc.4124>.
- Średnicka-Tober, D., M. Barański, C. Seal, R. Sanderson, C. Benbrook, H. Steinshamn, J. Gromadzka-Ostrowska, E. Rembiałkowska, K. Skwarło-Sońta, M. Eyre, G. Cozzi, M. K. Larsen,

- T. Jordon, U. Niggli, T. Sakowski, P. C. Calder, G. C. Burdge, S. Sotiraki, A. Stefanakis, H. Yolcu, S. Stergiadis, E. Chatzidimitriou, G. Butler, G. Stewart, and C. Leifert. 2016. Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*. 115 (6): 994–1011. <https://doi.org/DOI: 10.1017/S0007114515005073>.
- Stappen, F. V., A. Lories, M. Mathot, V. Planchon, D. Stilmant, and F. Debode. 2015. Organic Versus Conventional Farming: The Case of Wheat Production in Wallonia (Belgium). *Agriculture and Agricultural Science. Procedia* 7: 272–79. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.12.047>.
- Stephenson, G. L. Gwin, C. Schreiner, and S. Brown. 2017. *Breaking new ground: Farmer perspectives on organic transition*. Oregon State University: Corvallis, OR, USA.
- Tadesse, W., Z. Bishaw, and S. Assefa. 2019. Wheat Production and Breeding in Sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities in the Face of Climate Change. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 11 (5):696–715. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-02-2018-0015>.
- Tal, A. 2018. Making conventional agriculture environmentally friendly: Moving beyond the glorification of organic agriculture and the demonization of conventional agriculture. *Sustainability (Switzerland)*. 10 (4):1078. <https://doi.org/10.3390/su10041078>.
- Tanner, S., I. Katra, A. Haim, and E. Zaady. 2016. Short-term Soil Loss by Eolian Erosion in Response to Different Rain-Fed Agricultural Practices. *Soil and Tillage Research*. 155: 149–56. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.08.008>.
- Tarabella, A., A. Masoni, and S. Tessitore. 2019. Birth of Organic Agriculture and Development of an 'Organic' Market. *Food Products Evolution: Innovation Drivers and Market Trends*. 41–57.
- Thakur, N., S. Kaur, P. Tomar, T. Kaur, R. Devi, A. N. Yadav, S. Thakur, N. Tyagi, R. Thakur, and D. K. Mehta. 2022. Organic Agriculture for Agro-Environmental Sustainability. In *Trends of Applied Microbiology for Sustainable Economy*. 699–735. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91595-3.00018-5>.
- The East African. 2012. *Farmers take to Amiran Farmer Kit for better yields*. <https://www.theeastafrican.co.ke/rwanda/Business/Farmers-take-to-Amiran-FarmerKit-for-better-yields-/1433224-1470894-12go4j1z/index.html>.
- Timsina, J. 2018. Can organic sources of nutrients increase crop yields to meet global food demand?. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy8100214>.
- Tollefson, J. 2017. World's Carbon Emissions Set to Spike by 2% in 2017. *Nature*. 551 (7680):283–283. <https://doi.org/10.1038/nature.2017.22995>.
- Tscharntke, T., I. Grass, T. C. Wanger, C. Westphal, and P. Batáry. 2021. Beyond Organic Farming – Harnessing Biodiversity-Friendly Landscapes. *Trends in Ecology and Evolution*. 36 (10): 919–30. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010>.
- United Nations. 2022. *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. UN DESA/POP/2022/TR/NO.3. Department of Economic and Social Affairs, People Division, the United Nations.
- UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). 2017. *The Global Land Outlook*. 1st ed. UNCCD: Bonn, Germany.
- Veldstra, M. D., C. E. Alexander, and M.I. Marshall. 2014. To Certify or Not to Certify? Separating the Organic Production and Certification Decisions. *Food Policy*. 49 (P2):429–36. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.05.010>.
- Wagenberg, C. P.A. Van, Y. De Haas, H. Hogeveen, M. M. Van Krimpen, M. P.M. Meuwissen, C. E. Van Middelaar, and T. B. Rodenburg. 2017. Animal Board Invited Review: Comparing conventional and organic livestock production systems on different aspects of sustainability. *Animal*. 11(10):1839–51. <https://doi.org/10.1017/S175173111700115X>.
- Wainwright, H., C. Jordan, and H. Day. 2014. Environmental impact of production horticulture. *Horticulture: Plants for People and Places*. 1: 503–22. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8578-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8578-5_15).
- Wang, Siliang, and S. Tan. 2023. Land Protection Policies. In *Land Policy in China: Issues, Analysis and Implications* (pp. 217-256). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Wang, X. 2022. Managing Land Carrying Capacity: Key to Achieving Sustainable Production Systems for Food Security. *Land*. 11 (4): 484. <https://doi.org/10.3390/land11040484>.
- Wilhoit, L. 2018. History of Pesticide Use Reporting in California. *ACS Symposium Series*.1283:1–14. <https://doi.org/10.1021/bk-2018-1283.ch001>.
- Willer, H. and J. Lernoud. 2018. *The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends 2017*. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International. Bonn, Germany.
- Willer, H., J. Lernoud, and L. Kemper. 2018. *The World of Organic Agriculture 2018*. Research

---

Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International. Bonn, Germany.

- Wood, R., M. Lenzen, C. Dey, and S. Lundie. 2006. A Comparative Study of Some Environmental Impacts of Conventional and Organic Farming in Australia. *Agricultural Systems*. 89 (2–3): 324–48.
- Xie, H., Y. Huang, Q. Chen, Y. Zhang, and Q. Wu. 2019. Prospects for Agricultural Sustainable Intensification: A Review of Research. *Land*. 8 (11): 157. <https://doi.org/10.3390/land8110157>.
- Yadav, S. K., S. Babu, M. K. Yadav, K. Singh, G. S. Yadav, and S. Pal. 2013. A Review of Organic Farming for Sustainable Agriculture in Northern India. *International Journal of Agronomy*. 2013: 1–8. <https://doi.org/10.1155/2013/718145>.
- Young, O. R. 2014. The Effectiveness of International Environmental Regimes: Existing Knowledge, Cutting-Edge Themes, and Research Strategies. *Advances in International Environmental Politics*. 108 (50): 273–99. <https://doi.org/10.1057/9781137338976>.
- Younie, D. and T. Baars. 2019. Organic Grassland: Principles, Practices and Potential. In *Grasslands: Developments Opportunities Perspectives*, pp. 207–232. CRC Press, Boca Raton Florida the United State.
- Yu, X., L. Guo, G. Jiang, Y. Song, and M. A. Muminov. 2018. Advances of Organic Products over Conventional Productions with Respect to Nutritional Quality and Food Security. *Acta Ecologica Sinica*. 38 (1):53–60. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.01.009>.

**BIODATA PENULIS:**

**Muhammad Ibnu** dilahirkan di Kota Bandar Lampung 18 Mei 1979. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Agribisnis di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2001 dan S2 *Development and Rural Innovation* di *Wageningen University* pada tahun 2009 serta menyelesaikan Doktor *Sustainability and Science* dari *Maastricht University* Belanda pada tahun 2017.