

KAPASITAS ADAPTIF PETANI MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM: STUDI TERHADAP MASYARAKAT PETANI DI KABUPATEN BREBES

Rustian

Badan Nasional Penanggulangan Bencana
rustianjakarta01@gmail.com

Ahmad Fatkul Fikri

Badan Nasional Penanggulangan Bencana
ahmadfatkulfikri02@gmail.com

Mohammad Afifuddin

Program Studi Sosiologi Universitas Trunojoyo Madura
ahmadfatkulfikri02@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim meningkatkan risiko bagi sektor pertanian melalui pergeseran pola hujan, musim kemarau berkepanjangan, dan kenaikan suhu rata-rata yang menurunkan produksi. Kondisi ini menuntut kapasitas petani kecil untuk beradaptasi, namun kajian mengenai strategi mereka masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas adaptif petani pedesaan terhadap perubahan iklim. Pendekatan kualitatif digunakan melalui wawancara mendalam dengan purposive sampling di lima kecamatan Kabupaten Brebes (5–9 peserta per lokasi), dan data dianalisis menggunakan NVivo 12. Hasil penelitian menunjukkan petani memanfaatkan pengetahuan lokal, seperti membaca tanda alam untuk menentukan waktu tanam, serta keterampilan teknis dalam pengelolaan air dan budidaya. Adaptasi juga dilakukan dengan penggunaan pompa air, benih tahan kekeringan, dan aplikasi cuaca meskipun akses teknologi masih terbatas. Kapasitas kolaboratif terlihat melalui kemitraan dengan penyuluh, LSM, dan forum petani. Studi ini menegaskan pentingnya memperkuat kapasitas internal berbasis komunitas sekaligus dukungan kebijakan yang mengintegrasikan pengetahuan lokal dalam strategi adaptasi iklim.

Kata Kunci: *Kapasitas, Petani Pedesaan, Perubahan Iklim*

Abstract

Climate change increases risks for the agricultural sector through shifting rainfall patterns, prolonged dry seasons, and rising average temperatures that reduce production. These conditions demand strong adaptive capacity among smallholder farmers, yet studies on their strategies remain limited. This research aims to analyze the adaptive capacity of rural farmers in responding to climate change. A qualitative approach was employed through in-depth interviews using purposive sampling in five districts of Brebes Regency (5–9 participants per site), with data analyzed using NVivo 12. Findings show that farmers rely on local knowledge, such as reading natural signs to determine planting times, and technical skills in water management and cultivation practices. Adaptation also includes the use of water pumps, drought-resistant seeds, and weather-based mobile applications, although access to technology remains limited. Collaborative capacity is reflected in partnerships with agricultural extension workers, NGOs, and farmer forums. The study

Article History: Received 24 March 2025, Revised 20 April 2025,
Accepted 15 May 2025, Available online 30 May 2025

Copyright: © 2025. The Author(s).

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

highlights the importance of strengthening community-based internal capacity and policy support that integrates local knowledge into climate adaptation strategies.

Keywords: *Capacity, Rural Farmers, Climate Change*

A. Pendahuluan

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan global terbesar yang dihadapi oleh seluruh masyarakat dunia. Perubahan iklim menimbulkan ancaman yang mengkhawatirkan terhadap masa depan ekosistem, terutama negara kepulauan dan komunitas yang bergantung pada sumber daya alam ¹. Meningkatnya ancaman akibat dampak perubahan iklim merupakan salah satu tantangan paling kompleks yang dihadapi masyarakat saat ini ². Menurut Laporan Penilaian Kelima Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim suhu permukaan rata-rata global akan meningkat dalam kisaran 0,3°C hingga 4,8°C pada tahun 2100 ³. Selain itu, beberapa negara-negara kepulauan berkembang di kawasan Asia Pasifik sebelumnya telah menyampaikan urgensi mengenai kenaikan permukaan air laut dan hilangnya lahan secara bersamaan. Selanjutnya efek rumah kaca juga berkontribusi secara signifikan terhadap prodk domestik bruto, termasuk menurunnya kekayaan alam di negara kepulauan, khususnya negara berkembang. ⁴.

Dalam konteks Indonesia, perubahan iklim telah menjadi masalah serius yang harus segera mendapatkan solusi. Indonesia merupakan negara kepulauan yang rentan terhadap berbagai bencana alam seperti banjir rob, gelombang badai, angin topan, tsunami, banjir bandang, letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dan kekeringan. Bencana-bencana tersebut tidak hanya dipicu oleh fenomena alam tetapi juga dipengaruhi oleh campur tangan manusia; khususnya bencana terkait perubahan iklim (BNPB, 2023). Selain itu, rata-rata permukaan laut di perairan Indonesia meningkat $4,6 \pm 0,4$ mm/tahun, lebih tinggi dibandingkan rata-rata global NOAA, 2022). Penelitian yang

¹ Martiwi Diah Setiawati et al., "Climate Change and Anthropogenic Pressure on Bintan Islands, Indonesia: An Assessment of The Policies Proposed by Local Authorities," *Regional Studies in Marine Science* 66, no. 103123 (2023): 1–15, <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103123>.

² Magnus Bergquist et al., "Experiencing a Severe Weather Event Increases Concern about Climate Change," *Frontiers in Psychology* 10, no. FEB (2019): 1–6, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00220>.

³ IPCC, *Climate Change 2014: Synthesis Report.*, in *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, vol. 9781107025 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015), <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.003>.

⁴ Adelle Thomas et al., "Climate Change and Small Island Developing States," *Annual Review of Environment and Resources* 45 (2020): 1–27, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-083355>.

dilakukan oleh ⁵, menemukan bahwa delapan puluh tiga pulau-pulau kecil dan terluar di Indonesia rawan hilang, yang akan mengakibatkan pergeseran titik pangkal geografis, dan akan menurunkan zona laut Indonesia. Laporan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan Juni 2023, 200 pulau kecil di Indonesia terancam hilang.

Perubahan iklim juga berdampak pada kesehatan masyarakat di negara ini. Kasus penyakit pernapasan, seperti Inspeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) di seluruh kabupaten di Pulau Sumatera mengalami peningkatan ⁶. Penelitian yang dilakukan ⁷ menjelaskan bahwa pada negara yang memiliki kerentanan tinggi terhadap perubahan iklim, menunjukkan bahwa guncangan iklim dapat membatasi kesuburan manusia. Selanjutnya, rata-rata, terjadi peningkatan angka kematian terkait suhu pada skenario emisi tinggi, meskipun terdapat perbedaan geografis yang signifikan ⁸. Temuan-temuan ini menegaskan bahwa perubahan iklim bukan sekadar fenomena lingkungan, melainkan ancaman multidimensional yang secara langsung membahayakan kesehatan, kesejahteraan, dan keberlanjutan kehidupan manusia, khususnya di wilayah-wilayah pedesaan yang sangat tergantung dengan alam.

Perubahan iklim juga berdampak pada sektor pertanian. Produksi padi mengalami fluktuasi sangat signifikan yang diakibatkan oleh perubahan iklim, banjir dan kekeringan ⁹ serta hama dan penyakit ¹⁰. Dalam kasus Indonesia hama dan penyakit menjadi perhatian utama tanaman pangan hingga 40%. Dalam kasus yang parah, hama dan penyakit dapat menyebabkan kerusakan total pada tanaman ¹¹. Produksi beras di

⁵ Ria Tri Vinata et al., "Climate Change and Reconstruction of Indonesia's Geographic Basepoints: Reconfiguration of Baselines and Indonesian Archipelagic Sea Lanes," *Marine Policy* 148, no. October 2022 (2023): 105443, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105443>.

⁶ Truly Santika et al., "Deterioration of Respiratory Health Following Changes to Land Cover and Climate in Indonesia," *One Earth* 6, no. 3 (2023): 290–302, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.02.012>.

⁷ Samuel Sellers and Clark Gray, "Climate Shocks Constrain Human Fertility in Indonesia," *World Development* 117 (2019): 357–69, <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.02.003>.

⁸ Antonio Gasparrini et al., "Projections of Temperature-Related Excess Mortality Under Climate Change Scenarios," *The Lancet Planetary Health* 1, no. 9 (2017): e360–67, [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30156-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30156-0); Camilo Mora et al., "Global Risk of Deadly Heat," *Nature Climate Change* 7, no. 7 (2017): 501–6, <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>; Nicholas H. Wolff et al., "The Effect of Deforestation and Climate Change on All-Cause Mortality and Unsafe Work Conditions Due to Heat Exposure in Berau, Indonesia: A Modelling Study," *The Lancet Planetary Health* 5, no. 12 (2021): e882–92, [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00279-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00279-5).

⁹ Toshichika Iizumi et al., "Probabilistic Evaluation of Climate Change Impacts on Paddy Rice Productivity in Japan," *Climatic Change* 107, no. 3 (2011): 391–415, <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9990-7>.

¹⁰ Erni Susanti et al., "Parameter Iklim Sebagai Indikator Peringatan Dini Serangan Hama Penyakit Tanaman," *Jurnal Sumberdaya Lahan* 12, no. 1 (2020): 59, <https://doi.org/10.21082/jsdl.v12n1.2018.59-70>.

¹¹ Elza Surmaini et al., "Climate Change and The Future Distribution of Brown Planthopper in Indonesia : A Projection Study," *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, no. August (2023), <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.10.002>.

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) mengalami penurunan akibat perubahan iklim. Walaupun produksi beras NTB cukup untuk memenuhi kebutuhan lokal, tetapi tidak mampu untuk menyediakan pasokan di provinsi tetangga (Bali dan Nusa Tenggara Timur)¹². Hal ini menunjukkan betapa rentannya ketahanan pangan regional terhadap dampak perubahan iklim, terutama di wilayah yang bergantung pada pertanian sebagai sumber utama mata pencaharian.

Pada kasus Kabupaten Brebes, yang dikenal sebagai daerah yang menyumbang sekitar 60% dari total produksi bawang merah di Provinsi Jawa Tengah dan 20% dari produksi nasional, dampak perubahan iklim telah mengakibatkan penurunan signifikan dalam produktivitas tanaman bawang merah dan padi. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Brebes, produksi bawang merah mengalami penurunan secara signifikan pada tahun 2023. Selain bawang merah, produksi padi di Kabupaten Brebes juga terus mengalami penurunan dalam beberapa tahun terakhir. Data BPS menunjukkan bahwa luas panen dan volume produksi padi cenderung menurun dari tahun ke tahun. Pada tahun 2024, total produksi padi di Brebes tercatat lebih rendah dibandingkan capaian tahun-tahun sebelumnya, menunjukkan adanya penurunan konsistensi dalam hasil produksi.

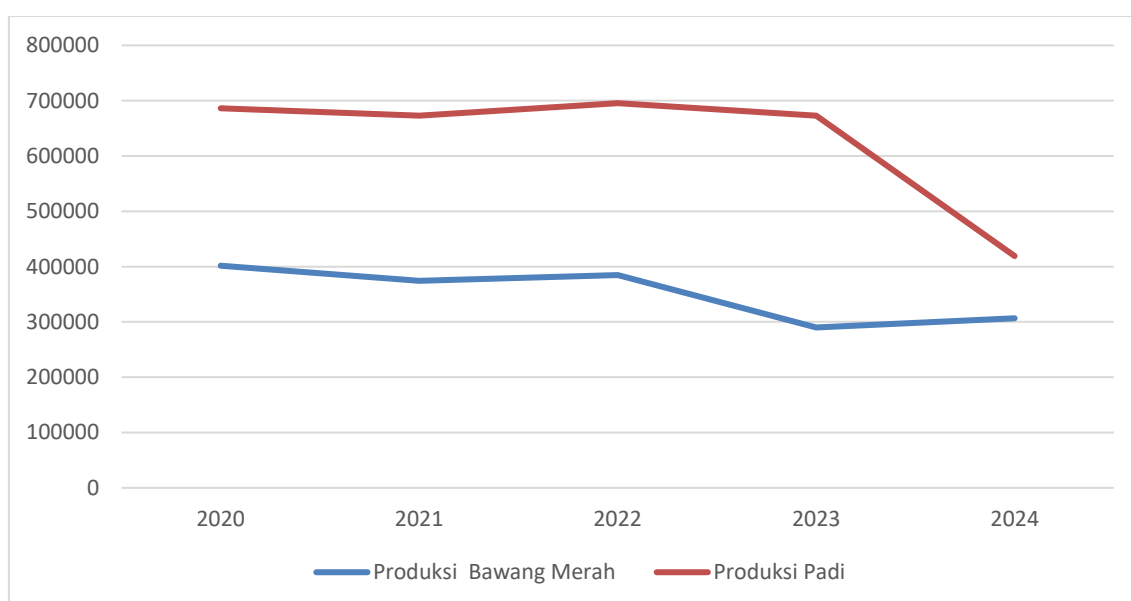
Penurunan produksi hasil pertanian ini diakibatkan oleh kekeringan yang panjang pada musim kemarau, yang menghambat pertumbuhan tanaman bawang merah yang sangat bergantung pada ketersediaan air yang cukup. Kekeringan menyebabkan tanah menjadi keras dan retak, menyulitkan akar tanaman untuk menyerap nutrisi secara optimal. Irigasi alternatif yang tersedia pun seringkali tidak mencukupi untuk mengatasi defisit air selama periode tersebut, terutama di lahan-lahan tadah hujan. Sebaliknya, pada musim hujan, banjir yang terjadi di beberapa area pertanian juga merusak tanaman, menyebabkan kerugian lebih lanjut. Genangan air dalam waktu lama membuat umbi bawang membusuk, sementara lumpur yang terbawa banjir menutupi permukaan lahan, mengganggu sistem pernapasan tanah dan menyebabkan kematian massal tanaman. Siklus cuaca ekstrem ini memperpendek masa panen dan menurunkan kualitas hasil panen yang tersisa. Grafik produksi bawang merah dan padi di Kabupaten Brebes sebagaimana Gambar 1.

Penurunan hasil panen bawang merah di Brebes juga menyebabkan gangguan pada stok bawang merah secara nasional. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketergantungan pasokan bawang merah dari Brebes kepada pasar luar daerah sangat

¹² Muhamad Khairulbahri, "Analyzing The Impacts of Climate Change on Rice Supply in West Nusa Tenggara, Indonesia," *Heliyon* 7, no. 12 (2021): e08515, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08515>.

tinggi¹³. Penurunan hasil panen, distribusi pasokan ke provinsi-provinsi tersebut terganggu, mengakibatkan kenaikan harga bawang merah di pasar dan ketidakseimbangan pasokan. Hal ini berimplikasi langsung pada daya beli masyarakat, serta meningkatkan ketegangan dalam rantai pasokan pangan di tingkat regional. Penurunan kualitas bawang merah juga mengurangi daya saing produk dari Brebes di pasar nasional. Dalam beberapa kasus, petani terpaksa menjual hasil panen mereka dengan harga yang lebih rendah karena bawang merah yang terinfeksi penyakit atau rusak akibat cuaca ekstrem tidak dapat dipasarkan dengan harga yang baik. Dampak ekonomi ini tidak hanya dirasakan oleh petani, tetapi juga berdampak pada pedagang grosir dan pengecer yang bergantung pada pasokan yang stabil.

Gambar 1. Grafik Produksi Bawang merah 2018 – 2024



Sumber: Berbagai Sumber diolah Peneliti, 2025

Kabupaten Brebes, meskipun dikenal sebagai salah satu daerah penghasil utama bawang merah di Indonesia, masih menghadapi tantangan besar dalam hal kesejahteraan sosial ekonomi masyarakatnya. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Brebes, pada Maret 2024, persentase penduduk miskin di kabupaten ini tercatat sebesar 15,60%, yang setara dengan sekitar 283.280 jiwa dari total populasi sekitar 2,06 juta jiwa. Angka ini memang menunjukkan penurunan dibandingkan tahun

¹³ Januar Arifin Ruslan et al., "Transmisi Harga Asimetri Dalam Rantai Pasok Bawang Merah Dan Hubungannya Dengan Impor Di Indonesia: Studi Kasus Di Brebes Dan Jakarta Asymmetric Price Transmission in Supply Chain of Shallot and Its Relationship With Import in Indonesia: A Case Study in B," *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, V 10, no. 1 (2016): 103–28; Lely Rachma Septiana et al., "Peningkatan Kinerja Rantai Pasok Bawang Merah (Studi Kasus: Kabupaten Brebes)," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 27, no. 2 (2017): 125–40, <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.2.125>.

sebelumnya, namun tetap menempatkan Brebes sebagai salah satu kabupaten dengan tingkat kemiskinan tertinggi di Jawa Tengah. Tingginya angka kemiskinan ini mencerminkan kerentanan ekonomi masyarakat, terutama mereka yang bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber utama penghidupan. Petani kecil dan buruh tani masih mendominasi struktur ketenagakerjaan, dengan penghasilan yang sangat dipengaruhi oleh musim tanam, harga pasar, dan gangguan iklim.

Ketergantungan pada pertanian monokultur, khususnya bawang merah dan padi, juga memperbesar risiko ekonomi masyarakat ketika terjadi gagal panen atau anjloknya harga komoditas. Monokultur membuat sistem pertanian menjadi rentan karena tidak adanya diversifikasi pendapatan petani. Ketika satu jenis tanaman mengalami gangguan akibat hama, penyakit, atau cuaca ekstrem, tidak ada sumber penghasilan lain yang bisa menutupi kerugian. Di Kabupaten Brebes, hal ini menjadi semakin krusial karena sebagian besar petani mengandalkan satu musim panen untuk memenuhi kebutuhan hidup sepanjang tahun. Situasi ini diperparah dengan keterbatasan akses terhadap permodalan, baik dari lembaga keuangan formal seperti bank maupun dari koperasi lokal. Banyak petani tidak memiliki agunan yang cukup untuk mengakses kredit usaha tani, sementara prosedur administrasi yang rumit dan kurangnya literasi keuangan membuat mereka enggan atau tidak mampu mengajukan pinjaman.

Ketiadaan asuransi pertanian yang efektif juga menjadi masalah besar. Sebagian besar petani tidak terlindungi dari risiko gagal panen, baik karena kurangnya sosialisasi maupun karena skema asuransi yang ada dianggap tidak sesuai dengan kondisi lapangan¹⁴. Akibatnya, ketika terjadi kerusakan hasil pertanian, mereka menanggung sendiri seluruh beban kerugian tanpa jaring pengaman ekonomi. Di sisi lain, keterbatasan penggunaan teknologi pertanian yang adaptif terhadap perubahan iklim juga memperburuk situasi. Teknologi irigasi tetes, varietas benih tahan cuaca ekstrem, atau sistem pemantauan cuaca digital masih sangat jarang dijumpai di kalangan petani kecil di Brebes. Sebagian besar masih menggunakan metode tradisional yang tidak lagi relevan dalam menghadapi perubahan iklim yang makin tidak menentu. Hambatan ini tidak hanya terkait ketersediaan teknologi, tetapi juga karena kurangnya pelatihan, pendampingan teknis, dan dukungan kebijakan yang mendorong adopsi teknologi baru secara luas.

¹⁴ Nurilla Elya Putri et al., "Persepsi Petani Terhadap Asuransi Pertanian Sebagai Upaya Meminimalkan Risiko Gagal Panen Di Lahan Sawah (Studi Kasus Petani Padi Di Kabupaten OKI Sumatera Selatan)," *Jurnal EKonomi Pertanian* 3, no. 3 (2019): 459–69, <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2019.003.03.1>.

Akumulasi dari masalah-masalah tersebut menyebabkan para petani terus berada dalam siklus kerentanan yang sulit diputus.¹⁵ Ketika panen gagal, mereka harus menjual aset produktif, meminjam uang dengan bunga tinggi, atau bahkan menghentikan sementara aktivitas bertani. Keputusan-keputusan ini berdampak jangka panjang terhadap stabilitas ekonomi keluarga petani. Selain itu, kondisi ini juga mengurangi minat generasi muda untuk terlibat dalam sektor pertanian karena dianggap tidak menjanjikan dan penuh risiko. Jika tidak ada intervensi sistemik dari pemerintah maupun sektor swasta untuk memperbaiki akses terhadap modal, perlindungan risiko, dan teknologi, maka kerentanan struktural ini akan terus memperburuk kondisi sosial ekonomi masyarakat tani di Kabupaten Brebes.

Teori kapasitas adaptif yang dikembangkan oleh ¹⁶ menjelaskan bahwa kapasitas suatu masyarakat untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim bergantung pada tiga faktor utama: sumber daya yang dimiliki, kemampuan untuk mengakses teknologi dan informasi, serta kemampuan untuk membangun jejaring dan kolaborasi antara individu, komunitas, dan lembaga eksternal. Dalam konteks pertanian, kapasitas adaptasi pertanian yang dikembangkan oleh ¹⁷ dan ¹⁸ juga menekankan pentingnya integrasi pengetahuan lokal dengan teknologi baru, serta pemahaman terhadap dinamika sosial ekonomi yang memengaruhi keputusan petani. Sebuah pendekatan adaptasi yang berbasis pada *collaborative governance* atau tata kelola kolaboratif ¹⁹ dapat memperkuat kapasitas adaptif dengan melibatkan berbagai pihak, termasuk pemerintah, lembaga non-pemerintah, dan masyarakat lokal, dalam merumuskan solusi yang lebih holistik dan efektif.

Penelitian terdahulu mengenai kapasitas adaptasi petani terhadap perubahan iklim menunjukkan bahwa keberhasilan adaptasi sangat bergantung pada kolaborasi dan partisipasi aktif petani dalam perencanaan dan pelaksanaan kebijakan pertanian

¹⁵ Celia A. Harvey et al., "Extreme Vulnerability of Smallholder Farmers to Agricultural Risks and Climate Change in Madagascar," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369, no. 1639 (2014), <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0089>.

¹⁶ W. Neil Adger, "Vulnerability," *Global Environmental Change* 16, no. 3 (2006): 268–81, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.

¹⁷ Heather E. Thompson et al., "Climate Change and Food Security in Sub-Saharan Africa: A Systematic Literature Review," *Sustainability* 2, no. 8 (2010): 2719–33, <https://doi.org/10.3390/su2082719>.

¹⁸ S. Mark Howden et al., "Adapting Agriculture to Climate Change," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 50 (2007): 19691–96, <https://doi.org/10.1073/pnas.0701890104>.

¹⁹ Chris Ansell and Alison Gash, "Collaborative Governance in Theory and Practice," *Journal of Public Administration Research and Theory* 18, no. 4 (2008): 543–71, <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>.

berbasis iklim²⁰. Meskipun petani memiliki pengetahuan lokal yang luas, mereka sering kali membutuhkan akses terhadap informasi iklim yang lebih tepat dan dukungan kebijakan yang terkoordinasi untuk meningkatkan kapasitas adaptasi mereka²¹. Penelitian-penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa faktor pemberdayaan komunitas dan partisipasi petani dalam jaringan sosial dapat meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim.

Meskipun banyak penelitian telah mengkaji berbagai aspek kapasitas adaptasi petani terhadap perubahan iklim, masih ada sedikit perhatian terhadap bagaimana kapasitas adaptif petani kecil di Kabupaten Brebes, yang mengandalkan padi dan bawang merah, dalam menghadapi perubahan iklim secara lebih spesifik. Hal ini terutama penting mengingat peran vital Brebes dalam penyediaan pangan di Jawa Tengah dan sekitarnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkaji secara lebih mendalam kapasitas adaptasi masyarakat petani kecil di Brebes dalam menghadapi dampak perubahan iklim, dengan memperhatikan pengetahuan lokal, keterampilan teknis, akses terhadap teknologi pertanian, serta kemampuan mereka untuk berkolaborasi dengan pihak eksternal seperti lembaga pemerintah dan NGO. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang lebih kontekstual mengenai cara-cara adaptasi yang relevan bagi petani di wilayah rawan perubahan iklim, serta memberikan rekomendasi bagi kebijakan dan program yang lebih responsif terhadap kebutuhan lokal.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menggali kapasitas adaptif masyarakat petani kecil di Kabupaten Brebes dalam merespons dampak perubahan iklim. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memahami realitas

²⁰ Andriyono Adhi et al., "Policy Pathway to Resilience: Shifting to High-Yielding Rice Seeds to Reduce Emissions and Strengthen Rice Production in Indonesia," *BIO Web of Conferences* 119 (2024): 1–10, <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411901002>; H. Iswoyo et al., "Empowering Upland Farmers to Become More Resilient Towards Climate Change - Experiences from Toraja, Indonesia," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 235, no. 1 (2019), <https://doi.org/10.1088/1755-1315/235/1/012039>; Yudi L.A Salampessy, "Menakar Kapasitas Adaptasi Perubahan Iklim Petani Padi Sawah (Kasus Kabupaten Pasuruan Jawa Timur)," *Jurnal Ilmu Lingkungan* 16, no. 1 (2018): 25, <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.25-34>.

²¹ J.R. Siedenburger, "Local Knowledge and Natural Resource Management in a Peasant Farming Community Facing Rapid Change: A Critical Examination," *QEH Working Paper* 166, no. 166 (2008); Farah Amirat et al., "Pengetahuan, Persepsi, Dan Adaptasi Petani Padi Sawah Terhadap Perubahan Iklim Di Kota Kendari," *Jurnal Sosio Agribisnis* 6, no. 1 (2021): 36–47, <https://doi.org/10.33772/jsa.v6i1.17230>; Priya Chetri et al., "Role of Information and ICTs as Determinants of Farmer's Adaptive Capacity to Climate Risk: An Empirical Study from Haryana, India," *Proceedings of the 1st Virtual Conference on Implications of Information and Digital Technologies for Development*, 2021, 95–110.

sosial dan pengalaman subjektif para petani dalam menghadapi tantangan lingkungan, khususnya dalam konteks budidaya bawang merah dan padi. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, observasi partisipatif, focus group discussion (FGD), dan dokumentasi. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk menggali dimensi kapasitas adaptif seperti pengetahuan lokal, keterampilan teknis, akses terhadap teknologi pertanian, serta kapasitas kolaboratif. Observasi dilakukan untuk menangkap praktik pertanian dan strategi adaptasi di lapangan. FGD digunakan untuk memahami dinamika kolektif dalam komunitas petani, sedangkan dokumentasi digunakan untuk melengkapi data melalui laporan resmi, data statistik, dan hasil penelitian sebelumnya.

Informan dipilih menggunakan teknik purposive sampling, melibatkan petani kecil dari lima kecamatan sentra pertanian di Brebes, masing-masing 5–9 orang, dengan total sekitar 45–60 responden. Validitas data dijaga melalui triangulasi sumber dan member checking, guna memastikan keabsahan informasi yang diperoleh. Seluruh data dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik dengan bantuan perangkat lunak NVivo 12, dimulai dari proses transkripsi, pengkodean, kategorisasi tema, hingga penarikan kesimpulan. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola-pola adaptasi dan kapasitas lokal dalam membangun ketahanan terhadap perubahan iklim, baik secara individu maupun kolektif dalam konteks sosial-ekonomi petani kecil di Brebes.

C. Hasil dan Pembahasan

Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi kapasitas adaptif petani kecil di Kabupaten Brebes dalam merespons dampak perubahan iklim, khususnya dalam konteks produksi tanaman pangan seperti bawang merah dan padi. Hasil penelitian disajikan berdasarkan lima dimensi kapasitas adaptif sebagaimana dikembangkan dalam kerangka kerja adaptasi dari ²² yaitu: (1) aset dan sumber daya, (2) pengetahuan dan informasi, (3) keterampilan dan teknologi, (4) organisasi dan jaringan sosial, serta (5) fleksibilitas dan strategi adaptif.

Kelima dimensi ini tidak berdiri sendiri, melainkan saling terkait dan membentuk fondasi adaptasi yang kompleks dalam konteks lokal. Melalui pendekatan kualitatif

²² DFID, *Sustainable Livelihoods Guidance Sheets, Section 2.1. Department for International Development (DFID)*, in *Departement for International Development* (1999); W. Neil Adger, "Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change," *Economic Geography* 79, no. 4 (2003): 387–404, <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2003.tb00220.x>; Barry Smit and Johanna Wandel, "Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability," *Global Environmental Change* 16, no. 3 (2006): 282–92, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>.

berbasis wawancara mendalam, ditemukan bahwa respon adaptif petani sangat dipengaruhi oleh keterbatasan struktural maupun kekuatan lokal yang telah terbangun selama bertahun-tahun. Dalam bagian berikut, pembahasan akan dimulai dari dimensi pertama yaitu aset dan sumber daya, yang menjadi dasar paling awal dan nyata dalam menilai kapasitas adaptif masyarakat petani kecil.

1. Aset dan Sumber Daya: Ketimpangan Akses dalam Jerat Adaptasi

Dalam konteks adaptasi terhadap perubahan iklim, aset dan sumber daya menjadi fondasi penting bagi masyarakat petani untuk mempertahankan keberlanjutan usaha tani mereka. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar petani kecil di Kabupaten Brebes bukan merupakan pemilik lahan, melainkan bertindak sebagai penggarap. Lahan-lahan pertanian justru dimiliki oleh individu yang tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan pertanian harian, seperti pegawai negeri sipil (PNS) atau pekerja dengan pendapatan tetap (*fixed income*). Kondisi ini mengindikasikan adanya keterbatasan dalam kontrol langsung terhadap aset fisik seperti lahan dan infrastruktur pertanian yang penting dalam menghadapi risiko iklim.

Hasil wawancara mendalam menunjukkan bahwa kepemilikan lahan menjadi isu krusial dalam membentuk kapasitas adaptif petani kecil di Kabupaten Brebes. Informan pertama dan kedua, yang merupakan petani bawang merah, menyatakan bahwa mereka harus menyisihkan sebagian hasil panennya untuk pemilik lahan, dengan rasio sekitar 1/8 dari total panen. Sementara itu, informan ketiga mengungkapkan bahwa ia hanya bertindak sebagai buruh penggarap dan menerima upah sebesar 1/7 dari hasil panen, tanpa memiliki hak atas pengambilan keputusan pertanian. Informan lain bahkan menyebutkan bahwa ia harus membayar Rp10 juta per tahun untuk menyewa dua petak lahan, yang tentu saja menambah beban biaya produksi yang harus ditanggung di tengah ketidakpastian cuaca dan hasil panen.

Fenomena ini mencerminkan minimnya aset produktif berupa lahan yang dimiliki secara langsung oleh petani, sebagaimana digambarkan dalam kerangka *livelihood assets* dari ²³. Kepemilikan dan kontrol terhadap lahan merupakan aset fisik strategis yang tidak hanya menentukan kemampuan bertahan terhadap risiko iklim, tetapi juga membuka akses terhadap kredit, program pemerintah, dan teknologi pertanian ²⁴. Ketergantungan pada skema bagi hasil atau sewa lahan dalam jangka panjang

²³ DFID, *Sustainable Livelihoods Guidance Sheets, Section 2.1. Department for International Development (DFID)*.

²⁴ Adger, "Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change"; Smit and Wandel, "Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability."

menurunkan daya adaptasi karena mengurangi fleksibilitas petani dalam berinovasi dan merencanakan strategi adaptif secara mandiri.

Temuan ini sejalan dengan studi ²⁵ yang menunjukkan bahwa struktur kepemilikan lahan yang timpang di kalangan petani kecil menyebabkan rendahnya akumulasi modal produktif dan tingginya kerentanan terhadap perubahan iklim maupun fluktuasi pasar. Selain itu, studi ²⁶ yang menemukan bahwa petani dengan status sebagai penggarap memiliki kapasitas adaptasi yang jauh lebih rendah dibandingkan pemilik lahan, karena keterbatasan akses terhadap modal, dukungan kelembagaan, dan kepastian pengelolaan lahan jangka panjang. Ketimpangan ini berdampak langsung pada rendahnya kemampuan petani penggarap untuk mengadopsi teknologi pertanian adaptif maupun strategi pengelolaan risiko jangka panjang. Kasus Kabupaten Brebes, dominasi status penggarap di kalangan petani bawang merah menciptakan kerentanan ganda, yaitu terhadap risiko produksi akibat perubahan iklim dan risiko ekonomi akibat biaya sewa lahan yang tinggi.

Selain lahan, akses terhadap sumber daya seperti air untuk irigasi juga menjadi tantangan tersendiri. Meskipun sebagian wilayah memiliki infrastruktur irigasi yang memadai, petani tetap harus membayar kepada pemilik pompa air sebesar Rp500.000 per petak untuk satu kali panen. Biaya ini dinilai cukup memberatkan, terutama bagi petani dengan luas lahan terbatas dan pendapatan tidak menentu. Temuan ini sejalan dengan penelitian ²⁷, yang menunjukkan bahwa keterbatasan akses terhadap sarana produksi, termasuk irigasi, merupakan hambatan utama dalam meningkatkan ketahanan petani kecil terhadap perubahan iklim. Dalam konteks teori kapasitas adaptif ²⁸, kondisi ini menunjukkan bahwa kendati infrastruktur tersedia, ketimpangan akses akibat ketergantungan terhadap aset milik pihak lain dapat melemahkan kemampuan adaptasi individu maupun kolektif.

Akses terhadap modal usaha menjadi persoalan utama dalam pengelolaan pertanian skala kecil di Kabupaten Brebes. Berdasarkan wawancara, sebagian besar petani menyatakan kesulitan memperoleh modal dari lembaga formal seperti koperasi

²⁵ Arifah et al., "Livelihood Vulnerability of Smallholder Farmers to Climate Change: A Comparative Analysis Based on Irrigation Access in South Sulawesi, Indonesia," *Regional Sustainability* 3, no. 3 (2022): 244–53, <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2022.10.002>.

²⁶ Iva Yulianti Umdatul Izzah and Husainatul Jazilah, "Farmer Resilience in Maintaining Agricultural Production During the COVID-19 Pandemic: Study in Solokuro Subdistrict, Lamongan," *Society* 10, no. 1 (2022): 126–40, <https://doi.org/10.33019/society.v10i1.335>.

²⁷ Arifah et al., "Livelihood Vulnerability of Smallholder Farmers to Climate Change: A Comparative Analysis Based on Irrigation Access in South Sulawesi, Indonesia."

²⁸ Smit and Wandel, "Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability."

tani atau bank. Informan menyebutkan bahwa prosedur pengajuan pinjaman cukup rumit dan membutuhkan agunan, sehingga banyak dari mereka lebih memilih untuk meminjam dari tengkulak atau rentenir dengan bunga tinggi. Salah satu informan menyampaikan bahwa ia meminjam Rp5 juta untuk keperluan tanam, namun harus mengembalikannya dengan sistem potong hasil panen. Kondisi ini menunjukkan keterbatasan akses terhadap modal usaha yang memadai, yang berdampak langsung pada kemampuan petani dalam melakukan adaptasi seperti diversifikasi tanaman, penggunaan input pertanian yang lebih baik, atau peralihan sistem budidaya. Temuan ini sejalan dengan ²⁹, yang menekankan pentingnya akses terhadap aset finansial sebagai salah satu prasyarat utama untuk meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat agraris.

Selanjutnya, terkait ketersediaan pupuk dan benih unggul, sebagian besar informan menyatakan bahwa pupuk bersubsidi sering kali tidak tersedia sesuai kebutuhan. Beberapa menyebutkan adanya ketergantungan terhadap pupuk non-subsidi dengan harga jauh lebih mahal. Kondisi ini diperburuk oleh keterlambatan distribusi benih unggul, yang menyebabkan mundurnya masa tanam dan berdampak pada produktivitas, baik pada komoditas padi maupun bawang merah. Ketersediaan input produksi yang tepat waktu dan berkualitas tinggi sangat penting dalam menjaga ketahanan produksi pangan di tengah ancaman perubahan iklim ³⁰. Dalam konteks Brebes, kegagalan dalam menjamin ketersediaan pupuk dan benih unggul menjadi salah satu penghambat utama dalam meningkatkan hasil panen yang stabil dan adaptif.

Dari aspek pendapatan utama dan diversifikasi ekonomi keluarga, sebagian besar informan mengandalkan pertanian sebagai sumber pendapatan utama. Namun demikian, ditemukan pula keluarga petani yang mulai menjalankan usaha sampingan seperti berdagang kecil-kecilan, menjadi buruh musiman, atau bekerja di sektor informal lainnya. Informan menyebutkan bahwa diversifikasi ekonomi ini biasanya muncul saat musim paceklik atau ketika gagal panen. Pendapatan tambahan ini menjadi semacam strategi adaptif ekonomi yang bersifat responsif, meskipun masih terbatas. Diversifikasi sumber penghidupan adalah bagian dari strategi bertahan rumah tangga petani kecil dalam menghadapi risiko ekonomi dan iklim ³¹. Akan tetapi, penelitian ini menunjukkan

²⁹ Adger, "Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change."

³⁰ Khairulbahri, "Analyzing The Impacts of Climate Change on Rice Supply in West Nusa Tenggara, Indonesia."

³¹ Xinjun He et al., "Linking Smallholders' Livelihood Resilience with Their Adaptation Strategies to Climate Impacts: Insights from the Tibetan Plateau," *Ecology and Society* 29, no. 2 (2024), <https://doi.org/10.5751/ES-14639-290207>.

bahwa keterbatasan modal dan keterampilan menjadi penghalang utama dalam memperluas diversifikasi secara berkelanjutan.

Maka dari itu, dimensi Aset dan Sumber Daya mencerminkan kompleksitas yang sangat khas dalam kehidupan petani kecil di Kabupaten Brebes. Ketimpangan kepemilikan lahan, beban biaya sewa yang tinggi, terbatasnya akses terhadap modal usaha, serta mahalnya biaya irigasi menciptakan tekanan struktural yang terus-menerus membatasi ruang gerak petani untuk beradaptasi. Meskipun sektor pertanian menjadi sumber penghidupan utama, kenyataannya sebagian besar petani tidak memiliki kendali penuh atas faktor-faktor produksi yang mereka kelola. Situasi ini diperparah dengan ketergantungan pada pihak ketiga untuk memenuhi kebutuhan dasar produksi, seperti benih dan pupuk, yang harganya tidak selalu terjangkau. Selain itu, sumber pendapatan yang terbatas hanya dari sektor pertanian menyebabkan rendahnya kapasitas untuk menabung atau berinvestasi pada upaya adaptif jangka panjang. Oleh karena itu, kapasitas adaptif tidak hanya soal ketersediaan aset, tetapi lebih jauh tentang kemampuan petani untuk mengakses, mengelola, dan memanfaatkannya secara berkelanjutan dalam menghadapi dinamika perubahan iklim.

2. Pengetahuan dan Informasi: Antara Warisan Tradisi dan Tantangan Literasi Iklim

Dalam konteks perubahan iklim yang semakin sulit diprediksi, dimensi Pengetahuan dan Informasi menjadi pilar penting dalam membentuk kapasitas adaptif petani kecil di Kabupaten Brebes. Pengetahuan lokal yang diwariskan secara turun-temurun masih menjadi acuan utama dalam pengambilan keputusan pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun petani kecil di Kabupaten Brebes memiliki keterbatasan dalam mengakses informasi iklim formal, mereka masih mengandalkan pengetahuan lokal sebagai dasar dalam menentukan waktu tanam, memilih varietas tanaman, dan memperkirakan pola cuaca. Pengetahuan ini diwariskan secara turun-temurun, misalnya melalui pengamatan terhadap arah angin, kelembaban udara, atau perilaku binatang sebagai penanda musim. Hal ini membuktikan bahwa pengetahuan lokal memainkan peran krusial dalam strategi adaptasi masyarakat terhadap perubahan lingkungan.

Keterbatasan akses terhadap informasi iklim dan cuaca terkini tetap menjadi tantangan utama bagi petani kecil di pedesaan. Informan menyatakan bahwa mereka jarang mendapatkan informasi langsung dari instansi seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) atau Dinas Pertanian, baik melalui penyuluh lapangan maupun sistem informasi berbasis komunitas. Akses terhadap prakiraan cuaca lebih

sering diperoleh melalui televisi atau grup WhatsApp petani, yang informasinya belum tentu bersumber dari institusi resmi dan berisiko menyesatkan jika digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Dalam konteks pertanian yang semakin dipengaruhi oleh variabilitas iklim, informasi yang tidak akurat dapat menyebabkan kekeliruan dalam menentukan waktu tanam, penggunaan benih, bahkan dalam pengaturan pola irigasi. Ketersediaan informasi iklim yang akurat, tepat waktu, dan mudah dipahami oleh petani sangat menentukan keberhasilan dalam mengelola input pertanian secara efisien, seperti dalam penggunaan air dan pupuk, serta strategi panen yang adaptif ³². Kurangnya sistem penyampaian informasi yang terstruktur dari pemerintah kepada petani menyebabkan terputusnya rantai pengetahuan yang seharusnya menjadi modal penting dalam peningkatan kapasitas adaptasi.

Dalam konteks literasi informasi, banyak petani yang kesulitan menafsirkan data teknis atau arahan dari penyuluh karena keterbatasan pendidikan formal. Beberapa informan menyampaikan bahwa meskipun penyuluh pertanian sesekali datang, mereka cenderung menggunakan bahasa teknis yang sulit dimengerti. Gap pemahaman antara penyedia informasi dan petani penerima informasi dapat menjadi penghambat adopsi inovasi adaptif di sektor pertanian ³³. Sementara itu, sistem penyuluhan dan pelatihan di Brebes dinilai belum optimal menjangkau seluruh petani kecil. Penyuluh masih terbatas, baik dari segi jumlah maupun intensitas kunjungan ke desa-desa. Beberapa kelompok tani aktif menyelenggarakan pertemuan, namun partisipasi petani penggarap sering kali rendah karena keterbatasan waktu dan biaya. Padahal, sistem penyuluhan mampu meningkatkan praktik kapasitas adaptasi petani sorgum yang responsif terhadap perubahan iklim, khususnya daerah kering di Ethiopia ³⁴.

Pada sisi akses terhadap jaringan informasi, kelompok tani, koperasi, dan forum diskusi petani menjadi ruang penting dalam pertukaran informasi. Namun demikian, tidak semua petani tergabung dalam kelompok tersebut, terutama mereka yang hanya menjadi buruh tani atau penggarap. Ketimpangan ini menyebabkan penyebaran informasi tidak merata. Akses terhadap jaringan sosial dan informasi menjadi

³² M. R. Jones et al., "Simulated Impacts of Climate Change on Water Use and Yield of Irrigated Sugarcane in South Africa," *Agricultural Systems* 139 (2015): 260–70, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.07.007>.

³³ Julián F. Becerra-Encinales et al., "Agricultural Extension for Adopting Technological Practices in Developing Countries: A Scoping Review of Barriers and Dimensions," *Sustainability (Switzerland)* 16, no. 9 (2024), <https://doi.org/10.3390/su16093555>.

³⁴ Mesay Yami et al., "Effects of Extension Service on The Uptake of Climate-Smart Sorghum Production Practices: Insights from Drylands of Ethiopia," *Environmental and Sustainability Indicators* 24, no. August (2024): 1–12, <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100477>.

diferensiasi utama dalam ketimpangan kapasitas adaptif antar petani. Salah satu petani yang tergabung dalam kelompok tani menyatakan bahwa teman-temannya yang bekerja sebagai buruh tani atau penggarap sering kali tidak memiliki akses informasi terbaru tentang inovasi pertanian, sehingga mereka cenderung menggunakan metode yang sudah usang.

Dengan demikian, dimensi Pengetahuan dan Informasi dalam konteks adaptasi perubahan iklim tidak dapat hanya dilihat dari ketersediaan informasi semata, melainkan harus mencakup kemampuan petani dalam memahami, memanfaatkan, dan menggabungkan pengetahuan lokal dengan informasi ilmiah. Ketimpangan akses, literasi, dan partisipasi dalam jaringan informasi menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas adaptif harus dilakukan secara komprehensif dan kontekstual. Temuan ini memperkuat argumen bahwa keberdayaan petani dalam menghadapi perubahan iklim tidak hanya ditentukan oleh fisik sumber daya, tetapi juga oleh aliran informasi yang mereka terima dan bagaimana mereka mengolahnya dalam praktik sehari-hari.

3. Keterampilan dan teknologi: Tradisi Bertani vs. Kebutuhan Inovasi

Transformasi keterampilan dan adopsi teknologi merupakan elemen krusial dalam membangun kapasitas adaptif masyarakat petani pedesaan dalam menghadapi perubahan iklim dan tekanan ekonomi. Di Kabupaten Brebes, keterampilan bertani masih sangat dipengaruhi oleh warisan turun-temurun. Teknik bercocok tanam, rotasi tanaman, pengendalian hama, hingga penentuan waktu tanam didasarkan pada kebiasaan lokal yang telah berlangsung lama. Meskipun mencerminkan kekayaan pengetahuan lokal, keterampilan ini memiliki keterbatasan ketika berhadapan dengan tantangan modern seperti perubahan pola cuaca, intensitas hama yang meningkat, dan kebutuhan akan efisiensi produksi.

Bukti di lapangan memperkuat realitas ini. Mayoritas petani di pedesaan Brebes masih mengolah lahan secara manual dengan alat sederhana seperti cangkul dan sabit, yang mencerminkan keterbatasan dalam adopsi mekanisasi pertanian. Untuk pengairan sawah, mereka bergantung pada pompa air sewaan dengan tarif mencapai Rp500.000 per petak per musim tanam, yang hanya bisa dijangkau oleh petani dengan modal cukup. Sementara itu, penggunaan traktor, mesin tanam, atau mesin panen hanya terlihat pada kelompok tani besar yang mendapat bantuan dari pemerintah atau memiliki jaringan kuat. Di luar kelompok tersebut, petani kecil masih bergulat dengan keterbatasan akses terhadap teknologi dasar. Ketimpangan ini menunjukkan bahwa akses terhadap inovasi teknologi tidak hanya persoalan distribusi alat, tetapi juga

berakar pada struktur sosial ekonomi yang tidak merata. Akibatnya, kesenjangan dalam adaptasi menjadi nyata, memperlihatkan bahwa petani kecil semakin tertinggal dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan fluktuasi ekonomi.

Dalam kerangka teori kapasitas adaptif³⁵, keterampilan dan teknologi merupakan dimensi esensial yang memengaruhi kemampuan individu dan komunitas dalam merespons perubahan lingkungan. Kapasitas adaptif tidak hanya bergantung pada keberadaan teknologi, tetapi juga pada kemampuan masyarakat untuk memahami, mengakses, dan mengaplikasikannya secara kontekstual. Kasus Kabupaten Brebes, keterampilan bertani masih banyak didasarkan pada pengetahuan turun-temurun, sementara akses terhadap pelatihan teknis dan teknologi modern sangat terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa ketimpangan informasi dan dukungan kelembagaan turut mempersempit ruang adaptasi petani kecil. Maka, memperkuat kapasitas adaptif memerlukan pendekatan partisipatif yang menghubungkan tradisi lokal dengan inovasi, serta dukungan sistem pembelajaran yang inklusif dan berkelanjutan.

Persepsi petani di Brebes terhadap teknologi pertanian menunjukkan spektrum yang beragam. Sebagian besar petani menyadari bahwa penggunaan alat pertanian modern, seperti traktor dan pompa otomatis, dapat meningkatkan efisiensi kerja dan hasil panen. Namun, banyak di antara mereka menyuarakan kekhawatiran terhadap biaya investasi awal yang tinggi, perawatan yang rumit, serta ketergantungan pada suku cadang dan teknisi luar desa. Salah satu informan menyebutkan bahwa mesin semprot hama yang dibeli dari dana kelompok tani rusak dalam dua musim dan tidak pernah diperbaiki karena tidak ada pelatihan teknis. Di desa lain, petani enggan menggunakan benih unggul karena takut gagal panen akibat minimnya informasi pemupukan yang tepat. Pelatihan teknologi yang diadakan dinilai tidak berkelanjutan, tidak sesuai dengan kalender tanam lokal, dan tidak disertai tindak lanjut berupa bantuan alat atau akses kredit. Akibatnya, meskipun teknologi tersedia, banyak petani yang kembali ke cara-cara tradisional karena dianggap lebih aman dan familiar. Rendahnya literasi teknologi juga menyebabkan ketergantungan pada segelintir petani yang dianggap “lebih pintar”, menciptakan kesenjangan baru di antara komunitas petani sendiri.

Namun di tengah keterbatasan, muncul inisiatif lokal yang menunjukkan potensi besar. Beberapa petani muda mulai memanfaatkan media sosial untuk berbagi informasi cuaca, harga pasar, dan solusi pertanian. Ini menjadi bukti bahwa transisi ke teknologi bisa berlangsung secara organik, jika didukung oleh ekosistem yang kondusif.

³⁵ Adger, “Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change”; Smit and Wandel, “Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability.”

Sayangnya, inisiatif seperti ini masih kurang mendapat perhatian dari program pembangunan pertanian yang cenderung bersifat top-down dan seragam. Transisi dari keterampilan tradisional ke teknologi modern di Brebes bukan hanya persoalan teknis, tetapi menyentuh aspek struktur akses, dukungan kelembagaan, dan persepsi sosial. Kapasitas adaptif akan tumbuh bila pemerintah dan aktor lokal mampu menjembatani jurang antara pengetahuan tradisional dengan inovasi baru. Ini memerlukan pendekatan yang partisipatif, berkesinambungan, dan sensitif terhadap dinamika lokal.

Perubahan keterampilan pertanian dari tradisional ke modern di Brebes bukanlah soal adopsi alat semata, tetapi soal keberdayaan. Keterampilan bukan hanya urusan teknis, melainkan juga kontrol atas sumber belajar, dukungan sosial, dan sistem yang mampu mendengar suara petani. Ketika teknologi diperkenalkan tanpa membongkar ketimpangan dalam struktur pengetahuan dan jaringan pendukungnya, yang terjadi bukan inovasi, melainkan keterasingan. Maka, pendekatan yang menghargai kearifan lokal, membuka ruang belajar kolektif, dan menjembatani antara tradisi dan inovasi adalah kunci membangun kapasitas adaptif yang tangguh di kalangan petani pedesaan Brebes.

4. Organisasi dan Jaringan Sosial: Kebutuhan Kolektif dalam Adafatasi terhadap perubahan

Di tengah berbagai tantangan yang dihadapi petani kecil di Kabupaten Brebes, peran organisasi dan jaringan sosial menjadi salah satu elemen kunci dalam memperkuat kapasitas adaptif mereka. Organisasi-organisasi seperti kelompok tani atau kelompok wanita tani menjadi tempat bagi petani untuk mengakses informasi, berbagi pengetahuan, serta memperoleh dukungan teknis dan keuangan. Keberadaan organisasi ini memungkinkan mereka untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam menghadapi perubahan iklim dan tekanan ekonomi yang semakin meningkat. Namun, meskipun demikian, tidak semua kelompok tani memiliki akses yang sama terhadap peluang ini. Peran organisasi dan jaringan sosial dalam mendukung kapasitas adaptif petani di Brebes sangatlah penting. Namun, untuk memperkuat efektifitasnya, diperlukan sinergi yang lebih baik antara organisasi lokal, masyarakat, dan pemerintah.

Sebagian besar petani yang tergabung dalam kelompok tani dapat lebih mudah mengakses informasi terkait perubahan cuaca, harga pasar, dan teknologi pertanian. Mereka juga memiliki peluang lebih besar untuk mendapatkan bantuan pemerintah, seperti bibit unggul, pupuk bersubsidi, dan peralatan pertanian. Namun, tidak semua petani di Brebes dapat menikmati manfaat ini, terutama mereka yang tidak tergabung

dalam organisasi. Ini menunjukkan adanya kesenjangan dalam kapasitas adaptif antara petani yang terhubung dengan kelompok tani dan mereka yang tidak. Pembentukan jaringan sosial yang inklusif, yang dapat mengakomodasi petani dari berbagai status sosial dan gender, serta memperhatikan aspek keberlanjutan dan pelatihan teknis, sangat diperlukan untuk meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat petani.

Selain itu, jaringan sosial yang terjalin di tingkat desa juga memainkan peran penting dalam berbagi informasi terkait cuaca, perawatan tanaman, atau bahkan harga pasar. Hubungan antar tetangga atau kerabat menjadi saluran informasi yang sangat dibutuhkan petani untuk bertahan dalam menghadapi tantangan tersebut. Masyarakat desa yang memiliki jaringan sosial yang kuat akan lebih mudah berbagi informasi dan dukungan dalam upaya adaptasi terhadap perubahan iklim dan krisis ekonomi. Hal ini membuktikan bahwa kapasitas adaptif tidak hanya bergantung pada dukungan eksternal, tetapi juga pada kekuatan sosial di tingkat komunitas. Namun, banyak organisasi tani di Brebes yang kurang aktif dan tidak memiliki kapasitas untuk berfungsi secara optimal. Banyak kelompok tani yang tidak dapat mengakses pelatihan atau dukungan teknis yang relevan dengan tantangan yang mereka hadapi. Keterbatasan sumber daya, kurangnya pendampingan dari pemerintah atau lembaga non-pemerintah, serta ketidakteraturan dalam penyuluhan menjadi penghambat utama. Petani yang terisolasi dari jaringan ini seringkali kesulitan untuk mengakses informasi yang dibutuhkan untuk beradaptasi dengan perubahan yang terjadi.

Hal ini sejalan dengan temuan penelitian oleh ³⁶ yang menunjukkan bahwa kapasitas adaptif sangat bergantung pada kekuatan hubungan sosial dan jaringan yang ada. Penelitian ini menekankan bahwa jaringan sosial yang kuat memainkan peran kunci dalam mempercepat proses pembelajaran kolektif, memungkinkan masyarakat untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman yang berharga dalam menghadapi perubahan. Dengan adanya jaringan sosial yang solid, masyarakat akan lebih mudah mengakses sumber daya yang diperlukan, baik itu berupa informasi teknis, dukungan finansial, maupun akses terhadap bantuan eksternal. Jaringan sosial ini juga dapat mempercepat proses pemberdayaan masyarakat, karena komunikasi yang terbuka dan saling mendukung memungkinkan petani untuk beradaptasi dengan lebih cepat dan efektif. Oleh karena itu, peran jaringan sosial dalam masyarakat desa menjadi sangat penting dalam membangun ketahanan terhadap risiko eksternal, termasuk perubahan iklim dan bencana alam, yang memerlukan respons cepat dan terkoordinasi. Dalam konteks ini,

³⁶ Adger, "Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change."

jaringan sosial bukan hanya sekadar alat untuk bertahan, tetapi juga sarana untuk berkembang dan berinovasi.

Beberapa penelitian juga memperlihatkan bahwa masyarakat dengan jaringan sosial yang kuat dapat mengakses bantuan eksternal lebih cepat dan lebih efektif. Penelitian oleh ³⁷ menunjukkan bahwa komunitas dengan hubungan sosial yang solid lebih mampu mengelola sumber daya alam dan menghadapi tantangan iklim. Meski begitu, keberhasilan pengelolaan organisasi dan jaringan sosial di Brebes juga menghadapi beberapa tantangan struktural. Salah satunya adalah masalah koordinasi yang kurang optimal antara kelompok tani, petani, dan pihak eksternal seperti pemerintah. Tanpa koordinasi yang baik, bantuan yang diberikan sering kali tidak terdistribusi secara merata dan inisiatif yang ada menjadi kurang efektif dalam menjawab kebutuhan petani. Ketidakteraturan dalam pelaksanaan program atau penyuluhan juga menjadi hambatan yang besar.

Keberlanjutan inisiatif adaptasi menjadi tantangan besar dalam konteks petani di Kabupaten Brebes. Banyak program yang diberikan tidak berlangsung lama dan seringkali tidak diikuti dengan penyediaan sarana yang cukup untuk mendukung penerapan teknologi baru. Hal ini menjadikan inisiatif adaptasi hanya berdampak sementara tanpa memberikan perubahan yang signifikan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penting bagi pemerintah dan organisasi terkait untuk memastikan bahwa pendampingan yang berkelanjutan disediakan serta memastikan bahwa intervensi yang dilakukan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan konteks lokal. Tanpa adanya pendampingan yang kontinu dan program yang tepat sasaran, kapasitas adaptif petani akan tetap terbatas. Kolaborasi yang lebih solid dan terstruktur antara pemerintah, organisasi lokal, dan masyarakat sangat diperlukan untuk memperkuat kapasitas adaptif petani di tingkat desa.

Hanya dengan menciptakan kolaborasi yang lebih kuat dan terstruktur, kapasitas adaptif di tingkat komunitas dapat berkembang secara maksimal. Pembentukan jaringan sosial yang inklusif, yang dapat mengakomodasi petani dari berbagai status sosial dan gender, serta memperhatikan aspek keberlanjutan dan pelatihan teknis, sangat diperlukan untuk meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat petani. Sinergi antara organisasi lokal, masyarakat, dan pemerintah akan sangat menentukan keberhasilan adaptasi petani dalam menghadapi perubahan iklim dan tekanan ekonomi yang semakin besar.

³⁷ Renata Peregrino de Brito et al., "The Role of Social Capital in Climate Change Adaptation: Small Farmers' Perspective," *Journal of Macromarketing* 44, no. 3 (2024): 704–22, <https://doi.org/10.1177/02761467241249149>.

Dengan demikian, pengelolaan yang tepat dan kolaboratif antara semua pihak akan menjadi kunci dalam meningkatkan ketahanan dan kemampuan adaptasi petani di Brebes.

5. Fleksibilitas dan Strategi Adaptasi: Menilai Responsivitas Petani terhadap Krisis Iklim

Fleksibilitas dan strategi adaptif merupakan elemen yang sangat penting dalam menghadapi perubahan iklim, bencana, dan ketidakpastian lainnya yang dihadapi oleh masyarakat, terutama petani di wilayah yang rentan seperti Kabupaten Brebes. Fleksibilitas ini bukan hanya terkait dengan kemampuan untuk mengubah pola perilaku, tetapi juga mencakup adaptasi terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan ekologis yang terus berkembang. Dengan adanya fleksibilitas, masyarakat akan mampu menyesuaikan diri dengan cepat terhadap perubahan yang tidak terduga.

Fleksibilitas dalam konteks adaptasi merujuk pada kemampuan individu atau kelompok untuk merespons secara dinamis terhadap perubahan yang terjadi. Petani yang memiliki fleksibilitas tinggi cenderung lebih mampu mengelola hasil pertanian mereka dengan cara yang lebih efisien, bahkan dalam kondisi yang tidak menentu. Misalnya, mereka dapat menyesuaikan waktu tanam dan jenis tanaman yang digunakan berdasarkan pola cuaca atau tren pasar yang berubah. fleksibilitas adalah kunci dalam meningkatkan kapasitas adaptif, karena ia memungkinkan masyarakat untuk bereaksi secara efektif terhadap kondisi yang berubah³⁸.

Namun, meskipun fleksibilitas itu penting, tidak semua masyarakat memiliki kemampuan yang sama dalam menerapkan strategi adaptif. Hal ini terutama berkaitan dengan akses terhadap informasi dan pengetahuan yang relevan. Petani yang memiliki akses terbatas terhadap informasi, baik mengenai teknologi baru, perubahan iklim, atau pasar, cenderung lebih terhambat dalam mengembangkan strategi adaptif yang efektif. Salah satu kendala utama dalam meningkatkan fleksibilitas adalah kurangnya akses terhadap pengetahuan yang diperlukan untuk merumuskan strategi adaptasi yang tepat.

Dalam konteks Kabupaten Brebes, petani yang memiliki keterbatasan dalam hal teknologi dan pengetahuan sering kali terjebak dalam pola bertani tradisional yang tidak fleksibel terhadap perubahan. Sebagai contoh, sebagian besar petani di Brebes masih bergantung pada teknik pertanian konvensional, yang mengandalkan pola tanam yang tetap meskipun cuaca atau musim telah berubah. Ini menunjukkan kurangnya fleksibilitas dalam mengadaptasi praktik pertanian terhadap perubahan iklim yang

³⁸ Smit and Wandel, "Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability."

semakin tak terduga. Penelitian oleh Eakin et al. (2009) mengungkapkan bahwa petani yang memiliki pengetahuan terbatas cenderung gagal mengembangkan strategi adaptasi yang efektif, karena mereka tidak bisa menilai atau merespons perubahan dengan cara yang optimal.

Di sisi lain, petani yang dapat mengakses informasi terkait ramalan cuaca atau teknologi baru lebih mudah menyesuaikan waktu tanam dan memilih varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kekeringan atau perubahan suhu yang ekstrem. Misalnya, penggunaan bibit unggul atau varietas tanaman yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim dapat meningkatkan hasil pertanian dan mengurangi kerugian yang disebabkan oleh ketidakpastian iklim. Fleksibilitas dalam memilih teknologi dan varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi lokal dapat memperkuat ketahanan petani terhadap dampak perubahan iklim ³⁹.

Strategi adaptif yang baik tidak hanya mengandalkan fleksibilitas individu, tetapi juga melibatkan kolaborasi dan dukungan eksternal, seperti pemerintah, organisasi masyarakat, atau lembaga swadaya masyarakat. Dalam hal ini, peran pemerintah dalam memberikan pelatihan teknis, penyuluhan, dan akses terhadap sumber daya sangat penting. Sebagai contoh, di beberapa daerah, pelatihan tentang penggunaan teknologi irigasi yang efisien atau pengelolaan sumber daya alam yang lebih berkelanjutan telah membantu petani meningkatkan kapasitas adaptif mereka. Penelitian oleh Cinner et al. (2012) menunjukkan bahwa kolaborasi antara masyarakat dan pemerintah dalam merumuskan strategi adaptasi yang berbasis pada kebutuhan lokal sangat efektif dalam meningkatkan kapasitas adaptif.

Selain itu, fleksibilitas dalam pengelolaan sumber daya juga mencakup diversifikasi mata pencaharian. Petani yang hanya bergantung pada satu jenis tanaman atau sumber penghidupan cenderung lebih rentan terhadap perubahan iklim yang mempengaruhi hasil pertanian mereka. Sebaliknya, petani yang mengadopsi strategi diversifikasi misalnya dengan menanam berbagai jenis tanaman atau mengintegrasikan kegiatan pertanian dengan peternakan atau perikanan lebih mampu bertahan dalam kondisi yang tidak menentu. Penelitian oleh ⁴⁰ melaporkan diversifikasi merupakan strategi adaptasi yang efektif dalam mengurangi kerentanan terhadap perubahan iklim dan mampu memperpendek musim paceklik.

³⁹ Thompson et al., "Climate Change and Food Security in Sub-Saharan Africa: A Systematic Literature Review."

⁴⁰ Marin Ferry and Jeanne de Montalembert, "Mitigating Climate Vulnerability: The Crop Diversification Effect," *Ecological Economics* 233, no. June 2024 (2025): 108568, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108568>.

Fleksibilitas juga berkaitan dengan kemampuan untuk berinovasi. Petani yang terbuka terhadap eksperimen dengan teknologi baru atau metode pertanian yang lebih efisien cenderung lebih sukses dalam mengatasi tantangan perubahan iklim. Namun, inovasi ini sering kali memerlukan dukungan yang cukup, baik dari sisi pelatihan, modal, maupun infrastruktur. Oleh karena itu, penting bagi pemerintah dan lembaga terkait untuk menciptakan lingkungan yang mendukung inovasi, termasuk menyediakan akses terhadap teknologi yang relevan dan pembiayaan yang mudah dijangkau. Penelitian oleh ⁴¹ menunjukkan bahwa inovasi yang didukung oleh pengetahuan lokal dan keterlibatan komunitas memiliki dampak yang lebih besar dalam meningkatkan ketahanan terhadap bencana alam.

Akhirnya, penting untuk dicatat bahwa strategi adaptif tidak dapat dilaksanakan secara parsial, melainkan harus bersifat holistik dan terintegrasi. Fleksibilitas dalam adaptasi memerlukan pendekatan yang melibatkan berbagai sektor pertanian, pendidikan, kesehatan, dan ekonomi yang saling terkait. Dalam konteks ini, peran jaringan sosial dan organisasi lokal menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa setiap lapisan masyarakat dapat mengakses sumber daya yang diperlukan untuk beradaptasi. Sinergi antara berbagai aktor, baik lokal maupun eksternal, akan memperkuat kapasitas adaptif masyarakat di Kabupaten Brebes, serta meningkatkan ketahanan mereka terhadap dampak perubahan iklim.

Dengan menggabungkan fleksibilitas dalam pengelolaan sumber daya, diversifikasi mata pencaharian, inovasi, serta kolaborasi antara masyarakat dan pemerintah, masyarakat petani di Brebes dapat membangun strategi adaptasi yang lebih tangguh. Oleh karena itu, pembangunan kapasitas adaptif tidak hanya bergantung pada kemampuan individu, tetapi juga pada struktur dan sistem yang mendukung mereka untuk bertahan dalam menghadapi perubahan yang semakin cepat dan tidak terduga. Fleksibilitas, bersama dengan dukungan yang tepat, dapat menjadi kunci dalam mengatasi tantangan yang dihadapi masyarakat dalam menghadapi perubahan iklim dan bencana alam.

D. Penutup

Studi ini mengungkapkan bahwa kapasitas adaptif masyarakat petani di Kabupaten Brebes dalam menghadapi perubahan iklim sangat dipengaruhi oleh keberadaan dan interaksi dari lima dimensi utama, yakni aset dan sumber daya, pengetahuan dan

⁴¹ Syamsul Maarif, *Pikiran Dan Gagasan Penanggulangan Bencana Di Indonesia*, in *Bintek Manajemen Penyusunan Peta Rawan Bencana* (2012).

informasi, keterampilan dan teknologi, organisasi dan jaringan sosial, serta fleksibilitas dan strategi adaptasi. Ketimpangan akses terhadap aset dan sumber daya menjadi jerat awal yang menghambat proses adaptasi, diperparah oleh rendahnya literasi iklim dan terbatasnya informasi yang diterima petani. Tradisi pertanian yang kuat sering kali berbenturan dengan kebutuhan inovasi teknologi, sementara kekuatan kolektif melalui jaringan sosial belum sepenuhnya dioptimalkan untuk mendukung ketahanan bersama. Sementara itu, fleksibilitas dan strategi adaptif menunjukkan adanya variasi respons individu terhadap risiko iklim, yang sangat dipengaruhi oleh keterbukaan terhadap perubahan, akses informasi, dan dukungan eksternal.

Dengan demikian, membangun kapasitas adaptif bukan hanya soal memperkuat satu dimensi secara parsial, melainkan menciptakan sinergi lintas faktor yang saling memperkuat. Intervensi kebijakan dan program adaptasi perlu mempertimbangkan konteks lokal secara holistik dan mendalam, mulai dari ketimpangan struktural hingga potensi lokal yang bisa dikembangkan. Peningkatan kapasitas adaptif petani harus dirancang untuk mendorong transformasi sistemik, bukan sekadar mempertahankan pola adaptasi lama. Oleh karena itu, upaya adaptasi perlu didorong melalui strategi multi-level yang terintegrasi, berorientasi jangka panjang, dan berbasis pada penguatan komunitas sebagai aktor utama dalam menghadapi krisis iklim yang kian kompleks.

Daftar Pustaka

- Adger, W. Neil. "Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change." *Economic Geography* 79, no. 4 (2003): 387–404. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2003.tb00220.x>.
- Adger, W. Neil. "Vulnerability." *Global Environmental Change* 16, no. 3 (2006): 268–81. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.
- Adhi, Andriyono, Glaniz Aryanto, and Nurul Kusumaningrum. "Policy Pathway to Resilience: Shifting to High-Yielding Rice Seeds to Reduce Emissions and Strengthen Rice Production in Indonesia." *BIO Web of Conferences* 119 (2024): 1–10. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411901002>.
- Amirat, Farah, Haji Saediman, and Sarinah Sarinah. "Pengetahuan, Persepsi, Dan Adaptasi Petani Padi Sawah Terhadap Perubahan Iklim Di Kota Kendari." *Jurnal Sosio Agribisnis* 6, no. 1 (2021): 36–47. <https://doi.org/10.33772/jsa.v6i1.17230>.
- Ansell, Chris, and Alison Gash. "Collaborative Governance in Theory and Practice." *Journal of Public Administration Research and Theory* 18, no. 4 (2008): 543–71. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>.

- Arifah, Darmawan Salman, Amir Yassi, and Eymal Bahsar Demmallino. "Livelihood Vulnerability of Smallholder Farmers to Climate Change: A Comparative Analysis Based on Irrigation Access in South Sulawesi, Indonesia." *Regional Sustainability* 3, no. 3 (2022): 244–53. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2022.10.002>.
- Becerra-Encinales, Julián F., Paloma Bernal-Hernandez, Jorge A. Beltrán-Giraldo, Alexandre P. Cooman, Luis H. Reyes, and Juan C. Cruz. "Agricultural Extension for Adopting Technological Practices in Developing Countries: A Scoping Review of Barriers and Dimensions." *Sustainability (Switzerland)* 16, no. 9 (2024). <https://doi.org/10.3390/su16093555>.
- Bergquist, Magnus, Andreas Nilsson, and P. Wesley Schultz. "Experiencing a Severe Weather Event Increases Concern about Climate Change." *Frontiers in Psychology* 10, no. FEB (2019): 1–6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00220>.
- Brito, Renata Peregrino de, Marcelo Martins de Sá, and Nathalia Machado di Araújo. "The Role of Social Capital in Climate Change Adaptation: Small Farmers' Perspective." *Journal of Macromarketing* 44, no. 3 (2024): 704–22. <https://doi.org/10.1177/02761467241249149>.
- Chetri, Priya, Upasna Sharma, and P. V Ilavarasan. "Role of Information and ICTs as Determinants of Farmer's Adaptive Capacity to Climate Risk: An Empirical Study from Haryana, India." *Proceedings of the 1st Virtual Conference on Implications of Information and Digital Technologies for Development*, 2021, 95–110.
- DFID. *Sustainable Livelihoods Guidance Sheets, Section 2.1. Department for International Development (DFID)*. In *Departement for International Development*. 1999.
- Ferry, Marin, and Jeanne de Montalembert. "Mitigating Climate Vulnerability: The Crop Diversification Effect." *Ecological Economics* 233, no. June 2024 (2025): 108568. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108568>.
- Gasparrini, Antonio, Yuming Guo, Francesco Sera, et al. "Projections of Temperature-Related Excess Mortality Under Climate Change Scenarios." *The Lancet Planetary Health* 1, no. 9 (2017): e360–67. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30156-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30156-0).
- Harvey, Celia A., Zo Lalaina Rakotobe, Nalini S. Rao, et al. "Extreme Vulnerability of Smallholder Farmers to Agricultural Risks and Climate Change in Madagascar." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369, no. 1639 (2014). <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0089>.
- He, Xinjun, Jianzhong Yan, Liang Emlyn Yang, Junying Wang, Hong Zhou, and Xue Lin. "Linking Smallholders' Livelihood Resilience with Their Adaptation Strategies to Climate Impacts: Insights from the Tibetan Plateau." *Ecology and Society* 29, no. 2 (2024). <https://doi.org/10.5751/ES-14639-290207>.
- Howden, S. Mark, Jean François Soussana, Francesco N. Tubiello, Netra Chhetri, Michael Dunlop, and Holger Meinke. "Adapting Agriculture to Climate Change." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, no. 50 (2007): 19691–96. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701890104>.
- Iizumi, Toshichika, Masayuki Yokozawa, and Motoki Nishimori. "Probabilistic Evaluation of Climate Change Impacts on Paddy Rice Productivity in Japan." *Climatic Change* 107, no. 3 (2011): 391–415. <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9990-7>.
- IPCC. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the*

- Intergovernmental Panel on Climate Change*, vol. 9781107025. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.003>.
- Iswoyo, H., S. Stoeber, Kaimuddin, A. Yassi, R. Dermawan, and T. Ramba. "Empowering Upland Farmers to Become More Resilient Towards Climate Change - Experiences from Toraja, Indonesia." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 235, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/235/1/012039>.
- Izzah, Iva Yulianti Umdatul, and Husainatul Jazilah. "Farmer Resilience in Maintaining Agricultural Production During the COVID-19 Pandemic: Study in Solokuro Subdistrict, Lamongan." *Society* 10, no. 1 (2022): 126–40. <https://doi.org/10.33019/society.v10i1.335>.
- Jones, M. R., A. Singels, and A. C. Ruane. "Simulated Impacts of Climate Change on Water Use and Yield of Irrigated Sugarcane in South Africa." *Agricultural Systems* 139 (2015): 260–70. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.07.007>.
- Khairulbahri, Muhamad. "Analyzing The Impacts of Climate Change on Rice Supply in West Nusa Tenggara, Indonesia." *Heliyon* 7, no. 12 (2021): e08515. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08515>.
- Maarif, Syamsul. *Pikiran Dan Gagasan Penanggulangan Bencana Di Indonesia*. In *Bintek Manajemen Penyusunan Peta Rawan Bencana*. 2012.
- Mora, Camilo, Bénédicte Dousset, Iain R. Caldwell, et al. "Global Risk of Deadly Heat." *Nature Climate Change* 7, no. 7 (2017): 501–6. <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>.
- Putri, Nurilla Elya, Muhammad Yamin, Eries Anggraini, and Ary Hayati. "Persepsi Petani Terhadap Asuransi Pertanian Sebagai Upaya Meminimalkan Risiko Gagal Panen Di Lahan Sawah (Studi Kasus Petani Padi Di Kabupaten OKI Sumatera Selatan)." *Jurnal EKonomi Pertanian* 3, no. 3 (2019): 459–69. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2019.003.03.1>.
- Ruslan, Januar Arifin, Muhammad Firdaus, and Suharno Suharno. "Transmisi Harga Asimetri Dalam Rantai Pasok Bawang Merah Dan Hubungannya Dengan Impor Di Indonesia: Studi Kasus Di Brebes Dan Jakarta Asymmetric Price Transmission in Supply Chain of Shallot and Its Relationship With Import in Indonesia: A Case Study in B." *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, V 10, no. 1 (2016): 103–28.
- Salampessy, Yudi L.A. "Menakar Kapasitas Adaptasi Perubahan Iklim Petani Padi Sawah (Kasus Kabupaten Pasuruan Jawa Timur)." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 16, no. 1 (2018): 25. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.25-34>.
- Santika, Truly, Salut Muhidin, Sugeng Budiharta, et al. "Deterioration of Respiratory Health Following Changes to Land Cover and Climate in Indonesia." *One Earth* 6, no. 3 (2023): 290–302. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.02.012>.
- Sellers, Samuel, and Clark Gray. "Climate Shocks Constrain Human Fertility in Indonesia." *World Development* 117 (2019): 357–69. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.02.003>.
- Septiana, Lely Rachma, Machfud Machfud, and Indah Yuliasih. "Peningkatan Kinerja Rantai Pasok Bawang Merah (Studi Kasus: Kabupaten Brebes)." *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 27, no. 2 (2017): 125–40. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.2.125>.

- Setiawati, Martiwi Diah, Muhammad Rizki Nandika, Indarto Happy Supriyadi, et al. "Climate Change and Anthropogenic Pressure on Bintan Islands, Indonesia: An Assessment of The Policies Proposed by Local Authorities." *Regional Studies in Marine Science* 66, no. 103123 (2023): 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103123>.
- Siedenburg, J.R. "Local Knowledge and Natural Resource Management in a Peasant Farming Community Facing Rapid Change: A Critical Examination." *QEH Working Paper* 166, no. 166 (2008).
- Smit, Barry, and Johanna Wandel. "Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability." *Global Environmental Change* 16, no. 3 (2006): 282–92. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>.
- Surmaini, Elza, Yeli Sarvina, Erni Susanti, et al. "Climate Change and The Future Distribution of Brown Planthopper in Indonesia : A Projection Study." *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, no. August (2023). <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.10.002>.
- Susanti, Erni, Elza Surmaini, and Woro Estiningtyas. "Parameter Iklim Sebagai Indikator Peringatan Dini Serangan Hama Penyakit Tanaman." *Jurnal Sumberdaya Lahan* 12, no. 1 (2020): 59. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v12n1.2018.59-70>.
- Thomas, Adelle, April Baptiste, Rosanne Martyr-Koller, Patrick Pringle, and Kevon Rhiney. "Climate Change and Small Island Developing States." *Annual Review of Environment and Resources* 45 (2020): 1–27. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-083355>.
- Thompson, Heather E., Lea Berrang-Ford, and James D. Ford. "Climate Change and Food Security in Sub-Saharan Africa: A Systematic Literature Review." *Sustainability* 2, no. 8 (2010): 2719–33. <https://doi.org/10.3390/su2082719>.
- Vinata, Ria Tri, Masitha Tismananda Kumala, and Cita Yustisia Serfiyani. "Climate Change and Reconstruction of Indonesia's Geographic Basepoints: Reconfiguration of Baselines and Indonesian Archipelagic Sea Lanes." *Marine Policy* 148, no. October 2022 (2023): 105443. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105443>.
- Wolff, Nicholas H., Lucas R.Vargas Zeppetello, Luke A. Parsons, et al. "The Effect of Deforestation and Climate Change on All-Cause Mortality and Unsafe Work Conditions Due to Heat Exposure in Berau, Indonesia: A Modelling Study." *The Lancet Planetary Health* 5, no. 12 (2021): e882–92. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00279-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00279-5).
- Yami, Mesay, Mekonnen Sime, Adane Hirpa, Shiferaw Feleke, and Tahirou Abdoulaye. "Effects of Extension Ervice on The Uptake of Climate-Smart Sorghum Production Practices: Insights from Drylands of Ethiopia." *Environmental and Sustainability Indicators* 24, no. August (2024): 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100477>.