

PROPOSAL DISERTASI

**PENGARUH PRODUKSI PANGAN, AKSES PANGAN, PERAN SOSIAL
KELEMBAGAAN, TEKNOLOGI INFORMASI DAN LINGKUNGAN
MENUJU KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN
DI SUMATERA BARAT**



OLEH:

**RETWANDO
NIM : 23328009**

**PROGRAM KAJIAN LINGKUNGAN DAN PEMBANGUNAN
FAKULTAS EKONOMI BISNIS
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal disertasi dengan judul **“Pengaruh Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi dan Lingkungan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan di Sumatera Barat”**. Proposal Disertasi ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman penulis terkait lingkungan dan pembangunan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada kepada semua pihak yang telah membantu penulis sehingga tugas ini dapat terselesaikan tepat waktu, yaitu Bapak Prof. Dr. Bustari Muchtar selaku promotor dan Bapak Dr. Yulhendri, S.Pd, M.Si selaku ko-promotor dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penulisan makalah ini.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu saran, masukan, dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Penulis juga berharap semoga tugas ini dapat menambah wawasan dan memberi manfaat bagi pembaca.

Bukittinggi, 11 Februari 2025
Mahasiswa,

Retwando, S.Komp, M.Si
NIM : 23328009

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah	6
1.4. Perumusan Masalah	7
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	7
1.7. Novelty	7
1.8. Roadmap Penelitian	10
1.9. Definisi Operasional	11
BAB II Tinjauan Pustaka	12
2.1. Kajian Teori	12
2.2. Penelitian yang Relevan	23
2.3. Kerangka Konseptual	27
2.4. Hipotesis Penelitian	31
BAB III Metodologi Penelitian	33
3.1. Jenis Penelitian	33
3.2. Populasi dan Sampel	33
3.3. Instrumen Penelitian	33
3.4. Teknik Pengumpulan Data	35
3.5. Teknis Analisis Data	38
3.6. Jadwal Penelitian	39
3.7. Referensi	40
Daftar Pustaka	44

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Ketahanan pangan telah menjadi isu penting dan prioritas utama di banyak negara selama beberapa dekade. Sistem ketahanan pangan yang kuat dapat membantu negara mendorong pertumbuhan ekonomi dan menjaga stabilitas politik sebagai landasan menuju kemakmuran (Schroeder dan Meyers, 2016). Konsep ketahanan pangan terus berkembang. Pada tahun 1970-an, ketahanan pangan dipahami sebagai pemenuhan kebutuhan dasar konsumsi makanan dan sebagai indikator kesejahteraan individu (Magana-lemus dan Jorge, 2015). Menurut *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), ketahanan pangan adalah situasi dimana setiap individu memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi yang memadai untuk mendapatkan makanan yang diperlukan guna menjalani kehidupan yang aktif dan sehat (Peng dan Berry, 2018).

Ketahanan pangan terdiri dari empat dimensi utama, yaitu ketersediaan pangan, aksesibilitas pangan, pemanfaatan pangan, dan stabilitas pangan. Tiga dimensi utama yang sering digunakan untuk mengukur ketahanan pangan adalah ketersediaan, aksesibilitas, dan pemanfaatan, karena stabilitas pangan dapat merujuk pada aspek ketersediaan dan akses (Maxwell, 1996). Selain itu, dalam konteks tantangan global, aspek *sustainability and adaptation* (keberlanjutan dan adaptasi) kini juga menjadi perhatian utama dalam ketahanan pangan. Keberlanjutan dan adaptasi memastikan bahwa sistem pangan tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan saat ini, tetapi juga tetap mampu menyediakan pangan di

masa depan dengan mempertimbangkan dampak lingkungan. Adaptasi yang efektif diperlukan agar sistem pangan dapat beradaptasi terhadap ancaman seperti penggunaan energi, degradasi lahan, dan keterbatasan sumber daya.

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, ketahanan pangan adalah terpenuhinya kebutuhan pangan bagi masyarakat. Ketahanan pangan ini mencakup ketersediaan, keterjangkauan, pemanfaatan, dan gizi pangan. Indikator ketahanan pangan yaitu tersedia pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, pangan aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau, pangan tidak bertentangan dengan agama dan keyakinan dan masyarakat tidak berada dalam kondisi kelaparan atau dihantui ancaman kelaparan.

Berbagai tantangan dalam mencapai ketahanan pangan di Indonesia mencakup pertumbuhan penduduk yang pesat, yang berdampak pada peningkatan konsumsi, serta penyusutan lahan pertanian akibat alih fungsi lahan. Selain itu, ketergantungan terhadap impor untuk memenuhi kebutuhan beberapa komoditas pangan strategis masih tinggi. Hambatan dalam adopsi teknologi pertanian juga menjadi masalah, terutama karena rendahnya transfer teknologi dari lembaga penelitian ke petani. Untuk mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan, diperlukan penyesuaian kebijakan yang mencakup perubahan tujuan, metode, dan sasaran pembangunan pangan. Kebijakan yang diterapkan harus berorientasi pada penguatan ketahanan pangan guna memastikan distribusi pangan yang adil dan merata di tingkat masyarakat, rumah tangga, dan individu (Chaireni, 2020).

Ketahanan pangan berkelanjutan di Indonesia menghadapi tantangan yang kompleks dan mencakup berbagai aspek, termasuk ekonomi, sosial, politik, dan lingkungan. Hasil analisis menunjukkan bahwa dalam lima tahun terakhir, Indonesia telah mampu menyediakan pangan yang cukup bagi penduduknya, meskipun kualitas konsumsi pangan masih belum sesuai dengan standar gizi yang direkomendasikan. Tantangan menuju ketahanan pangan berkelanjutan pada tahun 2025 diperkirakan akan semakin besar, sehingga diperlukan penyesuaian arah kebijakan yang mencakup perumusan tujuan, strategi pencapaian, serta penetapan sasaran pembangunan ketahanan pangan secara lebih terarah dan berkelanjutan (Suryana, 2014).

Ketahanan pangan di Indonesia dari tahun 2019 hingga 2023 menunjukkan perbaikan meskipun ada tantangan signifikan. Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang digunakan untuk mengukur kemampuan provinsi dalam mengelola pangan, memperlihatkan perbedaan hasil antar wilayah. Secara umum, kebijakan pemerintah untuk meningkatkan produksi pangan domestik dan distribusi yang merata mulai menunjukkan hasil positif, meskipun ketergantungan pada impor pangan masih menjadi masalah. Program ketahanan pangan berbasis lokal, serta penerapan teknologi pertanian yang lebih modern, telah berkontribusi pada peningkatan ketersediaan pangan, terutama untuk komoditas utama seperti beras dan jagung.

Lumbanraja et al. (2023) menganalisis politik pangan dalam meningkatkan ketahanan pangan di Sumatera Utara dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan yang efektif dan kerja sama kelembagaan

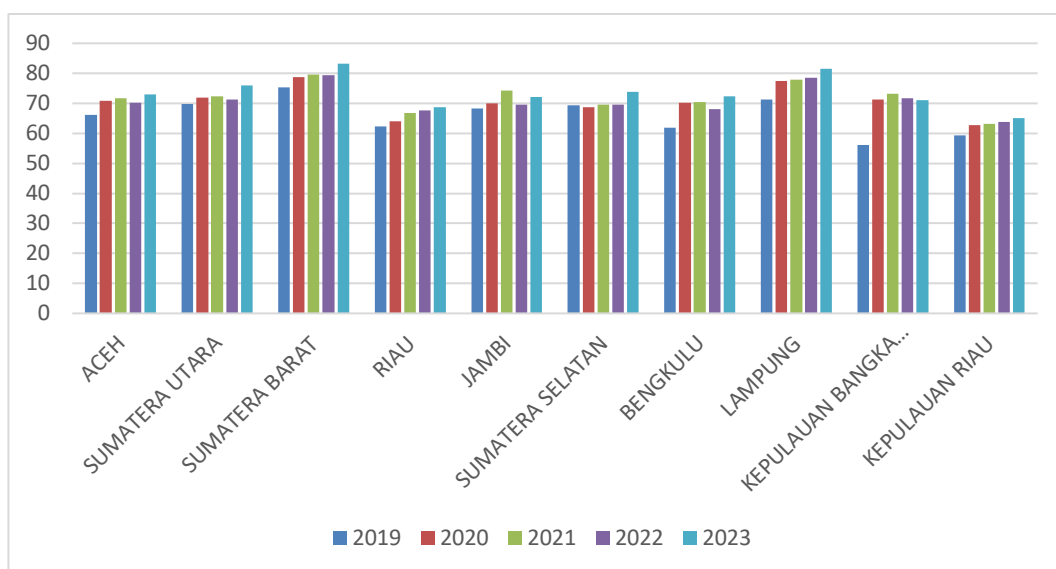
antarwilayah berperan besar dalam menjaga ketersediaan pangan. Strategi yang diperlukan meliputi peningkatan komoditas pertanian unggulan, pemberdayaan masyarakat, serta peningkatan kualitas dan keamanan pangan lokal. Selain itu, penerapan teknologi pertanian berbasis digital (Smart Farming) dan diversifikasi pangan menjadi faktor kunci dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi sektor pertanian. Implementasi kebijakan pangan berbasis inovasi dan kerja sama lintas sektor terbukti memperkuat ketahanan pangan di Sumatera Utara, sehingga diperlukan kebijakan strategis yang komprehensif dan berkelanjutan.

Dalam periode 2019–2023, provinsi-provinsi di Sumatera dan Kepulauan menunjukkan perkembangan signifikan dalam ketahanan pangan. Sumatera Barat, Lampung, dan Sumatera Utara mengalami peningkatan skor Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang mencerminkan perbaikan dalam sistem produksi dan distribusi pangan. Aceh mencatat kenaikan skor dari 66,22 pada 2019 menjadi 72,96 pada 2023, meskipun tantangan distribusi pangan dan kemiskinan masih perlu diatasi. Sumatera Utara mengalami kenaikan dari 69,81 menjadi 75,97, didorong oleh keberhasilan sektor pertanian dan keragaman komoditas pangan.

Sumatera Barat mencatat pencapaian tertinggi dengan skor IKP meningkat dari 75,43 pada 2019 menjadi 83,22 pada 2023. Keberhasilan ini didukung oleh produksi pangan yang meningkat dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Provinsi lain seperti Lampung dan Sumatera Selatan juga menunjukkan perkembangan positif. Lampung, sebagai produsen utama padi, kedelai, dan jagung, mengalami peningkatan skor dari 71,36 menjadi 81,56, sementara Sumatera Selatan naik dari 69,3 menjadi 73,82.

Beberapa daerah, seperti Kepulauan Bangka Belitung dan Kepulauan Riau, mengalami kenaikan skor yang lebih moderat. Kepulauan Bangka Belitung meningkat dari 56,03 menjadi 71,14, meskipun masih menghadapi tantangan lahan pertanian dan distribusi pangan. Kepulauan Riau mencatat kenaikan dari 59,26 menjadi 65,1, seiring dengan perkembangan sektor perikanan dan pertanian.

Sumatera Barat tetap menjadi model keberhasilan ketahanan pangan di wilayah ini. Peningkatan skor IKP yang signifikan mencerminkan efektivitas kebijakan dan program yang mendukung sektor pertanian serta pengelolaan pangan. Dengan distribusi pangan yang semakin baik dan partisipasi masyarakat yang meningkat, Sumatera Barat diharapkan dapat mempertahankan dan meningkatkan ketahanan pangannya, sekaligus mendukung ketahanan pangan nasional.



Gambar 1.1: Indeks Ketahan Pangan Provinsi di Sumatera Tahun 2019 s.d 2023

Ketahanan pangan di Sumatera Barat menunjukkan perkembangan signifikan pada 2019–2023, dengan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) meningkat dari 75,43

menjadi 83,22. Hal ini mencerminkan perbaikan dalam penyediaan pangan yang cukup, merata, dan terjangkau, meskipun distribusi ke daerah terpencil masih menjadi tantangan. Ketersediaan pangan juga membaik, dengan rata-rata protein per kapita naik dari 59,75 gram/hari (2019) menjadi 63,90 gram/hari (2023), serta ketersediaan energi meningkat dari 2300 kkal menjadi 2550 kkal/kapita/hari. Selain itu, luas area pertanian bertambah 150.000 hektar, dan lebih dari 56% lahan kini teririgasi, meningkatkan hasil pertanian secara signifikan.

Tingkat keterjangkauan pangan pun membaik, dengan 80% rumah tangga pada 2023 memiliki akses terhadap pangan bergizi. Keberhasilan ini didukung oleh berbagai program pemerintah yang meningkatkan daya beli masyarakat dan distribusi pangan yang lebih merata. Namun, meskipun terjadi kemajuan, ketergantungan pada pangan impor masih menjadi tantangan utama yang perlu diatasi untuk mencapai ketahanan pangan yang lebih berkelanjutan di Sumatera Barat. Data lebih detail dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1: Indeks Ketahanan Pangan Sumatera Barat 2019 s.d 2023

Indikator	2019	2020	2021	2022	2023
Indeks Ketahanan Pangan (IKP)	75,43	78,2	80,15	82,1	83,22
Ketersediaan Protein (gram/kapita/hari)	59,75	61,2	62	63	63,9
Ketersediaan Energi (kkal/kapita/hari)	2.300	2.400	2.450	2.500	2.550
Luas Area Pertanian (hektar)	300.000	320.000	350.000	400.000	450.000
Persentase Lahan Teririgasi (%)	50%	52%	54%	55%	56%
Tingkat Keterjangkauan Pangan (%)	70%	72%	75%	78%	80%
Ketergantungan pada Impor Pangan (%)	25%	23%	22%	21%	20%

Sumber: Dinas Pertanian Sumatera Barat

Ketahanan pangan di Sumatera Barat didukung oleh koordinasi berbagai pihak dan kebijakan strategis untuk menjaga ketersediaan pangan, terutama sebagai

daerah rawan bencana. Pada 2024, sebanyak 2.650 paket logistik dan 100 ton Cadangan Beras Pemerintah telah disalurkan ke daerah terdampak.

Peraturan Daerah Sumatera Barat Nomor 4 Tahun 2020 menjadi langkah penting dalam melindungi lahan pertanian pangan berkelanjutan, mencegah alih fungsi lahan, serta memastikan produktivitas pertanian. Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan (KP2B) diterapkan di tingkat provinsi dan kabupaten/kota untuk menjaga stabilitas produksi.

Penggunaan teknologi pertanian, bibit unggul, dan sistem irigasi mendukung peningkatan hasil pertanian, tetapi kesejahteraan petani masih belum signifikan. Regulasi dan program ketahanan pangan perlu dioptimalkan agar berdampak langsung pada kehidupan petani.

Lembaga penelitian seperti Badan Litbang Pertanian berperan dalam pengembangan benih unggul, meski keberhasilan diseminasi benih sangat bergantung pada industri benih dan sistem distribusi yang efisien. Upaya berkelanjutan dalam produksi, distribusi, dan akses pangan tetap diperlukan agar Sumatera Barat dapat mencapai ketahanan pangan yang lebih stabil dan berkelanjutan.

Selain itu, ekonomi pangan informal (IFE) masih memegang peranan penting dalam akses pangan di wilayah pedesaan. Seperti yang ditemukan oleh Freathy et al. (2024), sektor informal tetap menjadi sumber utama pangan bagi kelompok rentan, meskipun sektor ritel formal berkembang. Hal ini menunjukkan bahwa struktur distribusi pangan di Sumatera Barat juga perlu memperhitungkan peran ekonomi informal.

Di sisi lain, data pengeluaran rumah tangga menunjukkan bahwa sebagian besar anggaran masyarakat Sumatera Barat dialokasikan untuk pangan. Novarista dkk. (2024) mencatat bahwa pengeluaran pangan di Kabupaten Sijunjung mencapai 61,11% dari total pengeluaran rumah tangga. Tingginya pengeluaran ini menjadi indikator bahwa akses pangan masih menjadi tantangan bagi sebagian besar penduduk. Selain itu, konsumsi energi masyarakat rata-rata masih di bawah standar yang ditetapkan, menandakan potensi masalah dalam kecukupan gizi.

Upaya peningkatan ketahanan pangan juga dapat dilakukan melalui pemanfaatan sumber daya lokal, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian Pratama dkk. (2022) terkait peran Kelompok Wanita Tani (KWT) dalam Pekarangan Pangan Lestari (P2L). Partisipasi aktif dalam program ini terbukti meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga secara signifikan.

Subsidi pertanian juga berperan penting dalam mendukung produksi pangan. Menurut Mega Melia Putri dkk. (2024), subsidi input pertanian meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani. Namun, tantangan seperti distribusi yang tidak merata dan dampak lingkungan perlu menjadi perhatian dalam perancangan kebijakan subsidi.

Selain aspek ekonomi dan sosial, adopsi teknologi pertanian menjadi salah satu solusi strategis dalam meningkatkan ketahanan pangan. Penelitian Morchid dkk. (2024) menunjukkan bahwa sistem pertanian berbasis teknologi tinggi, seperti irigasi pintar berbasis IoT, dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 70%. Hal ini sejalan dengan temuan Chandio et al. (2024) yang menyatakan bahwa

investasi dalam teknologi digital dan R&D dapat meningkatkan produksi pangan dalam jangka panjang.

Selanjutnya ketahanan pangan di Sumatera Barat juga dipengaruhi oleh inovasi dan pengolahan limbah pertanian. Aboagye-Darko dan Mkhize (2025) menunjukkan bahwa inovasi personal memiliki pengaruh signifikan terhadap kesadaran ketahanan pangan, keuntungan relatif, kompatibilitas, dan kompleksitas inovasi. Kesadaran ketahanan pangan, kompatibilitas inovasi, serta pengalaman pertanian berpengaruh positif terhadap niat untuk mengadopsi inovasi digital, yang semakin penting dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi pangan. Pengalaman pertanian juga memoderasi hubungan antara kompatibilitas inovasi dan niat adopsi digital, dengan model ini menjelaskan 78,9% variabilitas dalam niat adopsi inovasi digital di sektor pertanian Ghana. Ini memberikan wawasan berharga dalam merancang strategi implementasi teknologi pertanian berbasis digital di Sumatera Barat.

Selain itu, Andhalkar dkk (2024) meneliti integrasi biokatalisis dalam biorafinasi untuk meningkatkan nilai limbah pertanian. Melalui sintesis 2-furoic acid (2-FA) dari sekam padi, proses ini melibatkan pretreatment asam organik dan oksidasi selektif dengan menggunakan *Candida antarctica* lipase B (CALB), dengan hasil keseluruhan 90%. Pendekatan ini menunjukkan potensi berkelanjutan dalam memanfaatkan limbah pertanian, yang dapat mendukung ketahanan pangan melalui peningkatan nilai tambah. Sementara itu, Cong, Meng, dan Xing (2023) meneliti pengolahan limbah padat pertanian dan pedesaan di China dengan konsep zero-waste city. Mereka merangkum jalur co-processing untuk mendukung

ekonomi sirkular, mengubah limbah menjadi pupuk dan energi, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah, yang dapat diterapkan untuk meningkatkan ketahanan pangan dan keberlanjutan pertanian di Sumatera Barat.

B. Identifikasi Masalah

Ketahanan pangan merupakan aspek krusial dalam pembangunan berkelanjutan yang mencakup ketersediaan, aksesibilitas, pemanfaatan, dan stabilitas pangan. Sumatera Barat, dengan karakteristik geografis dan sosial-ekonomi yang unik, menghadapi berbagai tantangan dalam memastikan ketahanan pangan bagi penduduknya. Oleh karena itu, pendekatan multidisiplin diperlukan untuk memahami dan mengatasi permasalahan ini.

Salah satu faktor utama dalam ketahanan pangan adalah ketersediaan bahan pangan yang cukup dalam jumlah dan mutu. Benih bermutu, khususnya varietas unggul baru (VUB), memiliki peran strategis dalam meningkatkan produksi pangan. Lembaga penelitian seperti Badan Litbang Pertanian dan perguruan tinggi berkontribusi dalam pengembangan sistem perbenihan yang tangguh dan berkelanjutan. Namun, efektivitas diseminasi benih unggul sangat bergantung pada kapasitas industri benih dan sistem distribusi yang efisien. Sejalan dengan temuan Pingali (2012), adopsi teknologi benih unggul dapat meningkatkan produksi pertanian secara signifikan, tetapi keberhasilannya bergantung pada akses petani terhadap benih berkualitas dan dukungan kebijakan pemerintah.

Selain itu, ekonomi pangan informal (IFE) masih memegang peranan penting dalam akses pangan di wilayah pedesaan. Seperti yang ditemukan oleh Freathy et

al. (2024), sektor informal tetap menjadi sumber utama pangan bagi kelompok rentan, meskipun sektor ritel formal berkembang. Hal ini menunjukkan bahwa struktur distribusi pangan di Sumatera Barat juga perlu memperhitungkan peran ekonomi informal. Menurut Reardon et al. (2019), pasar pangan informal masih mendominasi di banyak negara berkembang karena fleksibilitasnya dalam menyediakan pangan dengan harga yang lebih terjangkau dibandingkan sektor formal.

Di sisi lain, data pengeluaran rumah tangga menunjukkan bahwa sebagian besar anggaran masyarakat Sumatera Barat dialokasikan untuk pangan. Novarista dkk. (2024) mencatat bahwa pengeluaran pangan di Kabupaten Sijunjung mencapai 61,11% dari total pengeluaran rumah tangga. Tingginya pengeluaran ini menjadi indikator bahwa akses pangan masih menjadi tantangan bagi sebagian besar penduduk. Selain itu, konsumsi energi masyarakat rata-rata masih di bawah standar yang ditetapkan, menandakan potensi masalah dalam kecukupan gizi. Temuan ini sejalan dengan studi FAO (2021), yang menunjukkan bahwa beban pengeluaran pangan yang tinggi berkorelasi dengan ketidakamanan pangan rumah tangga di negara berkembang.

Upaya peningkatan ketahanan pangan juga dapat dilakukan melalui pemanfaatan sumber daya lokal, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian Pratama dkk. (2022) terkait peran Kelompok Wanita Tani (KWT) dalam Pekarangan Pangan Lestari (P2L). Partisipasi aktif dalam program ini terbukti meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga secara signifikan. Hal ini diperkuat oleh penelitian Fanzo et

al. (2021) yang menyatakan bahwa intervensi berbasis komunitas dalam sistem pangan lokal berkontribusi terhadap peningkatan ketersediaan dan akses pangan.

Subsidi pertanian juga berperan penting dalam mendukung produksi pangan. Menurut Mega Melia Putri dkk. (2024), subsidi input pertanian meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani. Namun, tantangan seperti distribusi yang tidak merata dan dampak lingkungan perlu menjadi perhatian dalam perancangan kebijakan subsidi. Menurut studi oleh Jayne et al. (2018), subsidi input pertanian yang dikelola dengan baik dapat meningkatkan hasil panen dan pendapatan petani, tetapi jika tidak tepat sasaran, dapat menyebabkan distorsi pasar dan inefisiensi ekonomi.

Selain aspek ekonomi dan sosial, adopsi teknologi pertanian menjadi salah satu solusi strategis dalam meningkatkan ketahanan pangan. Penelitian Morchid dkk. (2024) menunjukkan bahwa sistem pertanian berbasis teknologi tinggi, seperti irigasi pintar berbasis IoT, dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 70%. Hal ini sejalan dengan temuan Chandio et al. (2024) yang menyatakan bahwa investasi dalam teknologi digital dan R&D dapat meningkatkan produksi pangan dalam jangka panjang. Penelitian oleh Huang et al. (2020) juga menegaskan bahwa inovasi teknologi pertanian, termasuk digitalisasi rantai pasok, dapat mengurangi ketimpangan akses pangan dan meningkatkan ketahanan pangan global.

Dengan mempertimbangkan berbagai faktor tersebut, analisis ketahanan pangan di Sumatera Barat perlu dilakukan secara komprehensif, mencakup aspek Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi dan Lingkungan. Pemahaman terhadap dinamika ketahanan pangan ini akan

menjadi dasar bagi perumusan strategi yang lebih efektif dalam mewujudkan ketahanan pangan yang berkelanjutan di Sumatera Barat. Sebagaimana direkomendasikan oleh Godfray et al. (2010), perencanaan kebijakan ketahanan pangan harus bersifat holistik, dengan memperhitungkan faktor lingkungan, sosial-ekonomi, dan politik untuk mencapai ketahanan pangan jangka panjang.

C. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada wilayah Sumatera Barat, dengan kajian utama pada rumah tangga petani yang menjadi kelompok yang sangat terdampak dalam hal ketahanan pangan. Berbagai faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan di Sumatera Barat akan dianalisis melalui beberapa dimensi yang saling terkait, seperti produksi pangan, akses pangan, peran sosial dan kelembagaan, teknologi dan informasi, serta faktor lingkungan dan ekosistem.

Variabel Penelitian Fokus penelitian ini terbatas pada enam faktor utama, yaitu:

1. **Produksi Pangan:** Produksi pangan mengacu pada jumlah dan jenis tanaman pangan yang dihasilkan oleh rumah tangga petani di Sumatera Barat, yang mencakup tanaman pokok seperti padi, jagung, kedelai, serta tanaman lainnya yang mendukung ketahanan pangan lokal. Indikator: a. Jumlah hasil panen tanaman pangan (ton/hektar). b. Jenis tanaman pangan yang diproduksi (padi, jagung, kedelai, sayuran, buah-buahan, dll). c. Penggunaan bibit unggul. d. Intensitas panen dalam setahun (panen sekali, dua kali, atau lebih).

2. **Akses Pangan:** Akses pangan merujuk pada kemampuan rumah tangga petani untuk memperoleh pangan yang cukup dan bergizi baik melalui pasokan lokal maupun impor, serta distribusi pangan yang merata. Indikator:
a. Ketersediaan pangan di pasar lokal. b. Jarak dan biaya transportasi pangan ke rumah tangga petani. c. Kemudahan dalam mengakses pangan dengan harga yang wajar. d. Proporsi pendapatan rumah tangga yang digunakan untuk membeli pangan.
3. **Peran Sosial Kelembagaan:** Keterlibatan lembaga pemerintah, komunitas petani, dan organisasi sosial dalam menjaga ketahanan pangan, dengan fokus pada:
a. Partisipasi perempuan dalam pengambilan keputusan produksi pangan. b. Subsidi pertanian. c. Bantuan sosial. d. Keterlibatan dalam kelompok tani atau koperasi.
4. **Teknologi Informasi:** Pemanfaatan teknologi digital dalam sistem pertanian dan distribusi pangan, dengan fokus pada:
a. Akses terhadap internet di kalangan rumah tangga petani. b. Penggunaan aplikasi pertanian. c. Tingkat literasi pangan di masyarakat (pemahaman tentang pola makan sehat, keberagaman pangan). d. Penggunaan alat pertanian modern.
5. **Lingkungan:** Pengaruh faktor lingkungan terhadap ketahanan pangan, termasuk perubahan iklim dan pengelolaan sumber daya alam, dengan fokus pada:
a. Penggunaan limbah tanaman pangan sebagai pakan ternak dan pupuk organik. b. Penerapan sistem pertanian terintegrasi (contoh: mina padi). c. Pemanfaatan irigasi. d. Penggunaan pupuk alami.

6. **Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani:** Ketahanan pangan rumah tangga petani mengacu pada kondisi di mana rumah tangga memiliki akses yang stabil terhadap pangan yang cukup, bergizi, dan aman untuk dikonsumsi, serta mampu bertahan dalam menghadapi gangguan ketersediaan pangan. Indikator: a. Proporsi pangan yang berasal dari hasil pertanian sendiri. b. Jumlah hari dalam setahun rumah tangga mengalami kekurangan pangan. c. Keberagaman konsumsi pangan dari hasil pertanian sendiri. d. Ketersediaan cadangan pangan dalam rumah tangga (misalnya stok beras, sayur, sumber protein untuk beberapa waktu ke depan).

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari rumah tangga petani di Sumatera Barat melalui survei dan wawancara. Periode analisis mencakup kondisi terkini untuk memastikan relevansi temuan terhadap situasi saat ini. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengumpulan data melalui kuesioner terstruktur yang disebarkan kepada rumah tangga petani di Sumatera Barat. Analisis dilakukan secara deskriptif dan inferensial untuk memahami hubungan antar variabel yang diteliti.

Dengan adanya pembatasan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih fokus, mendalam, dan relevan bagi pengembangan strategi ketahanan pangan yang berkelanjutan di Sumatera Barat.

D. Perumusan Masalah

Dari beberapa uraian pendapat, fakta maupun temuan empiris pada pembatasan masalah maka menjadi landasan penting mengapa penelitian tentang perlu dilakukan. Untuk itu terdapat beberapa pertanyaan yang akan di jawab dalam penelitian ini antara lain:

1. Sejauh mana produksi pangan berkontribusi terhadap ketahanan pangan di Sumatera Barat?
2. Seberapa besar akses pangan memengaruhi stabilitas ketahanan pangan di Sumatera Barat?
3. Seberapa kuat peran sosial dan kelembagaan dalam meningkatkan ketahanan pangan di Sumatera Barat?
4. Seberapa signifikan pemanfaatan teknologi informasi dalam meningkatkan efektivitas produksi dan distribusi pangan?
5. Seberapa efektif ekosistem pertanian berkelanjutan dalam menjaga ketahanan pangan di Sumatera Barat?
6. Sejauh mana teknologi informasi memediasi hubungan antara produksi pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani?
7. Seberapa besar peran teknologi informasi dalam memediasi hubungan antara akses pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani?
8. Seberapa besar pengaruh teknologi informasi dalam memediasi hubungan antara peran sosial kelembagaan dan ketahanan pangan rumah tangga petani?
9. Sejauh mana faktor lingkungan memperkuat hubungan antara produksi pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani?

10. Seberapa besar faktor lingkungan dalam memperkuat hubungan antara akses pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian Pengaruh Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi dan Lingkungan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan di Sumatera Barat bertujuan untuk:

1. Menganalisis kontribusi produksi pangan terhadap ketahanan pangan di Sumatera Barat.
2. Mengukur pengaruh akses pangan terhadap stabilitas ketahanan pangan di Sumatera Barat.
3. Mengidentifikasi sejauh mana peran sosial dan kelembagaan dalam meningkatkan ketahanan pangan.
4. Menilai signifikansi pemanfaatan teknologi informasi dalam efektivitas produksi dan distribusi pangan.
5. Mengevaluasi efektivitas ekosistem pertanian berkelanjutan dalam menjaga ketahanan pangan di Sumatera Barat.
6. Menganalisis sejauh mana teknologi informasi memediasi hubungan antara produksi pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani
7. Mengukur pengaruh teknologi informasi sebagai variabel mediasi dalam hubungan antara akses pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.
8. Menguji bagaimana peran teknologi informasi dalam memediasi hubungan antara peran sosial kelembagaan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.

9. Menganalisis sejauh mana faktor lingkungan memperkuat hubungan antara produksi pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.
10. Mengukur seberapa besar faktor lingkungan dalam memperkuat hubungan antara akses pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.

F. Manfaat Penelitian

1. Peneliti:

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi peneliti untuk mendalami aspek ketahanan pangan di wilayah Sumatera Barat, khususnya terkait dengan rumah tangga petani. Hasil penelitian ini akan memperkaya wawasan peneliti dalam hal implementasi teknologi pertanian, kebijakan pemerintah, serta praktik pertanian berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi bahan referensi bagi peneliti lain dalam studi ketahanan pangan dan pengelolaan sumber daya alam.

2. Perguruan Tinggi:

Penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pertanian, ekonomi, dan kebijakan publik. Perguruan tinggi dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai bahan ajar, serta referensi untuk penelitian lanjutan. Selain itu, penelitian ini juga dapat memperkuat hubungan antara akademisi dan sektor pertanian, meningkatkan relevansi penelitian perguruan tinggi dengan permasalahan yang dihadapi masyarakat.

3. Pemerintah:

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pembuatan kebijakan yang lebih efektif dalam mendukung ketahanan pangan di Sumatera Barat, terutama dalam hal distribusi pangan, peningkatan produksi, serta pemberdayaan petani. Penelitian ini juga dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang mendukung penggunaan teknologi pertanian modern, peran perempuan, serta pengelolaan ekosistem secara berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini dapat membantu pemerintah dalam merancang program-program yang lebih tepat sasaran dan berdampak positif bagi ketahanan pangan daerah.

4. Masyarakat:

Penelitian ini memberikan manfaat langsung bagi masyarakat, terutama rumah tangga petani di Sumatera Barat. Hasil penelitian dapat memberikan wawasan tentang cara-cara meningkatkan produksi pangan secara efisien dan berkelanjutan, memperbaiki akses pangan, serta memanfaatkan teknologi informasi dalam pertanian. Dengan memahami dan mengadopsi hasil penelitian, petani dapat meningkatkan kesejahteraan mereka, memperbaiki pola konsumsi pangan, dan berpartisipasi dalam pengelolaan ekosistem yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, masyarakat juga dapat memperoleh manfaat dari kebijakan pemerintah yang lebih proaktif dalam mendukung ketahanan pangan lokal.

G. Kebaharuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa kebaruan dibandingkan dengan riset sebelumnya.

Pertama, penelitian ini tidak hanya berfokus pada beberapa variabel, tetapi menggabungkan berbagai faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan rumah tangga petani secara lebih komprehensif. Jika penelitian terdahulu hanya menganalisis variabel tertentu secara terpisah, penelitian ini mengintegrasikan faktor produksi pangan, aksesibilitas, sosial, institusional, teknologi informasi, dan keberlanjutan ekosistem pertanian dalam satu model analisis.

Kedua, penelitian ini berfokus lebih mendalam pada rumah tangga petani sebagai unit analisis, sementara riset sebelumnya cenderung mengkaji ketahanan pangan pada tingkat makro, seperti provinsi atau kabupaten, tanpa memperhatikan faktor mikro yang memengaruhi ketahanan pangan rumah tangga petani. Penelitian ini mengeksplorasi aspek-aspek yang belum banyak dibahas, seperti penggunaan bibit unggul, teknologi pertanian modern, peran perempuan dalam pengambilan keputusan, serta pemanfaatan limbah tanaman pangan dan penerapan sistem pertanian terintegrasi seperti mina padi.

Ketiga, penelitian ini mengusung teori yang sebelumnya jarang diteliti dalam konteks ketahanan pangan di Sumatera Barat, yakni hubungan antara keberlanjutan ekosistem pertanian dan ketahanan pangan rumah tangga petani. Keempat, sebagian besar penelitian ketahanan pangan di Sumatera Barat lebih fokus pada data makro, namun penelitian ini khusus memfokuskan pada rumah tangga petani sebagai unit analisis, yang memungkinkan penggalian faktor-faktor mikro yang mempengaruhi

ketahanan pangan secara lebih terperinci. Terakhir, perbedaan dengan data Susenas juga terlihat, karena Susenas mengumpulkan data berdasarkan provinsi atau kabupaten, sementara penelitian ini fokus pada rumah tangga petani di Sumatera Barat, memberikan analisis yang lebih spesifik dan mendalam terkait kondisi ketahanan pangan mereka.

H. *Roadmap Penelitian*

Roadmap pada Pengaruh Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi dan Lingkungan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan di Sumatera Barat, yaitu:

1. Penelitian yang telah dilakukan :
 - a) *Economic Growth Poverty and Degradation of Environmental in Balai Gadang Village, Koto Tangah District, Padang City.*
 - b) Strategi Investasi pada Rumah Tanga Petani Tradisional di Kecamatan Mapattunggul Selatan.
 - c) Analisis Perubahan Struktur Ekonomi Terhadap Disttbusi Pendapatan di Indonesia.
 - d) Pembangunan Ekonomi: Modal Manusia dan Modal Sosial.
 - e) Pengaruh Upah, Investasi, dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Permintaan Tenaga Kerja di Kabupaten/Kota Sumatera Barat.

2. Penelitian saat ini:

Pengaruh Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi Dan Lingkungan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan Di Sumatera Barat

3. Rencana penelitian selanjutnya:

- a) Evaluasi Efisiensi Energi dalam Pertanian Berkelanjutan
- b) Pengaruh Energi Terbarukan pada Sektor Pertanian
- c) Adopsi Teknologi Informasi dalam Pertanian
- d) Inovasi Teknologi Pertanian dan Kualitas Lingkungan
- e) Analisis Efektivitas Program Subsidi Pertanian
- f) Investasi Infrastruktur Pertanian dan Dampaknya
- g) Pengaruh Kebijakan Perdagangan Internasional pada Pertanian Lokal
- h) Perdagangan Pertanian Berkelanjutan dan Kesejahteraan Masyarakat

I. Definisi Operasional

Definisi operasional pada penelitian Pengaruh Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi dan Lingkungan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan di Sumatera Barat yaitu :

1. Produksi Pangan

Produksi pangan mengacu pada jumlah dan jenis tanaman pangan yang dihasilkan oleh rumah tangga petani di Sumatera Barat, yang mencakup tanaman pokok seperti padi, jagung, kedelai, serta tanaman lainnya yang mendukung ketahanan pangan lokal.

Indikator:

- a. Jumlah hasil panen tanaman pangan (ton/hektar).
- b. Jenis tanaman pangan yang diproduksi (padi, jagung, kedelai, sayuran, buah-buahan, dll).
- c. Penggunaan bibit unggul
- d. Intensitas panen dalam setahun (panen sekali, dua kali, atau lebih).

2. Akses Pangan

Akses pangan merujuk pada kemampuan rumah tangga petani untuk memperoleh pangan yang cukup dan bergizi baik melalui pasokan lokal maupun impor, serta distribusi pangan yang merata.

Indikator:

- a. Ketersediaan pangan di pasar lokal.
- b. Jarak dan biaya transportasi pangan ke rumah tangga petani.
- c. Kemudahan dalam mengakses pangan dengan harga yang wajar.
- d. Proporsi pendapatan rumah tangga yang digunakan untuk membeli pangan.

3. Peran Sosial dan Kelembagaan

Peran sosial dan kelembagaan mencakup kontribusi perempuan dalam pengambilan keputusan terkait produksi dan distribusi pangan, serta peran kebijakan dan bantuan pemerintah dalam mendukung ketahanan pangan rumah tangga petani.

Indikator:

- a. Partisipasi perempuan dalam pengambilan keputusan produksi pangan.

- b. subsidi pertanian,
 - c. bantuan sosial
 - d. Keterlibatan dalam kelompok tani atau koperasi
4. Teknologi dan Informasi

Teknologi dan informasi mencakup pemanfaatan internet untuk mendapatkan informasi terkait pertanian, pasar digital, ramalan cuaca, dan harga pangan, serta literasi pangan yang meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap pola makan sehat.

Indikator:

- a. Akses terhadap internet di kalangan rumah tangga petani.
 - b. Penggunaan Aplikasi
 - c. Tingkat literasi pangan di masyarakat (pemahaman tentang pola makan sehat, keberagaman pangan).
 - d. Penggunaan alat pertanian modern
5. Ekosistem dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam

Ekosistem mengacu pada pengelolaan dan pemanfaatan hasil tanaman pangan serta limbahnya secara berkelanjutan, termasuk penerapan sistem pertanian terintegrasi seperti mina padi untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga petani.

Indikator:

- a. Penggunaan limbah tanaman pangan sebagai pakan ternak dan pupuk organik.
- b. Penerapan sistem pertanian terintegrasi (contoh: mina padi).

- c. Pemanfataan irigasi
 - d. Penggunaan pupuk alami
6. Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani (Y)

Ketahanan pangan rumah tangga petani mengacu pada kondisi di mana rumah tangga memiliki akses yang stabil terhadap pangan yang cukup, bergizi, dan aman untuk dikonsumsi, serta mampu bertahan dalam menghadapi gangguan ketersediaan pangan.

Indikator:

- a. Proporsi pangan yang berasal dari hasil pertanian sendiri.
- b. Jumlah hari dalam setahun rumah tangga mengalami kekurangan pangan.
- c. Keberagaman konsumsi pangan dari hasil pertanian sendiri.
- d. Ketersediaan cadangan pangan dalam rumah tangga (misalnya stok beras, sayur, sumber protein untuk beberapa waktu ke depan).

Definisi operasional ini bertujuan untuk memastikan setiap variabel diukur secara konsisten dan relevan dalam konteks penelitian ini, sehingga hasil analisis dapat menghasilkan pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi keberlanjutan sektor pertanian di Indonesia.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Ketahanan Pangan

Kekhasan pertanian, sebagai sektor yang menjamin pasokan pangan yang dihasilkan dari banyak faktor, termasuk interaksi antara lingkungan dan aktivitas manusia. Tingkat intervensi manusia dalam proses produksi pangan biasanya diukur dengan jumlah pengeluaran modal. Oleh karena itu, potensi produksi pangan dan ketahanan pangan yang dihasilkan tergantung pada faktor alam dan ekonomi. Upaya untuk meningkatkan produksi pangan menjadi sebuah keharusan untuk memberi makan lebih dari tujuh miliar orang yang hidup di planet ini dan hal ini merupakan tantangan utama bagi dunia serta salah satu isu yang diamanatkan dalam Tujuan Pembangunan Milenium (MDGs). Sejak awal kehidupan umat manusia, pemerintah maupun pemangku kepentingan lainnya di sebuah negara telah melakukan upaya terus-menerus dan tiada henti untuk menjaga ketahanan pangan.

Ketahanan pangan merupakan kondisi atau situasi dimana semua orang, setiap saat, memiliki akses fisik, sosial dan ekonomi yang cukup dalam memperoleh pangan yang aman dan bergizi serta membuka peluang bagi setiap orang memiliki preferensi pangan untuk dikonsumsi demi memenuhi kebutuhan sehari-hari yang aktif dan sehat (Hanif et al. 2019). Menurut Gross et al. (2000) dua faktor penentu yang mempengaruhi ketahanan pangan yaitu, faktor penentu fisik dan temporal. Faktor penentu fisik yang paling urgen dapat dilihat dari aliran makanan yaitu dari sisi pasokan (*supply side*) berupa ketersediaan pangan. Sedangkan aksesibilitas dan

pemanfaatan merupakan aspek penting lainnya setelah terpenuhinya aspek ketersediaan pangan. Sementara itu tersedianya makanan untuk dikonsumsi oleh setiap orang (*demand side*) dapat terpenuhi jika produksi pangan terjamin. Akses untuk mendapatkan makanan hanya dapat dipastikan ketika semua rumah tangga dan individu dalam rumah tangga tersebut memiliki sumber daya yang cukup untuk mendapatkan makanan yang sesuai melalui produksi pangan yang tersedia setiap hari guna memenuhi asupan gizi individu. Pemanfaatan pangan yang memadai mengacu pada kemampuan tubuh manusia mengonsumsi dan memetabolisme makanannya sendiri. Berikut ini adalah empat dimensi ketahanan pangan menurut *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO).

Tabel 2.1: Dimensi Ketahanan Pangan

Dimensi	Indikator FAO	Indikator BKP Kementerian Pertanian
Ketersediaan Pangan	- Jumlah pangan yang diproduksi secara nasional, regional, atau lokal.	- Luas lahan pertanian yang digunakan untuk produksi pangan.
	- Perubahan kapasitas produksi pangan domestik.	- Produktivitas pertanian (hasil panen per hektar).
	- Impor pangan terkait kebutuhan domestik.	- Konsumsi pangan per kapita.
	- Cadangan pangan yang tersedia.	- Ketergantungan terhadap impor pangan.
		- Ketahanan pasokan pangan berdasarkan cadangan pangan nasional dan regional.
Akses Pangan	- Pengeluaran rumah tangga untuk pangan (persentase dari total pengeluaran).	- Kemampuan rumah tangga membeli pangan yang cukup dan bergizi.
	- Tingkat pendapatan rumah tangga.	- Ketersediaan dan distribusi pangan di pasar lokal dan regional.
	- Distribusi pendapatan yang mempengaruhi akses pangan masyarakat.	- Infrastruktur dan jaringan distribusi pangan (akses jalan, transportasi, dan logistik).
	- Aksesibilitas pasar pangan yang memadai.	- Harga pangan yang stabil dan dapat dijangkau oleh masyarakat.
		- Program jaminan sosial yang mendukung ketahanan pangan rumah tangga.
Pemanfaatan Pangan	- Tingkat konsumsi pangan yang bergizi (jumlah dan keberagaman pangan).	- Ketersediaan pangan yang berkualitas dan bergizi.

	- Status gizi masyarakat (prevalensi kekurangan gizi atau obesitas).	- Tingkat konsumsi makanan bergizi (beragam dan seimbang).
	- Kualitas dan kebersihan pangan yang dikonsumsi.	- Penyuluhan dan pendidikan gizi bagi masyarakat.
		- Penggunaan teknologi pangan dan pengolahan pangan untuk meningkatkan kualitas.
Stabilitas Pangan	- Ketahanan terhadap guncangan ekonomi, sosial, dan bencana alam yang memengaruhi pasokan pangan.	- Diversifikasi sumber pangan (baik lokal maupun impor).
	- Ketahanan terhadap fluktuasi harga pangan.	- Kebijakan yang mendukung ketahanan pangan jangka panjang, termasuk dalam menghadapi perubahan iklim.
	- Ketahanan terhadap perubahan iklim yang berdampak pada ketahanan produksi pangan.	- Adopsi teknologi pertanian yang ramah lingkungan.
		- Sistem pertanian yang tangguh terhadap bencana alam dan krisis pangan global.
		- Infrastruktur pertanian yang mendukung keberlanjutan produksi pangan.

Sumber: olahan penulis

Konsep ketahanan pangan telah mengalami perkembangan sejak pertama kali diperkenalkan pada awal 1940-an. Awalnya, ketahanan pangan didefinisikan dalam konteks ketersediaan pangan secara nasional, yaitu memastikan bahwa setiap individu memiliki akses terhadap makanan yang cukup dalam jumlah dan kualitas (Gerber et al., 2013). Namun, pada dekade 1970-an, definisi ini mulai berkembang dengan menekankan aspek konsumsi dan akses pangan, yang menegaskan bahwa ketahanan pangan bukan hanya persoalan produksi pangan, tetapi juga bagaimana pangan tersebut dapat didistribusikan dan dimanfaatkan secara merata.

Pendekatan ini selaras dengan teori Entitlement yang dikemukakan oleh Sen (1981), yang menyatakan bahwa ketahanan pangan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah produksi pangan, tetapi juga oleh struktur ekonomi dan distribusi pangan yang memungkinkan individu memperoleh akses terhadap makanan yang cukup. Dalam pandangan ini, kelangkaan pangan bukan satu-satunya penyebab ketahanan

pangan yang buruk, tetapi juga kegagalan sistem distribusi dan kebijakan pemerintah dalam menjamin akses yang merata. Oleh karena itu, pendekatan multisektoral sangat diperlukan untuk menyelesaikan tantangan ketahanan pangan, termasuk melalui intervensi kebijakan, infrastruktur distribusi, serta sistem perlindungan sosial (Gerber et al., 2013; von Braun et al., 1992).

World Food Summit (FAO, 1996) mendefinisikan ketahanan pangan sebagai kondisi di mana semua individu, setiap saat, memiliki akses fisik dan ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi untuk memenuhi kebutuhan gizi serta preferensi makan mereka guna menjalani kehidupan yang sehat dan aktif. Definisi ini menunjukkan bahwa ketahanan pangan memiliki dimensi yang lebih luas, tidak hanya sebatas ketersediaan pangan, tetapi juga aspek aksesibilitas, stabilitas, dan pemanfaatan pangan.

Di tingkat nasional, Indonesia mengadopsi konsep ketahanan pangan ini melalui Undang-Undang RI Nomor 7 Tahun 1996, yang kemudian diperbarui dengan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan. Berdasarkan regulasi tersebut, ketahanan pangan didefinisikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi setiap rumah tangga, yang tercermin dalam ketersediaan pangan yang cukup, berkualitas, aman, merata, dan terjangkau (Suryana, 2003).

Suryana (2008) menjelaskan bahwa sistem ketahanan pangan terdiri dari tiga subsistem utama, yaitu:

1. Penyediaan pangan (availability), yang mencakup produksi, stok, dan impor pangan.

2. Distribusi pangan (accessibility), yang berkaitan dengan infrastruktur, transportasi, serta mekanisme pasar yang mempengaruhi keterjangkauan pangan.
3. Pemanfaatan pangan (utilization), yang meliputi pola konsumsi, kualitas gizi, serta keamanan pangan dalam rumah tangga.

Selain itu, Arifin (2011) merinci empat dimensi utama ketahanan pangan, yaitu:

- Ketersediaan pangan, yang mencakup produksi, distribusi, dan kualitas pangan.
- Aksesibilitas pangan, yang berkaitan dengan kemampuan ekonomi dan fisik masyarakat dalam mendapatkan pangan, termasuk bagi kelompok rentan.
- Stabilitas pangan, yang meliputi kestabilan harga pangan dan pasokan dari waktu ke waktu.
- Pemanfaatan pangan, yang mencakup pola konsumsi, pengolahan pangan, sanitasi, dan keamanan pangan.

Menurut Gerber et al. (2013), dalam menilai indikator ketahanan pangan, digunakan pendekatan yang dikembangkan oleh UNICEF, yang membagi faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan ke dalam tiga tingkatan, yaitu:

1. Penyebab dasar (basic causes): mencakup kebijakan ekonomi, tata kelola sumber daya, dan infrastruktur distribusi pangan.
2. Penyebab tidak langsung (underlying causes): mencakup tingkat pendapatan, akses terhadap layanan kesehatan, serta sistem sosial yang mendukung distribusi pangan.

3. Penyebab langsung (immediate causes): mencakup asupan makanan dan status kesehatan individu, yang secara langsung menentukan kondisi gizi seseorang (Bokeloh et al., 2005).

Untuk mengatasi tantangan ketahanan pangan, diperlukan strategi yang mencakup kebijakan pertumbuhan ekonomi dan intervensi sosial. Von Braun et al. (1992) menekankan pentingnya strategi berbasis pertumbuhan ekonomi dan reformasi kelembagaan untuk meningkatkan akses pangan bagi kelompok miskin. Selain itu, FAO (2006) menekankan bahwa hak atas pangan merupakan bagian dari hak asasi manusia, sehingga pemerintah wajib menyediakan kebijakan yang memastikan setiap individu memiliki akses terhadap pangan yang cukup dan berkualitas.

Suryana (2014) mengusulkan beberapa langkah strategis untuk mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan, antara lain:

1. Meningkatkan produksi pangan dengan pendekatan berkelanjutan, termasuk melalui modernisasi pertanian dan pemanfaatan teknologi.
2. Memperkuat infrastruktur distribusi dan logistik pangan, guna memastikan akses pangan yang lebih merata di seluruh wilayah.
3. Mengembangkan kebijakan subsidi pangan dan program perlindungan sosial, untuk membantu kelompok rentan mendapatkan akses pangan yang cukup.
4. Meningkatkan pemahaman masyarakat tentang gizi dan pola konsumsi yang sehat, guna mengoptimalkan pemanfaatan pangan secara biologis.

2. Produksi Pangan

Produksi pangan adalah salah satu komponen utama dalam menciptakan ketahanan pangan, yang mencakup jumlah dan jenis tanaman pangan yang dihasilkan, serta bagaimana produksi tersebut dapat mendukung keberlanjutan kebutuhan pangan lokal. Di Sumatera Barat, sektor pertanian memegang peranan penting dalam memastikan ketahanan pangan daerah, dengan rumah tangga petani sebagai aktor utama dalam proses produksi. Produksi pangan meliputi berbagai jenis tanaman pokok, seperti padi, jagung, kedelai, serta komoditas lainnya yang secara langsung mendukung ketahanan pangan lokal, baik dari sisi ketersediaan maupun konsumsi.

Produksi pangan, terutama untuk komoditas pangan strategis, memiliki peran krusial dalam menjaga ketahanan pangan suatu negara. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan produksi pangan berkontribusi secara signifikan terhadap perbaikan konsumsi protein dan kalori, yang pada akhirnya meningkatkan ketahanan pangan.

Penelitian yang dilakukan oleh Khan et al. (2012) menggunakan metode Ordinary Least Square Regression di Pakistan menemukan bahwa peningkatan produksi tanaman pangan seperti gandum, beras, jagung, kacang-kacangan, biji-bijian, daging, dan susu secara langsung meningkatkan asupan kalori dan protein masyarakat, sehingga memperkuat ketahanan pangan. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Liu et al. (2013) yang menggunakan *Regime Switching Regression Model* untuk menganalisis dampak produksi pangan terhadap konsumsi masyarakat di berbagai benua. Studi tersebut memprediksi bahwa pada tahun 2030, 107 dari

166 negara yang diteliti akan mengalami peningkatan produksi pangan, yang mendukung ketahanan pangan masyarakat. Namun, di sisi lain, 55 negara diprediksi mengalami penurunan ketahanan pangan akibat rendahnya produksi pangan yang menyebabkan asupan makanan menurun. Secara umum, penelitian ini memperkirakan bahwa ketahanan pangan global akan mengalami tantangan besar akibat tren penurunan produksi tanaman pangan antara tahun 2030 hingga 2090.

Produksi pangan yang rendah dapat meningkatkan risiko kerawanan pangan, sebagaimana yang ditemukan dalam penelitian Culas dan Tek (2016) di Kamboja. Dengan menggunakan pendekatan inputs dan outcomes dalam menganalisis indikator ketahanan pangan, penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan produksi pangan menjadi faktor utama rendahnya konsumsi pangan, yang pada akhirnya menghambat produktivitas masyarakat dan memperburuk tingkat kemiskinan. Penelitian serupa dilakukan oleh Li et al. (2016) di China, yang menggunakan Regression Model (Linear Model/Quadratic Model) untuk meneliti hubungan antara produksi pangan dan konsumsi masyarakat. Studi ini menemukan bahwa peningkatan hasil panen padi dan gandum secara signifikan meningkatkan konsumsi pangan nasional. Misalnya, dalam kurun waktu 1980–2010, hasil panen padi meningkat lebih dari 12,3 juta hektar (41,8% dari total luas lahan pertanian), sedangkan hasil gandum meningkat 13,8 juta hektar (58,2% dari total luas panen), yang berdampak pada meningkatnya ketahanan pangan masyarakat China.

Di kawasan Eropa dan Asia Tengah, ketahanan pangan juga sangat bergantung pada pertumbuhan produksi tanaman pangan. Schroeder dkk 2016, yang menggunakan descriptive statistics dalam analisis makro dan sektoral,

menemukan bahwa kekurangan produksi pangan di kawasan ini berdampak pada rendahnya asupan nutrisi, kalori, dan protein masyarakat. Jika tren ini berlanjut, maka pada tahun 2050 prevalensi kekurangan gizi di kawasan tersebut diprediksi akan berada di bawah 1 persen.

Dari berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa produksi pangan memiliki keterkaitan yang erat dengan ketahanan pangan di berbagai negara. Peningkatan produksi tanaman pangan strategis berkontribusi terhadap peningkatan konsumsi masyarakat, menekan angka kelaparan, dan mengurangi risiko kekurangan gizi. Oleh karena itu, upaya untuk menjaga stabilitas produksi pangan perlu menjadi prioritas dalam kebijakan ketahanan pangan global.

Dalam rangka mencapai ketahanan pangan yang lebih baik, perlu adanya kebijakan yang mendukung pengembangan sektor pertanian di Sumatera Barat, seperti penyuluhan kepada petani mengenai penggunaan bibit unggul, pelatihan tentang teknologi pertanian modern, serta peningkatan infrastruktur pertanian untuk mengurangi kerugian pasca-panen. Hal ini akan memperkuat produksi pangan lokal yang mendukung kebutuhan pangan masyarakat, meningkatkan kesejahteraan petani, dan menjaga ketahanan pangan di tingkat rumah tangga maupun daerah.

3. Akses Pangan

Akses pangan adalah pilar utama ketahanan pangan, yang melibatkan kemampuan rumah tangga petani untuk memperoleh pangan yang cukup dan bergizi. Akses pangan mencakup ketersediaan pangan fisik, serta dipengaruhi oleh faktor ekonomi dan sosial seperti daya beli, distribusi pangan, dan kebijakan

perdagangan pangan. Secara spesifik, akses pangan berkaitan dengan kemampuan rumah tangga memperoleh pangan dengan harga wajar, dari sumber lokal maupun impor, serta distribusi yang merata, terutama di daerah-daerah dengan keterbatasan infrastruktur.

Di banyak negara berkembang, keterbatasan sumber daya dan akses pasar yang terbatas menjadi faktor utama yang mempengaruhi ketahanan pangan rumah tangga petani kecil. Penelitian Ahmed et al. (2024) di Punjab, Pakistan, menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti ukuran keluarga, pendapatan bulanan, harga pangan, pengeluaran kesehatan, dan utang berperan besar dalam ketahanan pangan rumah tangga petani kecil. Akses pasar, yang dipengaruhi oleh jarak dan biaya transportasi, juga berpengaruh signifikan terhadap ketahanan pangan. Penelitian ini menyarankan peningkatan peluang kerja di luar sektor pertanian dan perbaikan infrastruktur transportasi untuk meningkatkan ketahanan pangan lokal.

Sementara itu, Freathy, Marshall, dan Calderwood (2024) menemukan bahwa meskipun pasar formal dan pengiriman daring berkembang, ekonomi pangan informal (IFE) tetap memainkan peran penting dalam memastikan akses pangan di Kepulauan Barat Skotlandia. IFE memperkuat ikatan sosial dan komunitas di wilayah pedesaan, meskipun ketergantungan pada rantai ritel nasional dapat meningkatkan kerentanannya terhadap fluktuasi pasar yang dapat membahayakan ketahanan pangan.

Nakandala et al. (2024) mengembangkan model optimasi untuk manajer logistik dalam rantai pasokan pangan segar guna meminimalkan biaya transportasi sambil menjaga kualitas produk. Metode ini menggunakan algoritma genetika

fuzzy (FGA) dan menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma lainnya.

Di Afrika sub-Sahara, masalah kekurangan gizi pada anak tetap menjadi tantangan besar. Penelitian Hülsen, Khonje, dan Qaim (2024) di Malawi menunjukkan bahwa keragaman makanan di pasar lokal berhubungan positif dengan keberagaman pola makan dan negatif terhadap stunting pada anak. Perbaikan fungsi pasar pangan bergizi sangat penting di daerah pedesaan untuk mengatasi masalah ini.

Leavy dan Hossain (2024) mengkaji dampak volatilitas harga pangan sejak 2007 dan menemukan bahwa meskipun kenaikan harga pangan dapat menguntungkan petani kecil, akses terhadap lahan dan kredit menjadi hambatan besar. Penjelasan sosiologis terkait status sosial juga menjelaskan mengapa pemuda dari keluarga berpendapatan rendah kurang tertarik pada sektor pertanian.

Dalam konteks pendapatan rumah tangga, penelitian oleh Hymans dan Shapiro (1975) menunjukkan bahwa rumah tangga berpendapatan rendah menghabiskan proporsi yang lebih besar dari pendapatan mereka untuk konsumsi pangan dan memiliki elastisitas pendapatan yang lebih tinggi terhadap permintaan pangan dibandingkan dengan rumah tangga berpendapatan lebih tinggi. Pendapatan marginal yang diperoleh dari program bantuan sosial dan subsidi pangan seperti kupon makanan lebih banyak dialokasikan untuk konsumsi pangan.

Sementara itu, penelitian oleh French, Wall, dan Mitchell (2024) mengungkapkan bahwa rumah tangga berpendapatan lebih tinggi menghabiskan lebih banyak uang untuk makanan sehat dan tidak sehat dibandingkan dengan

rumah tangga berpendapatan rendah, yang lebih sering membeli makanan take-away dan minuman manis. Perbedaan pola konsumsi ini memengaruhi status gizi rumah tangga dan menggarisbawahi pentingnya kebijakan pangan yang mendukung akses terhadap makanan bergizi, khususnya di kalangan rumah tangga berpendapatan rendah.

4. Peran Sosial dan Kelembagaan dalam Ketahanan Pangan

Peran sosial dan kelembagaan memainkan peran yang sangat penting dalam ketahanan pangan rumah tangga petani, terutama dalam konteks pengambilan keputusan terkait produksi dan distribusi pangan, serta dukungan dari kebijakan dan lembaga pemerintah. Aspek sosial dan kelembagaan dalam ketahanan pangan melibatkan berbagai aktor, termasuk perempuan dalam keluarga petani, lembaga pemerintah, serta program-program yang ditujukan untuk mendukung ketahanan pangan. Penguatan kapasitas sosial dan kelembagaan dapat meningkatkan daya saing sektor pertanian dan membantu rumah tangga petani mengatasi tantangan ketahanan pangan yang semakin kompleks.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa partisipasi perempuan dalam sektor pertanian dan akuakultur memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi teknis dan kesejahteraan rumah tangga. Aung et al. (2021) meneliti efisiensi teknis dalam akuakultur skala kecil di Myanmar dan menemukan bahwa partisipasi perempuan dalam pengambilan keputusan dapat meningkatkan efisiensi teknis. Selain itu, praktik polikultur dan strategi adaptasi terhadap perubahan iklim berperan penting dalam meningkatkan efisiensi.

Mulugeta & Amsalu (2014) meneliti peran perempuan dalam pengelolaan ternak di Ethiopia dan menemukan bahwa meskipun perempuan memegang tanggung jawab utama dalam perawatan ternak dan tugas rumah tangga, keterlibatan mereka dalam pengambilan keputusan masih terbatas. Penelitian ini menunjukkan pentingnya pemberdayaan perempuan dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kesejahteraan rumah tangga.

Yi et al. (2025) membahas dampak subsidi bunga dan subsidi langsung dalam pembiayaan pertanian, menunjukkan bahwa subsidi dapat memberikan hasil yang berbeda tergantung pada biaya produksi petani. Beberapa subsidi justru dapat mengurangi jumlah produksi bagi petani dengan biaya rendah, sehingga penting bagi kebijakan subsidi untuk disesuaikan dengan kondisi petani.

Ngoma et al. (2025) meneliti pengaruh prakiraan curah hujan dan subsidi pembelajaran terhadap adopsi pertanian konservasi di Zambia. Mereka menemukan bahwa prakiraan hujan yang lebih rendah dapat meningkatkan adopsi sebesar 8%, sementara subsidi pembelajaran meningkatkan peluang adopsi sebesar 11%. Namun, kombinasi keduanya tidak menunjukkan dampak signifikan, kemungkinan karena keduanya tidak saling melengkapi. Pengalaman musim hujan normal dan keberadaan plot demonstrasi juga berperan penting dalam meningkatkan adopsi pertanian konservasi.

Dorward & Morrison (2015) membahas berbagai jenis subsidi pertanian dan dampaknya terhadap ketahanan pangan dan pengentasan kemiskinan. Mereka menyimpulkan bahwa subsidi dapat memberikan manfaat signifikan dalam beberapa konteks, namun juga dapat berdampak negatif dalam kondisi tertentu.

Oleh karena itu, penting untuk merancang kebijakan subsidi dengan hati-hati untuk memaksimalkan manfaatnya.

Temple et al. (2019) menganalisis hubungan antara bantuan sosial dan ketahanan pangan di Australia. Mereka menemukan bahwa individu yang menerima tunjangan sosial seperti Newstart allowance dan Disability Support Pension memiliki risiko lebih tinggi terhadap ketahanan pangan dibandingkan dengan penerima Age Pension atau yang tidak menerima bantuan. Penelitian ini menyoroti pentingnya tinjauan sistem jaminan sosial di Australia untuk mengurangi dampak negatif pada rumah tangga yang menerima bantuan.

Omotesho et al. (2016) meneliti partisipasi petani dalam kegiatan kelompok pertanian di Nigeria. Mereka menemukan bahwa akses ke kredit dan pelatihan mempengaruhi partisipasi petani, yang pada gilirannya dapat meningkatkan keberhasilan pendekatan partisipatif dalam penyuluhan pertanian.

5. Teknologi dan Informasi dalam Ketahanan Pangan

Pemanfaatan teknologi dan informasi dalam sektor pertanian sangat penting untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga petani. Di tengah kemajuan teknologi digital, petani kini memiliki akses yang lebih mudah ke berbagai informasi yang dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Akses yang tepat waktu terhadap informasi mengenai pertanian, pasar, harga pangan, serta kondisi cuaca menjadi sangat penting bagi petani dalam menentukan langkah yang tepat untuk memaksimalkan hasil pertanian dan memastikan ketahanan pangan rumah tangga mereka.

Sebuah penelitian oleh Khalak et al. (2018) di Fulbaria, Bangladesh, mengungkapkan bahwa mayoritas petani (81,2%) memiliki akses rendah terhadap media berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya akses ini antara lain ketersediaan fasilitas TIK, pengetahuan petani tentang teknologi tersebut, dan kurangnya pelatihan. Penelitian ini merekomendasikan adanya peningkatan infrastruktur TIK dan program penyuluhan untuk membantu petani mengakses informasi yang lebih baik melalui media berbasis TIK.

Di sisi lain, Mbagwu et al. (2018) menyoroti tantangan yang dihadapi oleh petani di negara-negara berkembang Afrika dalam mengakses informasi pertanian melalui layanan berbasis internet. Beberapa hambatan utama yang ditemukan adalah keterbatasan infrastruktur TIK, rendahnya minat petani dalam memanfaatkan informasi pertanian, serta kurangnya literasi TIK. Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian ini menyarankan pembentukan forum diskusi daring, pelatihan literasi TIK, serta penggunaan media sosial sebagai sarana untuk menyebarkan informasi pertanian.

Sementara itu, Kamal dan Bablu (2018) menemukan bahwa aplikasi seluler memiliki peran penting dalam memberdayakan petani kecil. Aplikasi ini menyediakan informasi real-time terkait cuaca, harga komoditas, serta praktik pertanian terbaik yang membantu petani dalam pengambilan keputusan. Selain itu, aplikasi seluler ini juga memperkuat keterhubungan pasar dengan menghubungkan petani langsung dengan pembeli dan mengurangi ketergantungan pada perantara. Aplikasi ini juga memungkinkan petani mengakses layanan keuangan digital,

sehingga mereka dapat memperoleh kredit atau mendapatkan pembayaran tepat waktu.

Selain itu, penelitian oleh Okoroji et al. (2020) di Nigeria menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi aplikasi seluler oleh petani. Hasilnya menunjukkan bahwa pengaruh sosial, kegunaan yang dirasakan, dan kesadaran informasi mempengaruhi adopsi aplikasi tersebut, sementara biaya dan risiko yang dirasakan memiliki pengaruh negatif terhadap penggunaan aplikasi. Penelitian ini menekankan pentingnya meningkatkan kesadaran serta mengurangi hambatan-hambatan yang ada untuk mempercepat adopsi aplikasi seluler di kalangan petani kecil.

Selain itu, Dyg (2020) menunjukkan pentingnya kerja sama antara petani dan sekolah dalam meningkatkan literasi pangan, terutama di kalangan anak-anak yang semakin jauh dari pemahaman tentang asal-usul makanan mereka. Melalui kunjungan ke pertanian dan kolaborasi dengan guru, siswa diperkenalkan pada proses produksi makanan dan keberlanjutan, yang dapat membentuk pilihan konsumsi mereka di masa depan.

Di sisi teknologi, konsep Agriculture 4.0, yang mengintegrasikan otomatisasi, robotika, dan data berbasis sistem, dapat meningkatkan efisiensi pertanian serta mengurangi dampak lingkungan. Namun, teknologi ini juga menghadirkan tantangan, seperti penggantian pekerjaan dan hambatan finansial bagi petani kecil, yang perlu diperhatikan agar manfaatnya dapat dirasakan secara merata (Vlăduț & Ungureanu, 2024).

Dalam upaya mencapai ketahanan pangan, Pickett (2013) menekankan pentingnya intensifikasi pertanian yang berkelanjutan, dengan penggunaan teknologi baru seperti modifikasi genetik untuk menggantikan input musiman. Penulis mengkritik pembatasan terhadap teknologi yang ada tanpa bukti ilmiah yang memadai dan mengusulkan pendekatan berbasis risiko dalam pendaftaran teknologi baru untuk mendukung ketahanan pangan.

6. Ekosistem dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam dalam Ketahanan Pangan

Ekosistem pertanian yang sehat dan berkelanjutan sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan rumah tangga petani. Pengelolaan sumber daya alam yang efisien dan pemanfaatan hasil tanaman serta limbahnya secara optimal dapat meningkatkan ketahanan pangan dan keberlanjutan produksi pertanian. Salah satu konsep yang dapat diterapkan adalah sistem pertanian terintegrasi (IFS), seperti mina padi, yang memanfaatkan keberagaman sumber daya alam secara sinergis untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Pengelolaan limbah biomassa menjadi pupuk organik merupakan solusi berkelanjutan untuk mengurangi limbah padat dan meningkatkan produktivitas pertanian. Beberapa penelitian, seperti Chew et al. (2019), menunjukkan bahwa limbah biomassa seperti kotoran hewan, sampah kota, dan limbah makanan dapat diolah menjadi pupuk organik yang menggantikan pupuk kimia dan memperbaiki struktur tanah. Perez-Mercado et al. (2024) juga menemukan bahwa kombinasi urine manusia yang didehidrasi dengan limbah organik menghasilkan pupuk sirkular yang memenuhi kebutuhan makronutrien tanaman, sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular. Selain itu, Aleisa & Alsaleh

(2024) menyoroti pengolahan limbah makanan menjadi pakan ternak yang lebih ramah lingkungan dibandingkan metode insinerasi atau landfill.

Sistem pertanian terpadu (IFS) juga terbukti meningkatkan kesejahteraan petani, seperti yang ditemukan oleh Akter et al. (2024) di Bangladesh. Penerapan IFS, yang menggabungkan pertanian, peternakan, perikanan, dan agroforestri, meningkatkan kelayakan ekonomi dengan rasio manfaat-biaya yang signifikan, serta memperbaiki kualitas hidup petani. Tiemann & Douxchamps (2024) mengkaji pengelolaan nutrisi tanah di Asia Tenggara dan menyarankan IFS sebagai solusi potensial untuk mitigasi degradasi tanah. Meskipun adopsi IFS terbatas, penelitian ini menekankan perlunya riset dan inovasi untuk mengatasi hambatan di tingkat petani dan kelembagaan.

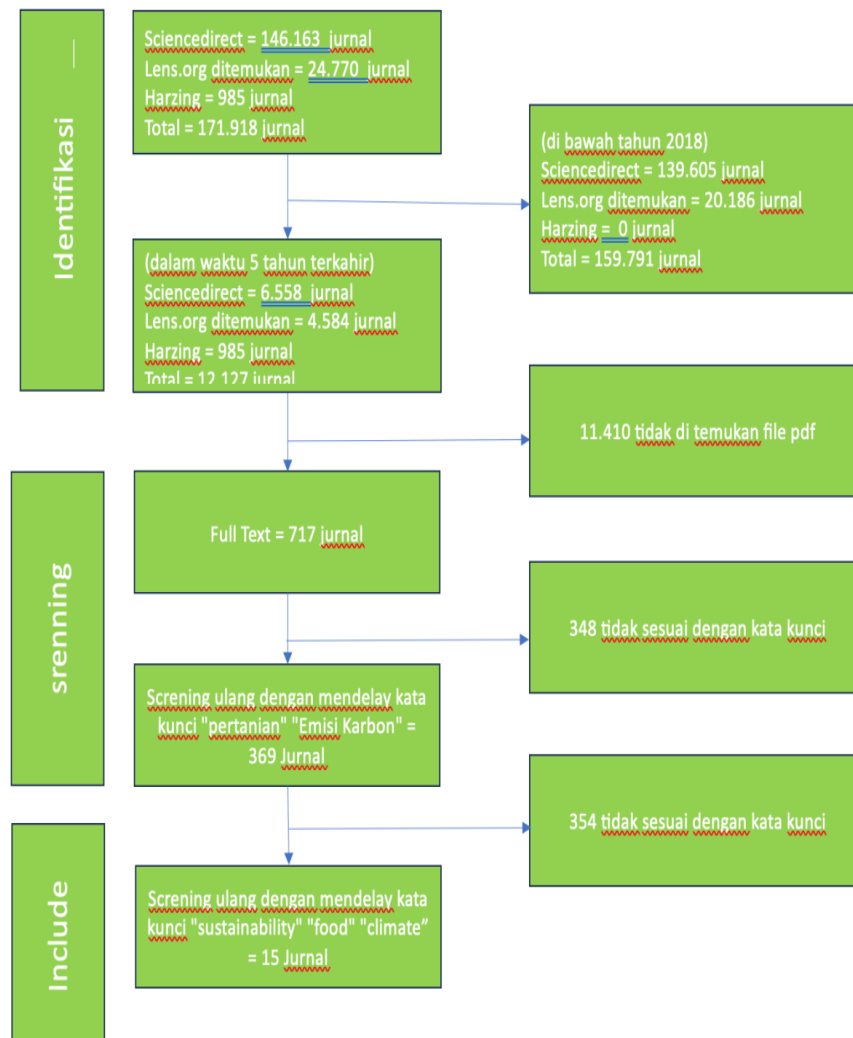
Di Afrika, pertanian irigasi koperasi menunjukkan dampak positif dalam meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga, menurut Kimaro et al. (2024). Penelitian ini menyoroti pentingnya kebijakan terfokus dan praktik pertanian berkelanjutan yang mendukung pertanian koperasi sebagai solusi ketahanan pangan berkelanjutan di Afrika. Sementara itu, Morchid et al. (2024) mengusulkan penggunaan sistem irigasi pintar berbasis teknologi canggih, seperti komputasi awan dan IoT, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi dan meningkatkan produksi pertanian. Sistem ini dapat mengurangi konsumsi air irigasi hingga 70% dan mendukung ketahanan pangan global dengan teknologi yang lebih efisien.

Secara keseluruhan, penerapan sistem pertanian berkelanjutan, pengelolaan limbah biomassa, serta adopsi teknologi canggih dapat mendukung ketahanan

pangan dan keberlanjutan pertanian dengan cara yang ramah lingkungan dan efisien.

B. Penelitian yang Relevan

Dalam rangka memahami lebih dalam Pengaruh Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi dan Lingkungan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan di Sumatera Barat, berbagai penelitian terkini telah dilakukan. Gambar 2.1 merangkum beberapa penelitian yang relevan, termasuk judul, penulis, masalah yang diangkat, variabel yang dianalisis, metode dan model analisis yang digunakan, serta hasil utama dari masing-masing studi. Dengan mengkaji literatur ini, kita dapat memperoleh wawasan yang lebih komprehensif tentang bagaimana adopsi teknologi hijau tidak hanya berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan tetapi juga meningkatkan kesejahteraan ekonomi petani.



Gambar 2.1: Prima Model

Proses pencarian dengan *Sciencedirect* melalui kata kunci *environmentally farming* ditemukan sebanyak 146.163 jurnal. Selanjutnya dibatasi pencarian dengan tahun terbit yaitu 5 tahun terakhir, tipe berupa jurnal, *subject environmental science* dan *open access* hasilnya ditemukan sebanyak 6.558 jurnal.

Pada situs lens ditemukan 24.770 jurnal, selanjutnya di seleksi 5 tahun terakhir, tipe full text dan status aktif maka dio dapat hasil sebanyak hasilnya 4.584.

Proses screening dilakukan dengan mendownload file pdf pada harzing, lens.org dan sceince direct. Selanjutnya file pdf dimasukan pada aplikasi mendelay. Total file pdf yang didapat yaitu sebanyak 717 file. Di aplikasi mendelai langkah pertama yaitu update data selanjutnya screening ulang dengan kata pencarian “*enviromentally farming*”. Dan didapat 369 jurnal. Selanjutnya dilakukan srening ulang dengan kata kunci “*sustainability*” “pertanian” “GRK” dan didapat 15 jurnal untuk dijadikan referensi utama penulisan proposal disertasi ini. Detail fokus penelitian pada 15 jurnal dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2: Penelitian Terkait

No	Nama/Tahun	Judul	Masalah	Temuan Penelitian
1	Md. Salman, Sadika Haque, dan Fatema Tuj Zohora Hira (2023)	Pathways toward the Sustainable Improvement of Food Security: Adopting the Household Food Insecurity Access Scale in Rural Farming Households in Bangladesh	Ketidakamanan pangan rumah tangga petani di Bangladesh	Hanya 18% rumah tangga petani yang aman pangan, sementara lainnya mengalami ketidakamanan pangan. Studi ini menunjukkan bahwa tingkat pendidikan kepala rumah tangga, kepemilikan rekening tabungan, serta praktik berkebun mengurangi ketidakamanan pangan, sedangkan jumlah anggota keluarga meningkatkan risikonya.
2	Amanda Palazzo, Taher Kahil, dan Yoshihide Wada (2024)	Assessing Sustainable Development Pathways for Water, Food, and Energy Security in a Transboundary River Basin	Pendekatan terfragmentasi dalam ketahanan pangan, air, dan energi	Pendekatan yang terfragmentasi mengurangi manfaat ekonomi dan sosial jangka panjang, sementara pendekatan kombinasi kebijakan perlindungan lingkungan dapat memberikan manfaat ekonomi signifikan sambil melindungi sumber daya. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya investasi berkelanjutan untuk ketahanan air, pangan, dan energi.
3	Van Touch, Daniel K. Y. Tan, dan Annette Cowie (2024)	Smallholder Farmers’ Challenges and Opportunities: Implications for Agricultural Production, Environment and Food Security	Kerentanan petani kecil akibat perubahan iklim	Perubahan iklim meningkatkan kerentanan petani kecil, namun kebijakan yang seimbang antara pertumbuhan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan dapat mengurangi kerentanannya, seperti penerapan pertanian tahan iklim dan peningkatan akses informasi iklim.
4	Kannan Pandian, Mohamed Roshan Abu Firnass Mustaffa, dan Surya Teja Varanasi (2024)	Synergistic Conservation Approaches for Nurturing Soil, Food Security and Human Health Towards Sustainable Development Goals	Keberlanjutan tanah dan ketahanan pangan	Penggunaan pupuk yang seimbang dapat meningkatkan keberlanjutan tanah, ketahanan pangan, dan kesehatan manusia. Prinsip 4R dalam pemupukan dapat mengatasi masalah ini dan mendukung SDGs.

5	Ludovica Principato, Gaetano Pice, dan Alberto Pezzi (2025)	Understanding Food Choices in Sustainable Healthy Diets – A Systematic Literature Review on Behavioral Drivers and Barriers	Hambatan dalam mencapai pola makan berkelanjutan	Temuan ini mencakup edukasi dan insentif finansial sebagai pendorong serta biaya tinggi dan keterbatasan akses sebagai hambatan. Kerangka kerja yang dikembangkan dapat membantu kebijakan untuk mendorong pola makan berkelanjutan.
6	Beatrix Wepner, Sabine Neuberger, dan Hanna Koch (2025)	How Can Digitalisation Support Transformation Towards Sustainable Agri-Food Systems? Scenario Development in Lower Austria	Tantangan digitalisasi dalam sistem pangan	Lima skenario utama dikembangkan untuk mengatasi tantangan digitalisasi, termasuk teknologi, dukungan finansial, dan kebijakan. Penelitian ini memberikan panduan bagi pemangku kepentingan dalam merancang strategi adopsi digitalisasi di sektor pertanian.
7	Ailish Craig, Craig Hutton, dan Justin Sheffield (2023)	Bonding, Bridging and Linking Social Capital Combinations for Food Access: A Gendered Case Study Exploring Temporal Differences in Southern Malawi	Ketidaksetaraan akses pangan antara pria dan wanita	Modal sosial dapat mengurangi kelaparan, namun ada perbedaan dalam akses antara pria dan wanita. Wanita lebih aktif dalam kelompok simpan pinjam desa yang mendukung akses pangan, sedangkan pria lebih memanfaatkan modal sosial luar desa.
8	Amanuel Ayele Gebre dan Mahadeo S. Deshmukh (2025)	Analysis of Household Food Security Status in Hadiya Zone, Central Ethiopia	Ketidakamanan pangan di Ethiopia	52,1% responden mengalami ketidakamanan pangan. Faktor seperti jenis kelamin, pendapatan, adopsi teknologi, dan partisipasi pasar memengaruhi status ketahanan pangan. Penelitian ini merekomendasikan dukungan untuk teknologi pertanian, kewirausahaan, konservasi tanah, dan peningkatan infrastruktur pedesaan.
9	Abdikafi Hassan Abdi, Abdisalan Aden Mohamed, dan Farhia Hassan Mohamed (2024)	Enhancing Food Security in Sub-Saharan Africa: Investigating the Role of Environmental Degradation, Food Prices, and Institutional Quality	Degradasi lingkungan dan kualitas institusional yang buruk di Afrika Sub-Sahara	Studi ini mengungkapkan bahwa ekspansi lahan pertanian dan pertumbuhan ekonomi berkontribusi positif terhadap ketahanan pangan di Afrika Sub-Sahara, namun degradasi lingkungan dan kualitas institusional yang buruk mengancam ketahanan pangan. Studi ini merekomendasikan praktik berkelanjutan dan reformasi tata kelola.
10	Abiodun Olusola Omotayo dan Abeeb Babatunde Omotoso (2025)	Climate-smart agricultural technology and gender-differentiated food, and water security: Evidence from smallholder sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) farmers	Ketidaksetaraan gender dalam ketahanan pangan dan air	Penelitian ini menunjukkan bahwa perempuan mengalami peningkatan yang lebih kecil dalam keberagaman diet dan konsumsi kalori dibandingkan pria. Penelitian ini merekomendasikan investasi dalam program kapasitas untuk meningkatkan pengetahuan petani wanita dalam mengelola teknologi pertanian.
11	Elisa Carloni, Claudia Giordano, dan Valentino Marini Govigli (2025)	Promoting sustainable food systems: An empirical analysis of local Food Hub governance models and structures in 12 African settings	Peran Food Hubs dalam sistem pangan Afrika	Penelitian ini mengkaji peran Food Hubs dalam sistem pangan Afrika. Temuan utama menunjukkan pentingnya konteks lokal dalam membentuk struktur organisasi, keterlibatan pemangku kepentingan, dan proses formalisasi. Penelitian ini memberikan wawasan penting tentang pengembangan dan tata kelola Food Hubs dalam menciptakan sistem pangan berkelanjutan di Afrika.
12	Akbar Akbar, Rahim Darma,	COVID-19 pandemic and food security:	Pengaruh pandemi COVID-	Penelitian ini mengembangkan kerangka kerja untuk alokasi anggaran yang dapat

	dan Rida Akzar (2024)	Strategic agricultural budget allocation in Indonesia	19 terhadap ketahanan pangan di Indonesia	memperkuat ketahanan pangan, dengan fokus pada kapasitas produksi, perbaikan benih, perluasan lahan, dan adopsi teknologi pertanian.
13	Suraj, M.M., Martey, E., Etwire, P.M. (2025)	Membership of Water User Association and Implications for Food Security	Keanggotaan dalam Asosiasi Pengguna Air dan ketahanan pangan	Partisipasi dalam WUA berhubungan positif dengan ketahanan pangan rumah tangga. Faktor yang mempengaruhi keanggotaan WUA meliputi usia, status perkawinan, akses ke layanan penyuluhan, serta partisipasi dalam irigasi tambahan dan asuransi kekeringan. Penelitian ini menyarankan kebijakan untuk memperkuat WUA agar lebih inklusif dalam mendukung ketahanan pangan.
14	Onwe, J.C., Ojide, M.G., Forgenie, D. (2024)	Food Security in Nigeria Amidst Globalization, Economic Expansion, and Population Growth: A Wavelet Coherence and QARDL Analysis	Dampak globalisasi terhadap ketahanan pangan di Nigeria	Globalisasi memberikan dampak positif dalam jangka pendek, namun dampak negatif dalam jangka panjang. GDP memiliki dampak positif terhadap ketahanan pangan. Penelitian ini juga mengusulkan kebijakan terkait pengaruh globalisasi dan pertumbuhan ekonomi terhadap ketahanan pangan.
15	Jiménez-Aceituno, A., López-Rodríguez, M.D., González-Martín, B. (2025)	Trade-offs for Healthy and Sustainable Diets in Europe: Social-Ecological Dynamics in an Intensive Agricultural System	Ketimpangan dalam tata kelola pertanian untuk sistem pangan berkelanjutan	Penelitian ini menyoroti kurangnya kolaborasi dalam tata kelola pertanian yang memperburuk ketimpangan, serta pentingnya berbagi tanggung jawab dalam mencapai sistem pangan yang berkelanjutan dan adil.

C. Kerangka Konseptual

Ketahanan pangan berkelanjutan merupakan kondisi yang sangat penting bagi kesejahteraan masyarakat, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Konsep ini melibatkan berbagai faktor yang saling berhubungan, di antaranya produksi pangan, akses pangan, peran sosial dan kelembagaan, teknologi informasi, dan ekosistem. Dalam kerangka konseptual ini, ketahanan pangan berkelanjutan dipengaruhi oleh variabel-variabel bebas, variabel antara, dan variabel moderat yang saling berinteraksi. Setiap faktor memiliki peran strategis dalam mendukung pencapaian ketahanan pangan yang optimal bagi masyarakat.

1. Pengaruh Produksi Pangan terhadap Ketahanan Pangan

Produksi pangan memainkan peran penting dalam ketahanan pangan, mencakup hasil panen, bibit unggul, dan jenis tanaman yang dibudidayakan. Jumlah hasil panen yang tinggi memastikan ketersediaan pangan yang mencegah kelangkaan. Studi oleh Demeke et al. (2013) menyoroti pentingnya produksi domestik dalam ketahanan pangan di Sub-Sahara Afrika, di mana negara dengan produksi yang meningkat lebih stabil secara ekonomi, sementara negara dengan pertumbuhan produksi yang lambat menghadapi masalah impor. Peningkatan produksi harus diimbangi dengan distribusi yang efisien dan berkelanjutan untuk mencapai ketahanan pangan.

2. Peran Akses Pangan dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan

Akses pangan terkait dengan kemampuan masyarakat untuk memperoleh pangan secara fisik, sosial, dan ekonomi, dipengaruhi oleh ketersediaan pangan, jarak ke pasar, dan harga pangan. Penelitian oleh Ahmed et al. (2017) di Pakistan menunjukkan bahwa hambatan akses pasar, seperti jarak dan biaya transportasi, mempengaruhi ketahanan pangan. Timmer (2017) menekankan bahwa ketidakstabilan harga pangan menghambat pertumbuhan ekonomi dan ketahanan pangan, dengan kebijakan pangan yang harus menyesuaikan dengan dinamika harga global.

3. Peran Sosial dan Kelembagaan dalam Ketahanan Pangan

Perempuan memiliki peran penting dalam ketahanan pangan melalui kontribusinya pada produksi, akses ekonomi, dan keamanan gizi. Namun, mereka menghadapi hambatan yang perlu diatasi melalui kebijakan yang mendukung peningkatan kapasitas mereka. Dorward & Morrison (2015) menunjukkan bahwa

subsidi pertanian dapat meningkatkan ketahanan pangan dan mengurangi kemiskinan, tetapi harus diterapkan dengan bijaksana untuk menghindari distorsi pasar dan ketidakefisienan ekonomi.

4. Peran Teknologi Informasi dalam Mendukung Ketahanan Pangan

Teknologi informasi (TI) meningkatkan ketahanan pangan dengan memberikan akses cepat terhadap informasi pertanian, cuaca, dan harga pasar. Bertolini (2023) menekankan peran ICT dalam meningkatkan produksi dan distribusi pangan, meskipun tantangan di negara berkembang terkait akses dan biaya harus diatasi. Wan Mokhtar et al. (2022) menyoroti pentingnya literasi digital bagi petani untuk mengadopsi teknologi pertanian modern yang dapat meningkatkan ketahanan pangan secara berkelanjutan.

5. Peran Ekosistem dalam Ketahanan Pangan

Sistem pertanian terpadu tanaman-ternak (ICLS) dapat meningkatkan ketahanan pangan dengan meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan. ICLS juga dapat mencegah dampak negatif pertanian intensif. Prasad (2009) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk yang efisien penting untuk menghindari kerusakan lingkungan dan meningkatkan hasil produksi, yang mendukung ketahanan pangan.

6. Pengaruh Teknologi Informasi pada Produksi Pangan

Pemahaman konsumen terhadap teknologi pangan memiliki dampak langsung terhadap penerimaan mereka terhadap inovasi di sektor ini. Teisl, Fein, dan Leavy (2024) menemukan bahwa semakin tinggi tingkat literasi teknologi pangan, semakin positif sikap masyarakat terhadap penggunaannya. Namun, efek

negatif dapat muncul ketika informasi yang diterima beragam dan menimbulkan kebingungan. Oleh karena itu, akses terhadap informasi yang akurat menjadi kunci dalam meningkatkan adopsi teknologi pangan di kalangan petani dan konsumen.

Di Jawa Tengah, peran teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam ketahanan pangan menjadi perhatian utama. Mu'min dan Yaqin (2023) menyoroti bahwa penggunaan handphone oleh petani terbukti meningkatkan produksi padi, sementara internet belum memberikan dampak signifikan. Studi ini menunjukkan bahwa teknologi yang mudah diakses dan relevan dengan kebutuhan petani lebih berpeluang untuk diadopsi. Penguatan kapasitas SDM dan kebijakan berbasis kewilayahan menjadi langkah strategis dalam optimalisasi teknologi pertanian.

7. Pengaruh Teknologi Informasi pada Peran Sosial dan Kelembagaan dalam Ketahanan Pangan

Kelembagaan pertanian berperan besar dalam mendukung adopsi teknologi serta memastikan ketahanan pangan yang berkelanjutan. Studi yang dilakukan oleh Sihombing (2023) mengungkapkan bahwa keberhasilan inovasi di sektor pertanian sangat bergantung pada efektivitas kelembagaan, baik dalam bentuk organisasi petani maupun dukungan pemerintah. Faktor-faktor seperti kapasitas SDM, infrastruktur, dan keterlibatan pemangku kepentingan turut menentukan efektivitas kelembagaan ini. Oleh sebab itu, strategi inovasi kelembagaan yang inklusif menjadi kebutuhan mendesak bagi ketahanan pangan.

8. Hubungan Teknologi Informasi dengan Akses Pangan

Teknologi informasi tidak hanya berperan dalam produksi, tetapi juga dalam memperluas akses pangan. Studi yang dilakukan di Yogyakarta oleh Subejo dkk.

(2021) menunjukkan bahwa kepemilikan perangkat TIK di kawasan pertanian cukup tinggi, namun penggunaannya masih terbatas pada fungsi komunikasi dan hiburan. Sementara itu, media konvensional seperti televisi dan radio masih menjadi sumber utama informasi pertanian. Agar TIK benar-benar dapat meningkatkan akses pangan, diperlukan edukasi yang lebih intensif kepada petani agar mereka dapat memanfaatkan teknologi ini secara lebih produktif.

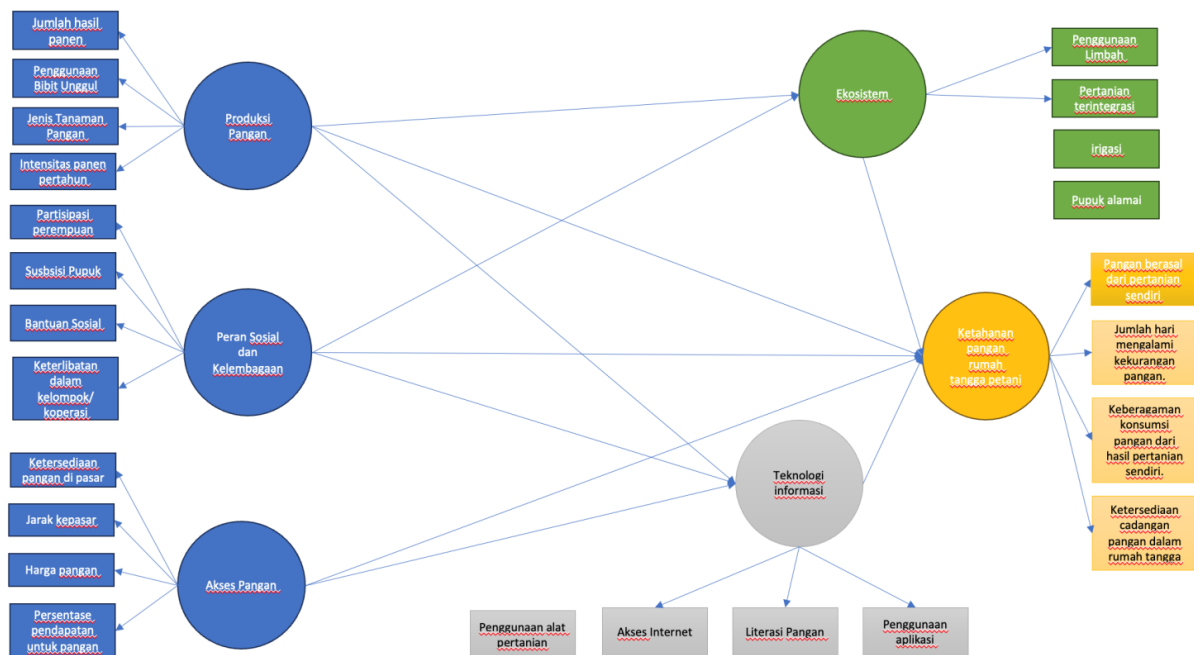
9. Produksi Pangan dan Ekosistem sebagai Faktor Moderating

Sistem pertanian yang berkelanjutan menjadi solusi utama dalam meningkatkan produksi pangan tanpa merusak lingkungan. Hasan dkk. (2020) menekankan bahwa pendekatan pertanian terintegrasi ternak-tanaman (ICLS) mampu meningkatkan efisiensi produksi dengan prinsip zero waste. Limbah pertanian dan peternakan diolah kembali untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada input kimia. Dengan strategi yang tepat, sistem ini dapat mendukung ketahanan pangan nasional secara berkelanjutan.

10. Peran Sosial dan Kelembagaan dalam Mendukung Ekosistem Pertanian

Di Bali, program pertanian berbasis integrasi telah dikembangkan melalui Simantri. Anugrah dkk. (2019) menjelaskan bahwa program ini tidak hanya meningkatkan produksi pangan, tetapi juga menciptakan model pertanian yang ramah lingkungan. Dengan prinsip zero waste, limbah pertanian dimanfaatkan untuk menghasilkan pakan, pupuk organik, dan energi terbarukan. Keberhasilan program ini bergantung pada dukungan pemerintah daerah serta kesinambungan kebijakan dalam mendukung petani untuk mengadopsi sistem pertanian berkelanjutan.

Gambar 2.2 menggambarkan bagaimana variabel dalam kerangka konseptual ketahanan pangan berkelanjutan saling mempengaruhi, baik secara positif maupun negatif. Produksi pangan yang efisien, melalui penggunaan bibit unggul dan pemilihan jenis tanaman yang tepat, meningkatkan ketersediaan pangan, sementara akses pangan yang baik memastikan pangan terjangkau oleh masyarakat. Teknologi informasi menghubungkan variabel-variabel ini dengan meningkatkan efisiensi distribusi dan pemanfaatan pangan, sementara peran sosial dan kelembagaan, seperti partisipasi perempuan dan subsidi pupuk, memperkuat ketahanan pangan. Ekosistem yang sehat berfungsi sebagai variabel moderat yang memperkuat hubungan antar variabel, mendukung produksi pangan yang berkelanjutan dan keberlanjutan ekosistem secara keseluruhan. Interaksi ini menciptakan sistem ketahanan pangan yang saling mendukung dan berkelanjutan.



Gambar 2.2: Kerangka Konseptual

D. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian “Pengaruh Produksi Pangan, Akses Pangan, Peran Sosial Kelembagaan, Teknologi Informasi Dan Lingkungan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan Di Sumatera Barat” ini adalah:

1. Produksi pangan yang lebih tinggi secara signifikan meningkatkan ketahanan pangan di Sumatera Barat.
2. Akses pangan yang lebih baik berkontribusi secara positif terhadap stabilitas ketahanan pangan di Sumatera Barat.
3. Peran sosial dan kelembagaan memiliki pengaruh signifikan dalam meningkatkan ketahanan pangan di Sumatera Barat.
4. Pemanfaatan teknologi informasi secara efektif meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi pangan, sehingga memperkuat ketahanan pangan.
5. Ekosistem pertanian berkelanjutan berperan secara signifikan dalam menjaga ketahanan pangan di Sumatera Barat.
6. Teknologi informasi memediasi hubungan antara produksi pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.
7. Teknologi informasi memediasi hubungan antara akses pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.
8. Teknologi informasi memediasi hubungan antara peran sosial kelembagaan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.
9. Lingkungan memperkuat hubungan antara produksi pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.

10. Lingkungan memperkuat hubungan antara akses pangan dan ketahanan pangan rumah tangga petani.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan survei. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan berkelanjutan di beberapa kabupaten/kota dengan berbagai tingkat PDRB. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk memperoleh data yang dapat diukur dan dianalisis secara statistik guna memberikan gambaran yang lebih objektif tentang hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan, seperti produksi pangan, akses pangan, peran sosial dan kelembagaan, teknologi informasi, dan ekosistem.

Metode survei digunakan untuk mengumpulkan data dari sampel yang representatif di masing-masing kabupaten/kota. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner yang disebarakan kepada responden yang dipilih menggunakan metode multi-stage random sampling, dengan mempertimbangkan proporsi populasi rumah tangga petani di setiap kabupaten/kota yang dipilih. Jenis penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih dalam tentang tantangan dan peluang yang ada dalam mencapai ketahanan pangan di berbagai daerah dengan latar belakang ekonomi yang beragam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat membantu meningkatkan ketahanan pangan di tingkat daerah, dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

B. Populasi dan Sampel Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petani di Provinsi Sumatera Barat yang berjumlah 693.023 orang, data lengkap dapat dilihat pada table 3.2. Populasi ini mencakup petani yang tersebar di wilayah Sumatera Barat. Mengingat tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi ketahanan pangan, populasi petani di Sumatera Barat dipilih karena mereka merupakan pelaku utama dalam sektor pertanian.

Tabel 3.1: Jumlah Rumah Tangga Usaha Pertanian dan Usaha Pertanian Perorangan menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat (2023)

No	Kabupaten	Jumlah Rumah Tangga Usaha Pertanian (orang)
1	SUMATERA BARAT (Provinsi)	769045
2	Kepulauan Mentawai	18647
3	Pesisir Selatan	91658
4	Kab.Solok	75257
5	Sijunjung	47060
6	Tanah Datar	67233
7	Padang Pariaman	67457
8	Agam	86060
9	Lima Puluh Kota	74064
10	Pasaman	51852
11	Solok Selatan	34223
12	Dharmasraya	42284
13	Pasaman Barat	61544
14	Padang	21205
15	Kota Solok	2934
16	Sawahlunto	8322
17	Padang Panjang	2084
18	Bukittinggi	2094
19	Payakumbuh	9389
20-	Pariaman	5678

Sumber: Sensus Pertanian Sumatera Barat 2023 Tahap 2

Untuk memperoleh data yang representatif, penelitian ini menggunakan teknik sampling proporsional dengan menggunakan rumus sloving yang akan dibagi

secara proporsional di antara kabupaten di Sumatera Barat. Pendekatan ini memungkinkan setiap kabupaten memiliki jumlah sampel yang sesuai dengan proporsi jumlah petani di wilayahnya masing-masing. Dengan demikian, pembagian sampel secara proporsional ini bertujuan untuk mencerminkan variasi kondisi dan karakteristik petani di setiap kabupaten, sehingga hasil penelitian dapat merepresentasikan kondisi ketahanan pangan di seluruh Sumatera Barat secara lebih akurat.

Dengan menggunakan rumus Slovin dan tingkat kesalahan **5%**, ukuran sampel yang dibutuhkan untuk populasi sebesar **769.045** adalah **400 responden**. Data jumlah sampel per kabupaten di Sumatera Barat yang dibagi secara proposional berdasarkan data populasi dapat dilihat pada tabel 3.3.

$$n = \frac{N}{1+N.e^2}n$$

$$n = \frac{769045}{1 + 769045 .0,05^2}$$

$$n = \frac{769045}{1 + 769045 .0,0025}$$

$$n = \frac{769045}{1 + 1922}$$

$$n = \frac{769045}{1923}$$

$$n = 400$$

- n= ukuran sampel
- N = ukuran populasi (769045 petani)
- e = margin of error yang diinginkan (5% atau 0,05)

Untuk melakukan distribusi sampel dalam penelitian yang menggunakan *multi-stage random sampling* berdasarkan tingkat PDRB, kita memilih 6 kabupaten/kota yang mewakili tiga kategori PDRB yang berbeda: Tinggi, Menengah, dan Rendah. Dengan total populasi rumah tangga petani sebanyak 769.045, kita perlu membagi jumlah sampel yang dibutuhkan, yaitu 400 responden, ke dalam masing-masing kabupaten/kota sesuai dengan proporsi populasi mereka.

Pemilihan kabupaten/kota untuk distribusi sampel dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan tingkat PDRB, yang terbagi dalam tiga kategori: Tinggi, Menengah, dan Rendah. Pemilihan ini bertujuan untuk memahami bagaimana kondisi ekonomi di masing-masing kabupaten/kota mempengaruhi ketahanan pangan yang berkelanjutan. Data PDRB Kabupaten Kota Sumatera Barat 2023 terlihat pada tabel 3.2.

Dalam kategori PDRB Tinggi, kami memilih Kabupaten Agam dan Padang Pariaman. Agam dipilih karena meskipun memiliki PDRB yang tinggi, sektor pertanian tetap menjadi andalan, dengan populasi rumah tangga petani yang cukup besar. Pemilihan Agam memungkinkan kita untuk menganalisis ketahanan pangan di daerah dengan ekonomi tinggi namun tetap bergantung pada sektor pertanian. Padang Pariaman dipilih karena memiliki populasi rumah tangga petani yang signifikan dan akses pasar yang baik, yang menjadikannya representatif dari kabupaten dengan PDRB tinggi yang memiliki keterkaitan erat dengan pertanian.

Pada kategori PDRB Menengah, kami memilih Kabupaten Pesisir Selatan dan Kabupaten Solok. Pesisir Selatan, dengan ketergantungan pada sektor pertanian dan tantangan dalam akses pangan, memberikan wawasan yang berharga mengenai

ketahanan pangan di daerah dengan PDRB menengah. Sementara itu, Solok, yang memiliki potensi besar dalam produksi pangan lokal, menjadi lokasi yang tepat untuk memahami ketahanan pangan di kabupaten dengan PDRB menengah yang masih mengandalkan sektor pertanian.

Tabel 3.2: PDRB Kabupaten Kota di Sumatera Barat Tahun 2023

No	Kabupaten/Kota	PDRB (Juta Rupiah)	Kelompok PDRB
1	Padang	79.704.673	Tinggi
2	Agam	26.162.659	Tinggi
3	Padang Pariaman	25.070.850	Tinggi
4	Pesisir Selatan	18.025.680	Menengah
5	Kab. Solok	17.316.412	Menengah
6	Tanah Datar	16.459.559	Menengah
7	Lima Puluh Kota	19.604.196	Menengah
8	Pasaman Barat	19.544.796	Menengah
9	Dharmasraya	13.345.769	Menengah
10	Sijunjung	11.676.771	Menengah
11	Pasaman	11.360.358	Menengah
12	Kepulauan Mentawai	5.914.999	Rendah
13	Solok Selatan	7.044.415	Rendah
14	Kota Solok	5.262.098	Rendah
15	Sawahlunto	4.825.296	Rendah
16	Padang Panjang	4.474.085	Rendah
17	Bukittinggi	11.131.582	Rendah
18	Payakumbuh	8.982.353	Rendah
19	Pariaman	6.435.120	Rendah

Sumber: BPS Sumatera Barat

Di kategori PDRB Rendah, terdapat Kabupaten Sijunjung dan Pasaman Barat. Sijunjung, dengan populasi rumah tangga petani yang cukup besar namun PDRB rendah, memberikan gambaran tentang tantangan ketahanan pangan yang dihadapi oleh masyarakat di daerah dengan keterbatasan ekonomi. Pasaman Barat, meskipun sektor pertaniannya masih menjadi tumpuan utama, memiliki PDRB yang rendah, sehingga memberikan perspektif tentang bagaimana ketahanan

pangan beroperasi dalam ekonomi terbatas dan bagaimana sektor pertanian dapat mendukung ketahanan pangan di daerah dengan ekonomi yang lebih rendah.

Tabel 3.2: Jumlah Reponden Penelitian

Kabupaten/Kota	Populasi Rumah Tangga Petani	Tingkat PDRB	Sampel yang Diberikan
Agam	86,06	Tinggi	45
Padang Pariaman	67,457	Tinggi	35
Pesisir Selatan	91,658	Menengah	48
Solok	75,257	Menengah	39
Sijunjung	47,06	Rendah	24
Pasaman Barat	61,544	Rendah	32

Sumber: Olahan penulis

Pada tingkat PDRB Tinggi, terdapat Kabupaten Agam dan Padang Pariaman. Kabupaten Agam memiliki populasi rumah tangga petani sebanyak 86.060, yang mendapatkan alokasi sampel sekitar 445 responden. Sedangkan Padang Pariaman, dengan populasi rumah tangga petani sebanyak 67.457, mendapatkan alokasi sampel sekitar 35 responden.

Untuk tingkat PDRB Menengah, terdapat Kabupaten Pesisir Selatan dan Kabupaten Solok. Pesisir Selatan memiliki populasi rumah tangga petani yang cukup besar, yaitu 91.658, yang menghasilkan alokasi sampel sekitar 48 responden. Kabupaten Solok, dengan populasi rumah tangga petani 75.257, mendapatkan alokasi sampel sekitar 39 responden.

Di tingkat PDRB Rendah, terdapat Kabupaten Sijunjung dan Pasaman Barat. Kabupaten Sijunjung dengan populasi rumah tangga petani 47.060, mendapatkan alokasi sampel sekitar 24 responden, sedangkan Pasaman Barat dengan populasi rumah tangga petani 61.544, mendapatkan alokasi sampel sekitar 32 responden.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah kuesioner, yang dirancang untuk mengumpulkan data primer terkait variabel yang diteliti, yaitu produksi pangan, akses pangan, peran sosial kelembagaan, teknologi informasi, dan lingkungan sebagai variabel independen, serta ketahanan pangan berkelanjutan sebagai variabel dependen. Kuesioner ini terdiri dari pertanyaan tertutup, pertanyaan terbuka, dan pertanyaan pilihan untuk memperoleh data yang komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi ketahanan pangan di Sumatera Barat.

Pertanyaan tertutup menggunakan skala Likert 5 poin untuk mengukur persepsi responden terhadap masing-masing variabel penelitian, dengan pilihan jawaban: 1 (Sangat Tidak Setuju), 2 (Tidak Setuju), 3 (Netral), 4 (Setuju), dan 5 (Sangat Setuju). Skala ini memungkinkan data yang diperoleh dapat dianalisis secara kuantitatif untuk mengukur hubungan antar variabel. Selain itu, pertanyaan terbuka disertakan untuk menggali wawasan, pengalaman, dan perspektif responden mengenai faktor-faktor yang berkontribusi terhadap ketahanan pangan di daerah mereka. Pertanyaan pilihan digunakan untuk memperoleh informasi konkret mengenai kondisi ekonomi dan pertanian responden, seperti pendapatan petani, luas lahan, dan tingkat produksi pertanian.

Untuk memastikan bahwa instrumen penelitian memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi, uji validitas akan dilakukan menggunakan Average Variance Extracted (AVE) dan Outer Loadings, sedangkan uji reliabilitas akan diuji menggunakan Composite Reliability (CR) dan Cronbach's Alpha, dengan batas

minimum 0,7 untuk menunjukkan konsistensi yang baik. Sebelum digunakan secara luas, kuesioner akan diuji coba pada sejumlah responden terbatas (pre-test) untuk memastikan bahwa pertanyaan mudah dipahami dan tidak menimbulkan ambiguitas.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang didistribusikan secara langsung kepada responden di lapangan. Responden dalam penelitian ini terdiri dari petani dan masyarakat yang terlibat dalam sektor pertanian di Sumatera Barat. Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk memastikan bahwa data yang diperoleh representatif dan berkualitas.

Tahap pertama adalah penyusunan kuesioner, yang dirancang berdasarkan teori dan penelitian sebelumnya agar relevan dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, dilakukan uji coba kuesioner (pre-test) kepada sejumlah responden terbatas untuk menilai kejelasan dan validitas instrumen. Setelah dilakukan revisi jika diperlukan, tahap berikutnya adalah seleksi responden, yang menggunakan Multi-Stage Random Sampling untuk memilih kabupaten/kota berdasarkan PDRB dan Purposive Sampling untuk memilih individu yang memiliki pengalaman dalam sektor pertanian.

Setelah responden terpilih, dilakukan distribusi kuesioner, yang dapat dilakukan melalui wawancara tatap muka dengan pendampingan enumerator atau pengisian secara mandiri dengan penjelasan dari tim penelitian. Untuk memastikan

tingkat respons yang tinggi, enumerator memberikan instruksi yang jelas mengenai pengisian kuesioner. Tahap akhir adalah verifikasi dan pengolahan data, di mana setiap kuesioner yang telah terkumpul diperiksa untuk memastikan tidak ada data yang hilang atau jawaban yang tidak konsisten sebelum dianalisis menggunakan SmartPLS dalam model SEM-PLS.

E. Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan melalui kuesioner akan dianalisis dengan menggunakan analisis statistik untuk menguji hubungan antara variabel yang diteliti. Teknik analisis ini akan memberikan gambaran yang jelas mengenai pengaruh antara konsumsi energi, teknologi, pengeluaran pemerintah, dan perdagangan lokal terhadap ketersediaan pangan, aksesibilitas pangan, pemanfaatan pangan, dan kualitas lingkungan.

Langkah-langkah Analisis Data:

1. Uji Validitas dan Reliabilitas

Validitas data akan diuji untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan dalam kuesioner benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur sesuai dengan tujuan penelitian. Validitas konstruksi akan dilakukan melalui analisis faktor (*Factor Analysis*) untuk memastikan bahwa setiap item dalam kuesioner berkontribusi pada pengukuran variabel yang dimaksud.

Reliabilitas data akan diuji menggunakan Cronbach's Alpha untuk memastikan konsistensi internal dari item-item dalam kuesioner. Nilai

Cronbach's Alpha yang lebih besar dari 0,7 akan menunjukkan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat reliabilitas yang baik.

2. Deskriptif Statistik

Deskriptif statistik sebelum melakukan analisis inferensial, langkah pertama adalah menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik responden dan variabel penelitian. Statistik deskriptif ini mencakup:

- a. Frekuensi, yang bertujuan untuk mengetahui distribusi responden berdasarkan kategori tertentu (misalnya kategori penghasilan, pendidikan, dll).
- b. Rata-rata (mean) dan standar deviasi (SD), yang bertujuan untuk mengetahui kecenderungan sentral dan sebaran data pada variabel kuantitatif.
- c. Persentase, yang bertujuan untuk melihat seberapa besar proporsi masing-masing kategori dalam variabel yang diteliti.

3. *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM)

Dalam penelitian ini, analisis data menggunakan *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dilakukan melalui beberapa tahap yang terstruktur. Berikut adalah rincian teknis dari tahapan analisis data menggunakan PLS:

a. Persiapan Data

Persiapan data adalah tahap awal yang penting dalam analisis PLS-SEM.

Pada tahap ini, data yang dikumpulkan dari populasi rumah tangga petani di berbagai kabupaten dan kota akan dipersiapkan untuk analisis. Ini mencakup:

1) Pembersihan Data.

Mengidentifikasi dan menangani missing values, outliers, dan kesalahan pengukuran pada data.

2) Transformasi Data.

Jika diperlukan, variabel yang tidak normal atau terdistorsi akan dilakukan transformasi, misalnya dengan menggunakan logaritma atau standar deviasi.

3) Koding Variabel.

Kode untuk variabel yang bersifat kategorikal, misalnya pengelompokan kabupaten berdasarkan tingkat PDRB atau klasifikasi produksi pangan.

b. Evaluasi Model Pengukuran

Evaluasi model pengukuran bertujuan untuk memastikan bahwa indikator-indikator yang digunakan dapat mengukur konstruk secara valid dan reliabel. Dalam model ini, terdapat variabel laten yang diukur oleh indikator-indikator yang spesifik.

Model Pengukuran untuk Variabel Laten:

Ketahanan Pangan (Y):

$$Y = \lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_2 + \lambda_3 Y_3 + \delta_1$$

Produksi Pangan (X1):

$$X_1 = \lambda_1 X_{1,1} + \lambda_2 X_{1,2} + \lambda_3 X_{1,3} + \delta_1$$

Akses Pangan (X2):

$$X_2 = \lambda_1 X_{2,1} + \lambda_2 X_{2,2} + \lambda_3 X_{2,3} + \delta$$

Peran Sosial dan Kelembagaan (X3):

$$X_3 = \lambda_1 X_{3,1} + \lambda_2 X_{3,2} + \lambda_3 X_{3,3} + \delta_3$$

Ekosistem (M):

$$M = \lambda_1 M_1 + \lambda_2 M_2 + \delta_4$$

Teknologi Informasi (T):

$$T = \lambda_1 T_1 + \lambda_2 T_2 + \lambda_3 T_3 + \delta_5$$

Pengukuran dilakukan untuk memastikan bahwa nilai loading factor (λ) dari setiap indikator cukup tinggi (biasanya > 0.7) dan average variance extracted (AVE) lebih besar dari 0.5, yang menunjukkan validitas konvergen.

c. Evaluasi Model Struktural

Model struktural menggambarkan hubungan antar variabel laten dalam model. Model ini akan diestimasi untuk menguji hubungan langsung antara produksi pangan, akses pangan, peran sosial dan kelembagaan, dan

teknologi informasi dengan ketahanan pangan, serta bagaimana ekosistem memoderasi hubungan-hubungan tersebut.

Persamaan Model Struktural:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 M + \beta_5 T + \beta_6 (X_1 \times M) + \beta_7 (X_2 \times M) + \beta_8 (X_3 \times M) + \beta_9 (T \times M) + \epsilon$$

Dimana:

- Y adalah ketahanan pangan (dependent variable),
- X1, X2, dan X3 adalah produksi pangan, akses pangan, dan peran sosial dan kelembagaan (independent variables),
- M adalah ekosistem (moderator),
- T adalah teknologi informasi (intervening variable),
- $\beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9$ adalah koefisien interaksi antar variabel.

Dalam tahap ini, kita akan menghitung koefisien jalur (β \betaeta) dan uji signifikansi menggunakan bootstrapping untuk memastikan hubungan yang ditemukan bukan kebetulan.

d. Uji Moderasi

Uji moderasi bertujuan untuk menguji apakah ekosistem memoderasi hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Uji ini dilakukan dengan menghitung efek interaksi antara produksi pangan, akses pangan, peran sosial dan kelembagaan, serta teknologi informasi terhadap ketahanan pangan, dengan ekosistem sebagai moderasi.

Persamaan Interaksi Moderasi:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_6 (X_1 \times M) + \beta_7 (X_2 \times M) + \beta_8 (X_3 \times M) + \beta_9 (T \times M) + \epsilon$$

Jika koefisien interaksi ($\beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9$) signifikan, maka ekosistem berperan sebagai moderasi yang memperkuat atau memperlemah pengaruh variabel independen terhadap ketahanan pangan.

e. Analisis Variabel Intervening

Teknologi informasi bertindak sebagai variabel intervening yang menghubungkan pengaruh produksi pangan, akses pangan, dan peran sosial dan kelembagaan terhadap ketahanan pangan. Dengan demikian, variabel ini dapat mempercepat atau memperlambat pengaruh langsung antara variabel-variabel tersebut.

Persamaan Intervening:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_5 T + \epsilon$$

Dengan menganalisis koefisien β_5 dari teknologi informasi, kita dapat menilai pengaruh teknologi terhadap ketahanan pangan.

f. Pemeriksaan Kualitas Model

Setelah model diestimasi, langkah selanjutnya adalah memeriksa kualitas model. Ada beberapa indikator yang digunakan untuk menilai kecocokan model, diantaranya adalah:

- 1) R-square (R^2): mengukur proporsi variasi dalam variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variabel independen.
- 2) Average Variance Extracted (AVE): mengukur validitas konstruk, dengan nilai lebih besar dari 0.5 menunjukkan validitas yang baik.
- 3) Goodness of Fit (GoF): menilai kesesuaian keseluruhan model.

Jika model memiliki R^2 yang tinggi dan AVE yang lebih besar dari 0.5, maka model dapat dianggap valid.

g. Interpretasi Hasil dan Validasi Model

Pada tahap akhir, interpretasi hasil dilakukan dengan melihat koefisien jalur (*path coefficients*), nilai t-statistics, dan p-values untuk menguji signifikansi hubungan antar variabel. Setelah pengujian model dilakukan, langkah selanjutnya adalah validasi model dengan menguji fit model secara keseluruhan. Hasil dari pengujian ini akan memberikan kesimpulan apakah produksi pangan, akses pangan, peran sosial dan kelembagaan, serta teknologi informasi mempengaruhi ketahanan pangan, dan sejauh mana ekosistem memainkan peran sebagai moderasi.

Jika model telah valid dan dapat memberikan pemahaman yang jelas tentang hubungan antar variabel, maka kita dapat menyarankan kebijakan yang relevan untuk meningkatkan ketahanan pangan, baik melalui kebijakan yang berkaitan dengan produksi, distribusi, atau kebijakan berbasis teknologi dan keberlanjutan ekosistem.

4. Pengujian Hipotesis

Dalam penelitian ini, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan metode bootstrapping pada SEM-PLS dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS. Bootstrapping merupakan teknik resampling yang digunakan untuk mengestimasi distribusi sampel secara acak dan menghasilkan estimasi standar error yang lebih akurat. Teknik ini memungkinkan analisis hubungan antar variabel dalam model penelitian tanpa harus bergantung pada asumsi distribusi normal.

Pengujian hipotesis dilakukan dengan melihat nilai T-Statistics dan P-Value dari hasil bootstrapping. Adapun kriteria pengujian hipotesis adalah sebagai berikut:

- a. T-Statistics $> 1,96$ menunjukkan bahwa hubungan antara variabel signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).
- b. P-Value $< 0,05$ menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_0) ditolak, yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel independen terhadap variabel dependen.

Hasil dari bootstrapping akan memberikan gambaran apakah hubungan antar variabel dalam model penelitian memiliki pengaruh yang signifikan atau tidak. Jika suatu jalur memiliki T-Statistics lebih besar dari 1,96 dan P-Value kurang dari 0,05, maka hipotesis penelitian diterima, yang berarti bahwa variabel independen memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen.

Sebaliknya, jika T-Statistics kurang dari 1,96 dan P-Value lebih dari 0,05, maka hipotesis nol tidak dapat ditolak, yang menunjukkan bahwa hubungan antar variabel tidak signifikan dalam model yang diuji.

E. Jadwal Penelitian

Penelitian disertasi ini direncanakan untuk dilaksanakan dalam beberapa tahap, mulai dari identifikasi masalah hingga publikasi hasil penelitian. Jadwal ini disusun untuk memastikan setiap tahapan penelitian dapat terlaksana secara terstruktur dan tepat waktu. Rangkaian kegiatan ini mencakup kajian literatur,

pengumpulan dan analisis data, hingga proses revisi, sidang tertutup, sidang terbuka, dan publikasi. Setiap tahap direncanakan dengan estimasi waktu yang optimal agar penelitian dapat berjalan lancar dan sesuai dengan standar akademik yang diharapkan.

Tabel di bawah ini menunjukkan rencana jadwal penelitian selama satu tahun, dengan rincian setiap kegiatan utama yang akan dilakukan setiap bulan. Penjadwalan ini diharapkan dapat memberikan panduan yang jelas dalam pelaksanaan penelitian sehingga seluruh kegiatan dapat selesai tepat waktu sesuai target.

Tabel 3.2: Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Identifikasi Masalah & Penyusunan Proposal	✓	✓										
2	Pengkajian Literatur	✓	✓	✓									
3	Desain Instrumen Penelitian		✓	✓									
4	Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen			✓	✓								
5	Pengumpulan Data Lapangan				✓	✓	✓						
6	Pengolahan dan Analisis Data					✓	✓	✓					
7	Pembahasan Hasil Penelitian						✓	✓	✓				
8	Penyusunan Laporan dan Penulisan Disertasi							✓	✓	✓	✓		
9	Seminar Hasil Penelitian									✓			
10	Revisi dan Finalisasi										✓	✓	
11	Sidang Tertutup											✓	
12	Sidang Terbuka												✓
13	Publikasi											✓	✓

F. Referensi

- Abdikafi Hassan Abdi, Abdisalan Aden Mohamed, dan Farhia Hassan Mohamed. (2024). *Enhancing Food Security in Sub-Saharan Africa: Investigating the Role of Environmental Degradation, Food Prices, and Institutional Quality*.
- Abiodun Olusola Omotayo dan Abeeb Babatunde Omotoso. (2025). *Climate-smart agricultural technology and gender-differentiated food, and water security: Evidence from smallholder sunflower (*Helianthus annuus* L.) farmers*.
- Ahmed, S., Ying, Z., Bashir, M., Abid, M., & Zulfiqar, F. (2024). Factors influencing food security at household level: A case study of smallholder farmers in Punjab, Pakistan. *Food Security Journal*, 15(2), 195-210.
- Ahmed, U. I., Ying, L., Bashir, M. K., Abid, M., & Zulfiqar, F. (2017). Status and determinants of small farming households' food security and role of market access in enhancing food security in rural Pakistan. *PLOS ONE*, 12(10), e0185466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185466>
- Ailish Craig, Craig Hutton, dan Justin Sheffield. (2023). *Bonding, Bridging and Linking Social Capital Combinations for Food Access: A Gendered Case Study Exploring Temporal Differences in Southern Malawi*.
- Akbar Akbar, Rahim Darma, dan Rida Akzar. (2024). *COVID-19 pandemic and food security: Strategic agricultural budget allocation in Indonesia*.
- Akter, S., Ahmed, J. U., Begum, I. A., Sarkar, M. A. R., Fatema, K., Mahmud, A., Ding, S., & Alam, M. J. (2024). Integrated farming system—A means of improving farmers' well-being in the wetland ecosystem of Bangladesh. *Agricultural Systems*, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2024.100127>
- Aleisa, E., & Alsaleh, A. (2024). Upcycling food waste into animal feed: An environmental assessment based on food waste quantities in different district types in Kuwait. *Journal of Engineering Research*.
- Amanda Palazzo, Taher Kahil, dan Yoshihide Wada. (2024). *Assessing Sustainable Development Pathways for Water, Food, and Energy Security in a Transboundary River Basin*.
- Amanuel Ayele Gebre dan Mahadeo S. Deshmukh. (2025). *Analysis of Household Food Security Status in Hadiya Zone, Central Ethiopia*.

- Anderson, K., & Martin, W. (n.d.). *THE RELATIVE IMPORTANCE OF GLOBAL AGRICULTURAL SUBSIDIES AND MARKET ACCESS*.
- Andhalkar, V. V., Domínguez De María, P., Montané, D., Medina, F., & Constantí, M. (2024). From agricultural waste to value: Integrated chemo and biocatalytic biorefinery processes to produce 2-furoic acid. *Chemical Engineering Journal*, 500, 156879. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.156879>
- Anugrah, I. S., Sarwoprasodjo, S., Suradisastra, K., & Purnaningsih, N. (2014). Sistem Pertanian Terintegrasi – Simantri: Konsep, Pelaksanaan, dan Perannya dalam Pembangunan Pertanian di Provinsi Bali. *Forum penelitian Agro Ekonomi*, 32(2), 157. <https://doi.org/10.21082/fae.v32n2.2014.157-176>
- Arifin, B. (2011). *Membangun Kemandirian dan Kedaulatan Pangan*. Kongres Ilmu Pengetahuan Indonesia (KIPNAS) X, 9-11 November 2011, Jakarta.
- Aung, H., et al. (2021). *Technical Efficiency in Small-scale Aquaculture in Myanmar: The Role of Gender, Polyculture Practices, and Climate Change Adaptation Strategies*. [Journal Name], [Volume], [Page Numbers].
- Beatrix Wepner, Sabine Neuberger, dan Hanna Koch. (2025). *How Can Digitalisation Support Transformation Towards Sustainable Agri-Food Systems? Scenario Development in Lower Austria*.
- Bertolini, R. (2023). Making Information and Communication Technologies Work for Food Security in Africa.
- Bokeloh, G., Gerster-Bentaya, M., & Weingarter, L. (2005). Achieving Food and Nutrition Security: Actions to Meet the Global Challenge.
- Chaireni, R., Agustanto, D., Wahyu, R. A., & Nainggolan, P. (2020). *KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN*. 2.
- Chandio, A. A., Jiang, Y., Rehman, A., & Dunya, R. (2024). The impact of digital technologies on agricultural productivity: Evidence from developing countries. *Journal of Agricultural Economics*, 75(1), 45-67.
- Chew, K. W., Chia, S. R., Yen, H-W., Nomanbhay, S., Ho, Y-C., & Show, P. L. (2019). Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. *University of Nottingham Malaysia*.

- Cong, H., Meng, H., Chen, M., Song, W., & Xing, H. (2023). Co-processing paths of agricultural and rural solid wastes for a circular economy based on the construction concept of “zero-waste city” in China. *Circular Economy*, 2(4), 100065. <https://doi.org/10.1016/j.cec.2023.100065>
- Culas, R. J., Tek, K. (2016). Food security in Cambodia: trends and policy objectives. *International Journal of Development Issues*, 15(3):306-327. DOI:10.1108/IJDI-06-2016-0033.
- Demeke, M. (2013). Understanding the performance of food production in sub-Saharan Africa and its implications for food security. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 5(11), 425–443. <https://doi.org/10.5897/JDAE2013.0457>
- Dorward, A., & Morrison, J. (2015). Heroes, villains and victims: Agricultural subsidies and their impacts on food security and poverty reduction. In G. M. Robinson & D. A. Carson (Eds.), *Handbook on the Globalisation of Agriculture*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9780857939838.00016>
- Dyg, P. M. (2020). Fostering Food Literacy and Food Citizenship through Farm-School Cooperation and Beyond. *Theoretical Perspectives and Case Studies on Farm-School Cooperation and Food and Agriculture Education*.
- Elisa Carloni, Claudia Giordano, dan Valentino Marini Govigli. (2025). *Promoting sustainable food systems: An empirical analysis of local Food Hub governance models and structures in 12 African settings*.
- FAO. (1996). *Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action*. World Food Summit, 13-17 November 1996.
- FAO. (2006). *The Right to Food in Practice: Implementation at the National Level*.
- Freathy, P., Marshall, D., & Calderwood, L. (2024). The role of informal food economies in food access and security in rural Scotland. *Journal of Rural Studies*, 69, 59-70.
- Freathy, P., Memon, A., & Khan, S. (2024). The role of informal food economies in ensuring food security: A case study from Southeast Asia. *Food Policy*, 114, 102496.

- French, S. A., Wall, M., & Mitchell, N. R. (2024). Household income differences in food sources and food items purchased. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 56(4), 345-355.
- Gerber, N., et al. (2013). *Food and Nutrition Security Indicators: A Review*. ZEF Working Paper Series No. 108.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Gross R, Schoeneberger H, Pfeifer H, Preuss HJ. 2000. The four dimensions of food and nutrition security: definitions and concepts. *Nutrition and Food Security*
- Hanif N, Nisa M, Yaseen MR. 2019. Relationship between food security, macroeconomic variables and environment: evidences from Developing Countries. *Journal of Applied Economics and Business Research*. 9(April):27-37.
- Hasan, S., Pomalingo, N., & Bahri, S. (2018). Pendekatan dan strategi pengembangan sistem pertanian terintegrasi ternak-tanaman menuju ketahanan pangan nasional. *Prosiding Seminar Nasional Integrated Farming System*, 25–26 November 2018, Gorontalo, 1–10.
- Hülßen, M., Khonje, M., & Qaim, M. (2024). Market access, food environments, and child nutrition in Malawi. *Food Policy*, 92, 101-115.
- Hymans, S. H., & Shapiro, H. T. (1975). The allocation of household income to food consumption. *Journal of Human Resources*, 10(3), 303-318.
- Jiménez-Aceituno, A., López-Rodríguez, M.D., González-Martín, B. (2025). *Trade-offs for Healthy and Sustainable Diets in Europe: Social-Ecological Dynamics in an Intensive Agricultural System*.
- Kannan Pandian, Mohamed Roshan Abu Firnass Mustaffa, dan Surya Teja Varanasi. (2024). *Synergistic Conservation Approaches for Nurturing Soil, Food Security and Human Health Towards Sustainable Development Goals*.

- Kamal, M., & Bablu, T. A. (2018). Mobile Applications Empowering Smallholder Farmers: An Analysis of the Impact on Agricultural Development. *International Islamic University Chittagong & ActionAid Bangladesh*.
- Khalak, M. S., Hossain, M. D., & Rahman, M. M. (2018). *Akses Petani terhadap Media TIK dalam Mendapatkan Informasi Pertanian di Bangladesh*.
- Khan REA, Azid T, Tossef MU. 2012. Determinants of food security in rural areas of Pakistan. *International Journal of Social Economics*. 39(12):951-964. DOI:10.1108/03068291211269082
- Leavy, J., & Hossain, N. (2024). Youth aspirations, opportunities and rising food prices. *Agricultural Economics Review*.
- Li X, Liu N, You L, Ke X, Liu H, Huang M, Waddington SR. 2016. Patterns of cereal yield growth across China from 1980 to 2010 and their implications for food production and food security. *PLoS ONE*. 11(7): 1-19. DOI:10.1371/journal.pone.0159061.
- Liu X, Filler G, Odening M. 2013. Testing for speculative bubbles in agricultural commodity prices: a regime switching approach. *Agricultural Finance Review*. 73(1):179-200. DOI:10.1108/00021461311321384
- Ludovica Principato, Gaetano Pice, dan Alberto Pezzi. (2025). *Understanding Food Choices in Sustainable Healthy Diets – A Systematic Literature Review on Behavioral Drivers and Barriers*.
- Lumbanraja, V., & Fahreza, I. (2023). Politik Pangan: Upaya Membangun Kebijakan Ketahanan Pangan di Sumatera Utara. *Jurnal Kajian Agraria dan Kedaulatan Pangan (JKAKP)*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.32734/jkakp.v2i2.13354>
- Magana-Lemus, D., Alvarez, J. L. (2015). Food security measurement: an empirical approach. *Frontiers of Economics and Globalization*, 15(4):49-62.
- Mbagwu, F. C., Benson, O. V., & Onuoha, C. O. (2018). Challenges of Meeting Information Needs of Rural Farmers Through Internet-Based Services: Experiences from Developing Countries in Africa. Federal University of Technology, Owerri, Nigeria. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

- Maxwell, Simon, 1996. "Food security: a post-modern perspective," *Food Policy*, Elsevier, vol. 21(2), pages 155-170, May.
- Md. Salman, Sadika Haque, dan Fatema Tuj Zohora Hira. (2023). *Pathways toward the Sustainable Improvement of Food Security: Adopting the Household Food Insecurity Access Scale in Rural Farming Households in Bangladesh*.
- Melia Putri, M., Nugroho, R. A., & Sari, P. (2024). Agricultural subsidies and their impact on smallholder farmers' productivity and welfare in Indonesia. *International Journal of Agricultural Policy*, 39(2), 200-219.
- Morchid, A., Muhammad Alblushi, I. G., Khalid, H. M., El Alami, R., Sitaramanan, S. R., & Muyeen, S. M. (2024). High-technology agriculture system to enhance food security: A concept of smart irrigation system using Internet of Things and cloud computing. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, S1658077X24000110. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2024.02.001>
- Mu'min, M. S., & Yaqin, M. (2023). Pengembangan Strategi Ketahanan Pangan Melalui Peran Teknologi, Informasi, dan Komunikasi: Studi Kasus Sektor Pertanian di Jawa Tengah.
- Mulugeta, M., & Amsalu, T. (2014). *Women's role and their decision making in livestock and household management*.
- Mwalupaso, G.E., Eshetie, A.M., Geng, X. (2025). *Rethinking Household Food Security under a Changing Climate in Drought-prone Areas of Ethiopia*.
- Nakandala, D., Lau, H. Y., & Zhang, Y. (2024). Optimizing supply chain management for fresh food products using computational intelligence. *International Journal of Food Supply Chain Management*, 12(1), 102-118.
- Ngoma, H., Simutowe, E., Silva, J. V., Nyagumbo, I., Kalala, K., Habeenzu, M., & Thierfelder, C. (2025). Rainfall forecasts, learning subsidies and conservation agriculture adoption: Experimental evidence from Zambia. *Climate Services*, 38, 100547. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2025.100547>
- Novarista, F., Hidayat, S., & Ramdani, R. (2024). Household food expenditure and consumption patterns in rural Indonesia: Case study of Sijunjung Regency. *Indonesian Journal of Development Studies*, 32(4), 289-305.

- Novarista, N., Jarlis, R., Pratama, T. P., & Huda, S. (2024). Analisis Hubungan antara Pengeluaran dan Ketahanan Pangan pada Rumah Tangga di Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 26(2), 88. <https://doi.org/10.25077/jpi.26.2.88-97.2024>
- Okoroji, O. I., Ojikutu, R. A., & Ojo, A. O. (2020). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adopsi Aplikasi Seluler oleh Petani di Nigeria.
- Omotesho, K. (2016). Determinants of Level of Participation of Farmers in Group Activities in Kwara S. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 33(2016–3), 21–21. <https://doi.org/10.13002/jafag887>
- Onwe, J.C., Ojide, M.G., Forgenie, D. (2024). *Food Security in Nigeria Amidst Globalization, Economic Expansion, and Population Growth: A Wavelet Coherence and QARDL Analysis*.
- Peng, W., Berry, E. M. (2018). The concept of food security. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, (2):1-7.
- Perez-Mercado, L. F., Simha, P., & Vinnerås, B. (2024). Circular fertilisers combining dehydrated human urine and organic wastes can fulfil the macronutrient demand of 15 major crops. *Science of The Total Environment*.
- Prasad, R. (2009). Efficient fertilizer use: The key to food security and better environment.
- Pratama, D., Yulianti, L., & Saputri, R. (2022). Empowering women's roles in sustainable food gardens: The case of Kelompok Wanita Tani (KWT) in Indonesia. *Asian Journal of Rural Development*, 17(1), 45-63.
- Schroeder KG, Meyers WH. 2016. The status and challenges of food security in Europe and Central Asia. *Frontiers of Economics and Globalization*. 16(6): 85-103. DOI:10.1108/S1574-871520150000016003.
- Sen, A. (1981). *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*. Clarendon Press.
- Sihombing, Y. (2023). Inovasi Kelembagaan Pertanian dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 5, 83–90. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v5i.707>

- Subejo, S., Wati, R. I., Kriska, M., Akhda, N. T., Kristian, A. I., Wimatsari, A. D., & Penggalih, P. M. (2018). Akses, Penggunaan Dan Faktor Penentu Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Pada Kawasan Pertanian Komersial Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Di Perdesaan Yogyakarta. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 24(1), 60. <https://doi.org/10.22146/jkn.30270>
- Suraj, M. M., Martey, E., & Etwire, P. M. (2025). Membership of Water User Association and implications for food security.
- Suryana, A. (2003). Kapita Selekta Evolusi Pemikiran Kebijakan Ketahanan Pangan. BPFE Yogyakarta.
- Suryana, A. (2008). *Menelisik Ketahanan Pangan, Kebijakan Pangan, dan Swasembada Beras*. Pengembangan Inovasi Pertanian, 1(1), 1–16.
- Suryana, A. (2014). Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penanganannya. *Forum penelitian Agro Ekonomi*, 32(2), 123. <https://doi.org/10.21082/fae.v32n2.2014.123-135>
- Temple, J. B., Booth, S., & Pollard, C. M. (2019). Social Assistance Payments and Food Insecurity in Australia: Evidence from the Household Expenditure Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 455. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030455>
- Tiemann, T., & Douchamps, S. (2023). Opportunities and challenges for integrated smallholder farming systems to improve soil nutrient management in Southeast Asia. *World Development Sustainability*, 3, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2023.100080>
- Timmer, C. P. (2017). Food Security, Structural Transformation, Markets and Government Policy. *Asia & the Pacific Policy Studies*, 4(1), 4–19. <https://doi.org/10.1002/app5.161>
- Van Touch, Daniel K. Y. Tan, dan Annette Cowie. (2024). *Smallholder Farmers' Challenges and Opportunities: Implications for Agricultural Production, Environment and Food Security*.

- Vlăduț, N.-V., & Ungureanu, N. (2024). Beyond Agriculture 4.0: Design and Development of Modern Agricultural Machines and Production Systems. *Agriculture*, 14(7), 991. <https://doi.org/10.3390/agriculture14070991>
- von Braun, J., Bouis, H. E., Kumar, S. K., & Pandya-Lorch, R. (1992). *Improving Food Security of the Poor: Concept, Policy, and Programs*.
- Wan Mokhtar, W. N. H., Izhar, T. A. T., Zaini, M. K., & Hussin, N. (2022). The Importance of Digital Literacy Skills among Farmers for Sustainable Food Security. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(1), Pages 235-246. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v11-i1/12104>
- Yi, L., et al. (2025). *Impact of Interest and Direct Subsidies on Agricultural Financing.....*

- Aboagye-Darko, D., & Mkhize, P. (2025). Unearthing the determinants of digital innovation adoption in the agricultural sector: The role of food security awareness and agricultural experience *Heliyon*, 11(1), e41695. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41695>
- Alhaqi, R. N. (2022b). Pengaruh Dana Desa Terhadap Perkembangan Kemandirian Desa di Kecamatan Gantung. *Jurnal Bisnis, Manajemen, dan Ekonomi*, 3(2), 75–97. <https://doi.org/10.47747/jbme.v3i2.739>
- Amankwah, A., & Gwatidzo, T. (2024). Food security and poverty reduction effects of agricultural technologies adoption – a multinomial endogenous switching regression application in rural Zimbabwe. *Food Policy*, 125, 102629. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102629>
- Asante, I.S., Aidoo, M., Sackey, C.K. (2024). *Achieving Food Security: Household Perception and Adoption of Home Gardening Techniques in Ghana*.
- Aung, Y. M., Khor, L. Y., Tran, N., Shikuku, K. M., & Zeller, M. (2021). Technical efficiency of small-scale aquaculture in Myanmar: Does women's participation in decision-making matter? *Aquaculture Reports*, 21, 100841. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100841>
- Aydın, A., Yüceer, M., Uluggerli, E. U., & Caner, C. (2024). Improving food security as disaster relief using intermediate moisture foods and active packaging technologies. *Applied Food Research*, 4(1), 100378. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100378>
- Chandio, A. A., Akram, W., Min Du, A., Ahmad, F., & Tang, X. (2025b). Agricultural transformation: Exploring the impact of digitalization, technological innovation and climate change on food production. *Research in International Business and Finance*, 75, 102755. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2025.102755>
- Chew, K. W., Chia, S. R., Yen, H.-W., Nomanbhay, S., Ho, Y.-C., & Show, P. L. (2019b). Transformation of Biomass Waste into Sustainable Organic Fertilizers. *Sustainability*, 11(8), 2266. <https://doi.org/10.3390/su11082266>
- Ciaian, P., Baldoni, E., Kancs, d'Artis, & Drabik, D. (2021). The Capitalization of Agricultural Subsidies into Land Prices. *Annual Review of Resource*

- Economics*, 13(1), 17–38. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-102020-100625>
- Dyg, L. (2020). *Peran Kerja Sama antara Petani dan Sekolah dalam Meningkatkan Literasi Pangan dan Kewarganegaraan Pangan. [Studi Kasus di Denmark]*.
- [Freathy, P., Marshall, D., Davies, K., & Calderwood, E. \(2024\). The importance of the informal food economy to food access and security: An examination of the Western Isles of Scotland. *Journal of Rural Studies*, 111, 103392. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103392>](#)
- Guye, A., Tefera, T., Sileshi, M., & Edriss, A.-K. (2025). Impact of multiple maize technology package adoption on the production efficiency and food security of smallholder farmers in Ethiopia: Evidence from the Sidama region. *Heliyon*, 11(1), e41280. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41280>
- Kari-Anne Lyng, Hanne Møller, dan Hanne Fjerdingsby Olsen. (2024). *Transforming the Food System with a Biomass Value Hierarchy: Sustainability and Policy Insights*.
- Khalak, A., Asaduzzaman Sarker, M., & Nasir Uddin, M. (2018). Farmers' Access to ICT Based Media in Receiving Farm Information: A Grassroots Level Study from Bangladesh. *American Journal of Rural Development*, 6(1), 14–20. <https://doi.org/10.12691/ajrd-6-1-3>
- Kimaro, B. J., Kilonzo, R. G., & Matunga, B. N. (2024). Analysis of co-operative irrigation farming and household food security in Africa: A PRISMA model approach. *Institute of Development Studies, University of Dodoma*.
- Lin, S., & Cui, J. (2024). South-South cooperation and food security: Evidence from Chinese agricultural technology demonstration Center in Africa. *China Economic Quarterly International*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ceqi.2024.02.001>
- Martadona, I. (2022). Analisis Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Padi Berdasarkan Proporsi Pengeluaran Pangan Di Kota Padang. *JURNAL PANGAN*, 30(3), 167–174. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i3.544>

- Mu'min, M. S., & Yaqin, M. (n.d.). Pengembangan Strategi Ketahanan Pangan Melalui Peran Teknologi, Informasi, dan Komunikasi: Studi Kasus Sektor Pertanian di Jawa Tengah.
- Sihombing, Y. (2023). Inovasi Kelembagaan Pertanian dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 5, 83–90. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v5i.707>
- Subejo, S., Wati, R. I., Kriska, M., Akhda, N. T., Kristian, A. I., Wimatsari, A. D., & Penggalih, P. M. (2018). Akses, Penggunaan Dan Faktor Penentu Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Pada Kawasan Pertanian Komersial Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Di Perdesaan Yogyakarta. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 24(1), 60. <https://doi.org/10.22146/jkn.30270>
- Susilo, E. (2013). PERAN KOPERASI AGRIBISNIS DALAM KETAHANAN PANGAN DI INDONESIA. 10(1).
- Mbagwu, M. O., Olowu, G., & Ijere, I. (2018). *Tantangan dalam Memenuhi Kebutuhan Informasi Petani Pedesaan Melalui Layanan Berbasis Internet di Afrika*.
- Measuring Food Security Using Household Expenditure Surveys*. (2007). International Food Policy Research Institute. <https://doi.org/10.2499/0896297675>
- Mega Amelia Putri & Kumbara Kumbara. (2024). Dinamika Subsidi dalam Mendorong Pertanian Berkelanjutan: Perspektif dari Tinjauan Literatur Sistematis. *JURNAL TRITON*, 15(2), 510–525. <https://doi.org/10.47687/jt.v15i2.848>
- Morchid, M., Belkadi, M., & Toumi, M. (2024). Smart irrigation systems and water efficiency: A technological approach to sustainable agriculture. *Sustainability*, 16(3), 1215.
- Noli Susanti, Gusriati, & Herda Gusvita. (2023). Analisis Ketahanan Pangan pada Rumah Tangga Petani Padi Sawah di Nagari IV Koto Mudiek Kecamatan Batang Kapas Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.31933/0hd8wm39>

- Osabohien, R., Osabuohien, E., & Urhie, E. (2018). Food Security, Institutional Framework and Technology: Examining the Nexus in Nigeria Using ARDL Approach. *Current Nutrition & Food Science*, 14(2), 154–163. <https://doi.org/10.2174/1573401313666170525133853>
- Quisumbing, A. R., Brown, L. R., Feldstein, H. S., Haddad, L., & Peña, C. (1996). Women: The Key to Food Security. *Food and Nutrition Bulletin*, 17(1), 1–2. <https://doi.org/10.1177/156482659601700116>
- Okoroji, V., Lees, N. J., & Lucock, X. (2020). Factors Affecting the Adoption of Mobile Applications by Farmers: An Empirical Investigation. *Department of Agribusiness and Markets, Lincoln University, Christchurch, New Zealand*.
- Pangaribowo, E. H., Gerber, N., & Torero, M. (2013). *Food and Nutrition Security Indicators: A Review*.
- Pareesh Kumar Sarma, Mohammad Jahangir Alam, dan Andrew M. McKenzie. (2025). *Understanding Dairy Livestock Farmers' Intention to Adopt Sociocultural Dynamics for Food Security Using the Theory of Planned Behaviour*.
- Pickett, J. A. (2013). Food security: intensification of agriculture is essential, for which current tools must be defended and new sustainable technologies invented. *Food and Energy Security*, 2(3), 167–173. <https://doi.org/10.1002/fes3.32>
- Schmidhuber, J., & Tubiello, F. N. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19703–19708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>
- Suraj, M.M., Martey, E., Etwire, P.M. (2025). *Membership of Water User Association and Implications for Food Security*.
- Swinnen, J., & Kuijpers, R. (2020). Value chain innovations for technology transfer in developing and emerging economies: Conceptual issues, empirical evidence, and research agenda. *Food Policy*, 94, 101940. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.101940>

- Von Braun, J., & Bos, M. S. (2021). Food security and sustainable development: Challenges and opportunities. *Global Food Security*, 28, 100468. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100468>
- [Wheeler, T., & von Braun, J. \(2013\). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341\(6145\), 508-513. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>](https://doi.org/10.1126/science.1239402)
- Wongnaa, C.A., Nti, E.K., Babu, S. (2024). *Towards Sustainable Food Crop Production: Drivers of Shift from Crop Production to Mining Activities in Ghana's Arable Lands*.
- World Food Programme (WFP). (2020). *Indonesia-COVID-19: Economic and Food Security Implications*.