



TANTANGAN PRODUKSI PERTANIAN TERHADAP KELANGKAAN AIR DAN KETERSEDIAAN LAHAN PERTANIAN DI MASA DEPAN

VISTA ULI SIHOMBING¹, ULIDESI SIADARI²

^{1,2} Program Studi Agribisnis, Universitas Satya Terra Bhinneka
Email corresponding: vistasihombing@satyaterrabhinneka.ac.id

ABSTRAK

This research aims to analyze the challenges of future agricultural production in terms of water scarcity and the availability of agricultural land while exploring strategies that can be applied to address these challenges. The study employs a systematic literature review approach with a sample of 30 journals from various developed and developing countries. These journals span publication years from 2000 to 2021. Further investigation by reading the abstracts of each selected journal was conducted to ensure their relevance to the research objectives.

The research findings indicate that water scarcity and the availability of agricultural land are significant factors influencing the sustainability of agricultural production. The absence of these inputs can have a substantial impact on meeting global demand. Factors such as extreme climate change, land conversion, population growth, and increased demand for agricultural products contribute to water scarcity and the limited availability of agricultural land. Strategies employed to address these issues involve a combination of policy measures and environmental prevention and adaptation strategies, such as wastewater and saline water management for irrigation, the use of superior crop varieties, changes in crop intensity, improved weather forecasting for farmers, and crop diversification. Moreover, to combat the shrinking availability of agricultural land, several strategies can be implemented, including optimizing land-use intensity, increasing the crop yield index, and formulating policies related to land-use conversion.

Keywords: water scarcity, agricultural land, agricultural production.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang diakibatkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca menimbulkan ancaman yang lebih besar dibandingkan decade sebelumnya karena suhu yang lebih tinggi, ketersediaan air yang lebih sedikit di wilayah yang paling membutuhkan dan kejadian cuaca ekstrem yang lebih sering dan intens (FAO, 2009). Akibat perubahan iklim yang ekstrem menyebabkan dua pertiga makhluk hidup menghadapi kelangkaan air bersih dan akan berdampak pada produksi pertanian. Kelangkaan air menimbulkan kekhawatiran besar terhadap masa depan umat manusia yang berkelanjutan dan pelestarian fungsi ekosistem yang penting. Selain itu, pada konteks peningkatan populasi, dampak ini bisa menjadi lebih dramatis.

Perkembangan populasi yang semakin pesat diiringi dengan terjadi perubahan iklim yang ekstrem, menyebabkan terjadinya tekanan bagi produksi hasil pertanian.

Secara khusus, perubahan iklim telah menimbulkan banyak kekhawatiran mengenai dampaknya terhadap produksi pertanian global di masa depan (Lobell & Field, 2007; Schlenker & Lobell, 2010; Schmidhuber & Tubiello, 2007). Selain itu, adanya peningkatan produksi pangan global juga sangat diperlukan untuk menghilangkan kelaparan dan mengamankan pangan bagi populasi dunia yang kian bertambah (UN, 2012). Studi terbaru menunjukkan bahwa produksi pangan global perlu untuk ditingkatkan sebesar 50% pada tahun 2050 (mengalami kenaikan dari tahun 2013) (FAO, 2015).

Di sisi lain, perubahan penggunaan lahan juga semakin mendapat perhatian karena hubungannya yang erat dengan perubahan iklim global dan ketahanan pangan global (Gomiero, 2016). Secara umum, perubahan penggunaan lahan pertanian sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pertumbuhan penduduk, urbanisasi, harga produk pertanian dan perdagangan dunia serta kebijakan penggunaan lahan (Rahman, 2010). Penurunan intensitas penggunaan lahan pertanian dan pengabaian terhadap lahan pertanian menimbulkan tantangan tambahan bagi keamanan penyediaan pangan dan pelestarian ekosistem alam (Hossain et al., 2020; Karlen et al., 2014; Ramankutty et al., 2018).

Dewasa ini telah terjadi di beberapa negara perubahan penggunaan lahan pertanian baik perluasan perkotaan pada lahan pertanian maupun intensitas penggunaan lahan pertanian yang mempengaruhi produksi pertanian (Azadi et al., 2012; Hualou & Jian, 2010; Jiang et al., 2012). Sifat dan besarnya hubungan keduanya secara langsung mempengaruhi produksi pertanian dan penyediaan pangan dan mungkin berdampak lebih jauh terhadap pola lahan pertanian suatu negara. Misalnya di Indonesia sekitar satu juta hektar lahan subur dalam lima tahun terakhir telah diubah menjadi Kawasan perkotaan guna memenuhi tuntutan Pembangunan industry dan infrastruktur yang semakin meningkat (Halim et al., 2007).

Dampak negative terhadap lingkungan dapat diakibatkan oleh perubahan penggunaan lahan atau intensifikasi pertanian, termasuk emisi gas rumah kaca, penurunan kualitas tanah, penggunaan sumber daya air yang langka, dan hilangnya keanekaragaman hayati (Smith et al., 2013). Oleh karena itu, salah satu tantangan utama untuk meningkatkan produksi pertanian tersebut adalah terkendalinya kelangkaan air dan ketersediaan lahan pertanian yang mencukupi. Secara lebih spesifik, penelitian ini bertujuan untuk (1) Menganalisis tantangan produksi pertanian di masa depan yang ditinjau dari kelangkaan air dan ketersediaan lahan pertanian, (2) mengeksplorasi strategi yang dapat diterapkan dalam menghadapi tantangan tersebut.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode systematic literatur review dalam menjawab tujuan penelitian dari literatur yang relevan terhadap topik penelitian (Rousseau et al. 2008; (Pickering & Byrne, 2014). Keseluruhan literatur yang relevan sesuai dengan topik penelitian akan diidentifikasi, dievaluasi dan disintesis dalam serangkaian proses sistematis (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015; Pickering & Byrne, 2014; Suprehatin, 2021). Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam metodologi tersebut adalah sebagai berikut: Pertama, mengidentifikasi pertanyaan penelitian. Pertanyaan penelitian dari penelitian ini adalah: Bagaimana tantangan produksi pertanian saat ini terhadap adanya ketersediaan sumber daya yang kurang mencukupi? Bagaimana strategi yang dapat diterapkan dalam menghadapi tantangan produksi pertanian tersebut?

Kedua, mencari dan mengidentifikasi studi yang relevan menggunakan database seperti Google Scholar, Science Direct, Emerald, Springer, Taylor & Francis. Pencarian kata kunci utama terkait dengan topik kajian yang digunakan dalam penelitian ini seperti kelangkaan air, ketersediaan lahan pertanian, tantangan pertanian saat ini dan produksi pertanian. Tahap selanjutnya dilakukan penelusuran lebih lanjut dengan membaca abstrak dari setiap jurnal yang telah dipilih dengan tujuan untuk memastikan bahwa jurnal yang dipilih benar-benar memiliki keterkaitan dengan poin penting diatas. Setelah membaca abstrak dari semua literatur, dipilih 30 jurnal internasional yang selanjutnya akan dibahas pada penelitian ini. Jurnal-jurnal tersebut memiliki rentang tahun terbit antara 2000 sampai 2021. Proses ini juga didasarkan pada tujuan penelitian yang meninjau konteks tantangan produksi pertanian dan strategi dalam menganani tantangan tersebut. Variabel signifikan diidentifikasi di antara banyaknya penelitian yang telah meneliti tantangan pertanian termasuk kelangkaan air dan ketersediaan lahan.

Ketiga, meringkas dan melaporkan. Analisis sistematik dilakukan untuk meringkas dan menganalisis temuan penelitian terkait dengan tantangan produksi pertanian dan strategi yang digunakan dalam menghadapi tantangan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tantangan produksi pertanian masa depan

Adanya perubahan iklim yang ekstrem menyebabkan meningkatnya tantangan produksi pertanian. Perubahan iklim telah mengakibatkan peningkatan rata-rata suhu udara tahunan secara global dan variasi curah hujan regional dan perubahan ini diperkirakan akan terus berlanjut dan semakin intensif di masa depan (Morgan, 2004). Dampak perubahan iklim terhadap kuantitas dan kualitas sumber daya air tanah merupakan hal yang penting secara global karena 1,5-3 miliar orang bergantung pada air tanah sebagai sumber air minum dan irigasi pertanian (Kundzewicz dan Do"ll, 2009). Berdasarkan laporan penilaian IPCC, pengetahuan mengenai pengisian ulang air tanah di negara maju dan berkembang masih terkategori buruk dan ini akan berdampak pada produk hasil pertanian.

Laporan IPCC (2008) memperkirakan bahwa perubahan iklim pada abad mendatang akan mempengaruhi pola curah hujan, aliran sungai dan permukaan laut seluruh dunia. Studi lain menunjukkan bahwa hasil pertanian akan sangat terdampak seratus tahun kedepan karena tingkat perubahan iklim yang belum pernah terjadi sebelumnya ((Thornton et al., 2011) Jarvis et al., 2010. Pada daerah kering dan semi kering, perkiraan penurunan curah hujan pada abad mendatang akan mencapai 20% atau lebih.

Sejauh ini telah banyak perhatian yang telah diberikan sebagai proses antisipatif dan terencana yang dikelola melalui kebijakan baru, inovasi teknologi dan intervensi pembanugnan (Adger et al., 2005). Namun kebijakann dan strategi tersebut masih jauh dari implementasi dan sebagian besar sumber daya air bersih berkurang dengan sangat cepat akibat peningkatan permintaan yang belum pernah terjadi sebelumnya dari sektor domestik, irigasi dan industri. Dampak perubahan iklim seperti menipisnya sumber daya air dan penurunan produksi pertanian telah meningkatkan inflasi pangan secara global dan terdapat banyak kekurangan pangan di negara berkembang pada benua Afrika dan Asia (Misra, 2014).

Meningkatnya permintaan pangan yang semakin meningkat menyebabkan tekanan yang besar terhadap ekosistem bumi. Saat ini, penggunaan lahan telah berkurang kemampuan ekosistemnya (Millenium ecosystem assessment, 2005). Adanya perubahan penggunaan lahan seringkali menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati, perubahan ketersediaan air, degradasi tanah dan ekosistem serta dampak buruk lainnya (Foley et al., 2005; GLP, 2005; Turner et al., 2007). Misalnya seperti Indonesia, saat ini laju konversi lahan sawah ke non sawah

diperkirakan meningkat berkisar antara 96.512 ha/tahun dan 110.160 ha/tahun (BPS 2003; (Mulyani et al., 2016). Perubahan alih fungsi lahan tersebut dikarenakan tingkat keuntungan yang diperoleh lebih tinggi dari pada menanam produk pertanian yang hasilnya ditentukan oleh alam.

Perubahan konversi lahan pertanian tersebut dapat menimbulkan dampak negative tidak hanya secara ekonomi dan penyediaan pangan tetapi juga secara social, politik dan lingkungan. Konversi lahan pertanian ini menjadi ancaman serius yang bersifat tidak dapat balik (irreversible), kumulatif dan progresif (Irawan, 2016). Selain itu, bertambahnya populasi penduduk perkotaan merupakan faktor utama konversi lahan pertanian menjadi penggunaan lain baik terjadi pada negara berkembang maupun negara maju (Azadi et al., 2011). Tantangan ketersediaan lahan ini terjadi hampir di seluruh tingkat dunia. Menjelang tahun 2030 setidaknya diperlukan lahan untuk pertanian sekitar 125 sampai 416 juta ha, namun di sisi lain untuk perkembangan perkotaan dibutuhkan lahan seluas 30 sampai 87 juta ha (Lambin & Meyfroidt, 2011). Karena ketersediaan lahan merupakan hal terpenting dalam proses produksi hasil pertanian, maka perlu dievaluasi dan dianalisis ketersediaan lahan disertai dengan perubahan iklim yang melatarbelakanginya.

Strategi Menghadapi Tantangan Produksi Pertanian

Adaptasi ruang lingkup pertanian terhadap perubahan iklim mengacu pada penyesuaian sistem pertanian sebagai respon terhadap rangsangan dan kondisi iklim dan non-iklim aktual yang diantisipasi untuk menghindari atau mengurangi risiko terkait (Smith et al., 2000; (IPCC, 2001). Pertanian yang mengalami kelangkaan air memerlukan strategi adaptasi yang inovatif dan berkelanjutan untuk mempertahankan produksi dan produktivitas hasil pertanian yang mencukupi. Adaptasi dan strategi yang dilakukan dapat terjadi pada tingkat yang berbeda mulai dari lokal, nasional hingga global. Adaptasi dan strategi yang dilakukan dapat digunakan pada kegiatan *on-farm* maupun *off-farm*. Praktik pertanian yang dapat dilakukan misalnya dalam hal mekanisasi, adopsi varietas unggul dan penggunaan kemajuan teknologi yang signifikan. Pereira et al., (2002) menilai bahwa pengelolaan irigasi di lahan pertanian termasuk penggunaan air limbah dan air asin yang telah diolah, diversifikasi tanaman serta pengelolaan lahan (Wheaton & Kulshreshtha, 2017), perubahan intensitas tanaman dan peningkatan prakiraan cuaca (Mwinjaka et al., 2010) dapat menjadi strategi yang digunakan dalam menghadapi tantangan kelangkaan air.

Selain itu, sebagian besar literatur menemukan bahwa penggunaan varietas tanaman baru, diversifikasi tanaman, perubahan tanggal tanam, penanam pohon, irigasi, konservasi tanah dan air merupakan langkah-langkah adaptasi dan strategi yang paling umum di bidang pertanian dalam mengatasi perubahan dan variabilitas iklim termasuk kelangkaan air (Deressa et al., 2009; Hisali et al., 2011; Kurukulasuriya & Mandelson, 2018; Mertz et al., 2009). Pada pertanian tadah hujan di dataran tinggi, beberapa peneliti mempertimbangkan bahwa diversifikasi tanaman, perubahan tanggal tanam, konservasi tanah, peningkatan tangkapan air hujan serta penanaman pohon sebagai upaya langkah strategis utama dalam menangani kelangkaan sumber daya air (Gebrehiwot & Van Der Veen, 2013). Langkah-langkah strategi yang dilakukan dapat dilaksanakan secara terpisah atau dikombinasikan dengan kebijakan atau strategi lain. Knowler & Bradshaw (2007) mengkaji bahwa Upaya dan langkah yang dilakukan dalam menghadapi tantangan tersebut perlu disesuaikan dengan kondisi spesifik masing-masing daerah. Nhemachena & Hassan (2007) menemukan bahwa penggunaan varietas tanaman yang berbeda, diversifikasi tanaman, perubahan tanggal tanam, peningkatan penggunaan irigasi merupakan Tindakan yang paling umum dilakukan di wilayah Asia dan Afrika.

Selanjutnya, produksi pertanian juga akan berpengaruh pada kurangnya ketersediaan lahan pertanian. Ditambah lagi meningkatnya populasi sehingga lahan pertanian banyak yang sudah mengalami alih fungsi lahan. Maka perlu tindak lanjut dari setiap aspek untuk menyeimbangkan antara ketersediaan lahan dengan hasil produksi yang diharapkan. Mulyani & Agus (2018) menyatakan bahwa pengelolaan lahan pertanian perlu dioptimalkan dengan menerapkan program intensifikasi, peningkatan indeks pertanaman dan membuat kebijakan terkait dengan alih fungsi lahan.

KESIMPULAN

Perubahan iklim mulai menunjukkan dampaknya terhadap sumber daya air dan hasil pertanian di seluruh dunia. Mayoritas negara-negara di daerah kering dan semi kering sangat bergantung pada curah hujan dan sungai yang berasal dari daerah tropis dan beriklim sedang. Sektor pertanian dan ketahanan pangan akan terancam apabila dampak perubahan iklim termasuk kelangkaan sumber daya air tidak diatasi. Selain itu, terjadinya konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian menyebabkan dampak negative tidak hanya secara ekonomi dan penyediaan pangan tetapi juga secara social, politik dan lingkungan. Ini menjadi tantangan serius yang perlu diperhatikan agar keberlangsungan pemanfaatan lahan pertanian dapat terjaga dengan baik.

Perubahan pola tanam, pemuliaan dan jenis tanaman serta penggunaan teknologi inovatif yang menggunakan lebih sedikit air tidak digunakan dengan baik maka produksi pangan global terutama di daerah yang memiliki perhatian khusus terhadap hal tersebut akan mengalami penurunan. Penerapan daur ulang dan penggunaan kembali air limbah merupakan pilihan yang baik untuk mengatasi dan meminimalisir dampak perubahan iklim terhadap sumber daya air dan hasil pertanian. Selain itu, praktik pertanian yang dapat dilakukan misalnya dalam hal mekanisasi, adopsi varietas unggul dan penggunaan kemajuan teknologi yang signifikan, pengelolaan irigasi di lahan pertanian termasuk penggunaan air limbah dan air asin yang telah diolah, diversifikasi tanaman serta pengelolaan lahan perubahan intensitas tanaman dan peningkatan prakiraan cuaca dapat menjadi strategi yang digunakan dalam menghadapi tantangan kelangkaan air. Disamping itu, untuk mengatasi ketersediaan lahan perlu adanya strategi yang harus diterapkan seperti menerapkan program intensifikasi, peningkatan indeks pertanaman dan membuat kebijakan terkait dengan alih fungsi lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15(2), 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>
- Azadi, H., Ho, P., & Hasfiati, L. (2011). Agricultural land conversion drivers: A comparison between less developed, developing and developed countries. *Land Degradation and Development*, 22(6), 596–604. <https://doi.org/10.1002/ldr.1037>
- Azadi, H., Van Acker, V., Zarafshani, K., & Witlox, F. (2012). Food systems: New-Ruralism versus New-Urbanism. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11), 2224–2226. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5694>

- Boell, S. K., & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being “systematic” in literature reviews in IS. *Journal of Information Technology*, 30(2), 161–173. <https://doi.org/10.1057/jit.2014.26>
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T., & Yesuf, M. (2009). Determinants of farmers’ choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*, 19(2), 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.002>
- FAO. (2009). Harmonized World Soil Database Version 1.1. Food and. *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*, 43. <http://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/en/%0Ahttp://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/en/>
- FAO. (2015). Food self-sufficiency and international trade: a false dichotomy? *Food and Agriculture Organization*, 1–11. <http://www.fao.org/3/a-i5222e.pdf>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Gebrehiwot, T., & Van Der Veen, A. (2013). Farm level adaptation to climate change: The case of farmer’s in the ethiopian highlands. *Environmental Management*, 52(1), 29–44. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0039-3>
- GLP. (2005). Science Plan and Implementation Strategy. *IGBP Report No. 53/IHDP Report No. 19*, 64. www.glp.colostate.edu
- Gomiero, T. (2016). Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Sustainability (Switzerland)*, 8(3), 1–41. <https://doi.org/10.3390/su8030281>
- Halim, R., Clemente, R. S., Routray, J. K., & Shrestha, R. P. (2007). Integration of biophysical and socio-economic factors to assess soil erosion hazard in the upper Kaligarang watershed, Indonesia. *Land Degradation and Development*, 18(4), 453–469. <https://doi.org/10.1002/ldr.774>
- Hisali, E., Birungi, P., & Buyinza, F. (2011). Adaptation to climate change in Uganda: Evidence from micro level data. *Global Environmental Change*, 21(4), 1245–1261. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.07.005>
- Hossain, A., Krupnik, T. J., Timsina, J., Mahboob, M. G., Chaki, A. K., Farooq, M., Bhatt, R., Fahad, S., & Hasanuzzaman, M. (2020). Agricultural Land Degradation: Processes and Problems Undermining Future Food Security. In *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_2
- Hualou, L., & Jian, Z. (2010). Grain production driven by variations in farmland use in China: an analysis of security patterns. *Journal of Resources and Ecology*, 1(1), 60–67.
- IPCC. (2001). Climate Change 2001. Synthesis Report. IPCC Third Assessment Report (TAR):A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Ipcc*, 409. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/>
- Irawan, B. (2016). Konversi Lahan Sawah: Potensi Dampak, Pola Pemanfaatannya, dan Faktor Determinan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 23(1), 1.

<https://doi.org/10.21082/fae.v23n1.2005.1-18>

- Jiang, L., Deng, X., & Seto, K. C. (2012). Multi-level modeling of urban expansion and cultivated land conversion for urban hotspot counties in China. *Landscape and Urban Planning*, 108(2–4), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.08.008>
- Karlen, D. L., Peterson, G. A., & Westfall, D. G. (2014). Soil and Water Conservation: Our History and Future Challenges. *Soil Science Society of America Journal*, 78(5), 1493–1499. <https://doi.org/10.2136/sssaj2014.03.0110>
- Knowler, D., & Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32(1), 25–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.01.003>
- Kurukulasuriya, P., & Mandelson, R. (2018). A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland. In *European Review of Agricultural Economics* (Vol. 45, Issue 1). <https://doi.org/10.1093/erae/jbx023>
- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (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), 3465–3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007). Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, 2(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/1/014002>
- Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A., & Diouf, A. (2009). Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural sahel. *Environmental Management*, 43(5), 804–816. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9197-0>
- Misra, A. K. (2014). Climate change and challenges of water and food security. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 153–165. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.04.006>
- Morgan, M. R. (2004). Climate change 2001. In *Weather* (Vol. 59, Issue 8). <https://doi.org/10.1256/wea.58.04>
- Mulyani, A., & Agus, F. (2018). Kebutuhan dan Ketersediaan Lahan Cadangan Untuk Mewujudkan Cita-Cita Indonesia Sebagai Lumbung Pangan Dunia Tahun 2045. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.21082/akp.v15n1.2017.1-17>
- Mulyani, A., Kuncoro, D., Nursyamsi, D., & Agus, dan F. (2016). Analisis Konversi Lahan Sawah: Penggunaan Data Spasial Resolusi Tinggi Memperlihatkan Laju Konversi yang Mengkhawatirkan. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 40(2), 121–133.
- Mwinjaka, O., Gupta, J., & Bresser, T. (2010). Adaptation strategies of the poorest farmers in drought-prone Gujarat. *Climate and Development*, 2(4), 346–363. <https://doi.org/10.3763/cdev.2010.0058>
- Nhemachena, C., & Hassan, R. (2007). Micro-Level Analysis of Farmers' Adaptation to Climate Change in Southern Africa Centre for Environmental Economics and Policy in Africa (CEEPA) and Rashid Hassan, Centre for Environmental Economics and Policy in Africa (CEEPA). *International Food Policy Research Institute, August*, 1–28.
- Pereira, L. S., Oweis, T., & Zairi, A. (2002). Irrigation management under water scarcity.

Agricultural Water Management, 57(3), 175–206. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00075-6)

- Pickering, C., & Byrne, J. (2014). The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early-career researchers. *Higher Education Research and Development*, 33(3), 534–548. <https://doi.org/10.1080/07294360.2013.841651>
- Rahman, S. (2010). Six decades of agricultural land use change in Bangladesh: Effects on crop diversity, productivity, food availability and the environment, 1948-2006. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31(2), 254–269. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9493.2010.00394.x>
- Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Jarvis, L., Kremen, C., Herrero, M., & Rieseberg, L. H. (2018). Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*, 69, 789–815. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040256>
- Schlenker, W., & Lobell, D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters*, 5(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/1/014010>
- Schmidhuber, J., & Tubiello, F. N. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(50), 19703–19708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>
- Smith, P., Haberl, H., Popp, A., Erb, K. H., Lauk, C., Harper, R., Tubiello, F. N., De Siqueira Pinto, A., Jafari, M., Sohi, S., Masera, O., Böttcher, H., Berndes, G., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E. A., Mbow, C., ... Rose, S. (2013). How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals? *Global Change Biology*, 19(8), 2285–2302. <https://doi.org/10.1111/gcb.12160>
- Suprehatin. (2021). Smallholder Farmers in Developing Countries: *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 40(2019), 21–30.
- Thornton, P. K., Jones, P. G., Ericksen, P. J., & Challinor, A. J. (2011). Agriculture and food systems in sub-Saharan Africa in a 4°C+ world. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1934), 117–136. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0246>
- Turner, B. ., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *106*, 104(128), 20666–20671. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704119104>
- Wheaton, E., & Kulshreshtha, S. (2017). Environmental sustainability of agriculture stressed by changing extremes of drought and excess moisture: A conceptual review. *Sustainability (Switzerland)*, 9(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su9060970>