

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi padi memiliki peran yang sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan global, mengingat padi merupakan salah satu komoditas pertanian utama yang menjadi sumber makanan pokok utama bagi lebih dari separuh populasi dunia. Sejarah budidaya padi telah berlangsung selama ribuan tahun, dimulai dari wilayah Asia Timur dan Asia Tenggara, kemudian menyebar ke berbagai belahan dunia. Dalam prosesnya, teknik dan metode produksi padi terus mengalami perkembangan, dari sistem irigasi tradisional dan mengandalkan tenaga manusia dan hewan hingga sistem modern yang memanfaatkan sistem mekanisasi, irigasi modern, dan inovasi bioteknologi. Meski upaya terus dilakukan, berbagai tantangan signifikan tetap membayangi. Faktor-faktor seperti perubahan iklim, keterbatasan sumber daya lahan dan air, serta gangguan dari hama dan penyakit menjadi elemen penting yang menentukan keberlanjutan produksi padi.

Secara global, produksi padi terkonsentrasi di beberapa negara utama, seperti Tiongkok, India, Indonesia, dan Vietnam. Negara-negara tersebut memiliki karakteristik geografi dan iklim yang mendukung, ditambah dengan pengalaman historis yang mendalam mengenai budidaya padi. Meskipun demikian, dinamika produksi padi di setiap negara berbeda-beda. Di negara-negara berkembang, misalnya, produksi padi sering kali menjadi tulang punggung ekonomi dan sumber mata pencaharian utama bagi jutaan petani. Di sisi lain, negara-negara maju cenderung menggunakan teknologi canggih untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas (Maraseni et al., 2018).



Di Indonesia, produksi padi memiliki peran yang sangat penting, baik dari segi ekonomi, sosial, maupun budaya. Sebagai negara agraris sektor ini tidak hanya berperan sebagai sumber penghidupan bagi jutaan petani di berbagai daerah, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Selain itu, produksi padi juga menjadi penopang ketahanan pangan nasional, mengingat beras merupakan makanan pokok utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Stabilitas harga dan ketersediaan beras sangat memengaruhi kondisi sosial-ekonomi, terutama bagi kelompok berpendapatan rendah. Di tingkat lokal, budidaya padi mencerminkan tradisi turun-temurun seperti gotong royong dan ritual adat saat musim panen tiba. Keberlanjutan sektor ini tak hanya bergantung pada teknis produksi, tetapi juga pada kebijakan yang mendukung petani, adaptasi iklim, dan pelestarian budaya lokal (Werdhani et al., 2023).



Gambar 1.1 Distribusi PDB Indonesia Tahun 2024

Sumber : Badan Pusat Statistik 2024



Menurut data dari BPS sektor pertanian kehutanan dan perikanan memiliki kontribusi tertinggi ketiga setelah sektor Industri pengolahan dan industri perdagangan terhadap PDB nasional pada tahun 2024 dengan rincian PDB sebesar Rp 2.791.428 miliar. Kontribusi ini menunjukkan bahwa sektor pertanian memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan ekonomi nasional. Sektor pertanian sangat penting bagi perkembangan ekonomi karena berperan sebagai penyerap tenaga kerja terbesar, terutama di pedesaan, sekaligus menjadi penopang utama ketahanan pangan nasional.

Hampir seluruh wilayah Indonesia terdapat areal persawahan yang menjadi sumber utama pangan bagi masyarakat. Sulawesi Selatan menempati urutan ke empat sebagai produsen beras setelah Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat, dengan luas panen produksi sebesar 968 ribu hektare dengan total produksi sebesar 4,87 juta ton, dibandingkan dengan tahun 2022 produksi ini menurun sebesar 483 ribu ton atau sekitar 9,13 persen dengan produksi di tahun tersebut sebesar 5,36 juta ton. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023) produksi padi di Indonesia dari Januari hingga Desember 2023 mencapai 53,98 juta ton GKG, mengalami penurunan sebesar 767,98 ribu ton GKG (1,40 persen) dibandingkan tahun 2022 yang mencapai 54,75 juta ton GKG.

Kabupaten Maros merupakan salah satu sentra produsen padi di Sulawesi Selatan. Daerah ini memiliki areal persawahan yang luas dengan kondisi tanah yang subur, didukung oleh iklim tropis yang sangat mendukung pertumbuhan tanaman padi. Hampir sebagian besar masyarakat di Kabupaten Maros berprofesi sebagai petani yang menandakan bahwa sektor pertanian

peran yang sangat strategis terhadap pertumbuhan ekonomi di wilayah asarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), produksi padi di



Kabupaten Maros terus menurun secara signifikan. Pada tahun 2019 produksi padi di Kabupaten Maros mencapai 205,038 ton lalu pada tahun berikutnya produksi padi menurun diangka 195,176 ton. Produksi padi ini terus menurun hingga tahun 2023 hanya mencapai angka 182,044 ton. Berikut data luas panen, produksi, dan produktivitas padi di Kabupaten Maros.

Tabel 1.1 Produksi Padi, Luas Panen, dan Produktivitas Padi di Kabupaten Maros

Tahun	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Ton/Ha)
2019	43.633	205.038	4.69
2020	44.215	195.176	4.41
2021	40.229	206.262	5.12
2022	40.326	196.087	4.86
2023	37.779	182.044	4.81

Sumber : Badan Pusat Statistik

Menurunnya produksi ini disebabkan berbagai faktor, salah satunya perubahan iklim. Berbagai faktor iklim dan kondisi tanah memainkan peran krusial dalam menentukan tingkat produksi padi. Padi biasanya tumbuh di daerah tropis, mencakup dataran rendah, lembah, serta perbukitan yang memiliki iklim hangat dan curah hujan yang memadai. Curah hujan dan suhu merupakan faktor paling penting dalam perubahan iklim yang mempengaruhi produksi padi. Selama fase pembungaan, peningkatan suhu maksimum dapat menyebabkan kemandulan malai, yang pada gilirannya mengurangi jumlah biji padi yang dihasilkan. Selain itu, curah hujan yang tidak teratur menimbulkan masalah yang signifikan. Selama musim kemarau, kekeringan membatasi penyerapan nutrisi dan ketersediaan air,



sa selama musim monsun, kelebihan curah hujan dapat menyebabkan pembusukan akar. Dengan adanya variabilitas iklim yang tidak menentu produksi padi dapat menurun (Rahman et al., 2017).

Perubahan iklim ditandai dengan beberapa fenomena utama, terutama naiknya suhu global yang disebabkan oleh peningkatan gas rumah kaca di atmosfer. Pemanasan global terjadi akibat aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, yang menyebabkan suhu rata-rata bumi meningkat secara perlahan namun pasti. Perubahan ini menyebabkan naik turunnya intensitas unsur-unsur iklim secara tidak terduga. Penurunan produksi padi akibat perubahan iklim diperkirakan berkisar antara 5 persen hingga 25 persen setelah tahun 2060. Peningkatan suhu dan perubahan pola curah hujan yang ekstrem telah menyebabkan stres pada tanaman padi, yang mengakibatkan penurunan hasil panen. Selain itu, fenomena cuaca seperti banjir dan kekeringan yang semakin sering terjadi juga berkontribusi terhadap kerugian hasil panen. Penurunan ini diprediksi akan semakin parah seiring dengan meningkatnya suhu global (Saud et al., 2022).

Perubahan iklim global telah berkontribusi pada peningkatan ekstremitas cuaca di seluruh dunia. Peningkatan suhu rata-rata global, perubahan signifikan dalam pola hujan, dan peningkatan jumlah dan intensitas kejadian cuaca ekstrem seperti banjir, kekeringan, topan, dan badai tropis adalah beberapa dari fenomena ini. Sektor pertanian sangat terkena dampak dari fluktuasi iklim ini, dengan pertanian padi sebagai salah satu yang paling terpengaruh. Pertanian padi, yang secara tradisional berfungsi sebagai sumber ekonomi dan pangan di banyak negara di daerah tropis, sangat rentan terhadap perubahan iklim yang mengakibatkan ketidakstabilan pola cuaca. Ini karena tanaman padi adalah spesies tanaman yang sangat khas untuk wilayah tropis. Salah satu dampak paling

dari perubahan iklim terhadap pertanian padi adalah perubahan pola yang tidak teratur dan ekstrem. Di beberapa wilayah, curah hujan meningkat,



menyebabkan banjir, erosi tanah, dan genangan air yang merugikan tanaman padi. Di tempat lain, musim kemarau menjadi lebih panjang dan parah, menyebabkan kekeringan dan kekurangan air yang signifikan di lahan pertanian. Penjadwalan tanam dan panen menjadi lebih sulit karena pola hujan yang tidak pasti, yang sering memaksa petani untuk mencari solusi adaptasi yang cepat dan efisien. Suhu udara yang meningkat di seluruh dunia juga berdampak besar pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Suhu yang terlalu tinggi dapat menghambat fotosintesis, mengurangi produksi dan kualitas hasil panen, dan meningkatkan risiko kerusakan. Selain itu, perubahan suhu dapat berdampak pada bagaimana tanaman padi berinteraksi dengan organisme lainnya, seperti hama dan penyakit. Hal ini dapat membahayakan keberlangsungan produksi pertanian (Nurhidayat et al., 2024).

Penelitian Nurhayanti dan Nugroho (2016) menunjukkan bahwa perubahan iklim berdampak besar terhadap produktivitas padi di berbagai daerah di Indonesia. Penelitian ini menunjukkan bahwa variabilitas suhu dan curah hujan secara langsung mempengaruhi hasil panen padi. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan hingga mencapai 10,177 inci per tahun dapat mengoptimalkan produktivitas padi. Namun, jika curah hujan melebihi titik optimum ini, setiap peningkatan 1 persen dalam curah hujan akan mengakibatkan penurunan produktivitas sebesar 0,00796 persen. Hal ini disebabkan oleh risiko banjir yang dapat merusak tanaman dan meningkatkan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), yang sering terjadi pada curah hujan berlebih. Selain itu, suhu maksimum yang melampaui titik optimal sebesar 31,35°C berdampak

secara signifikan. Setiap kenaikan suhu maksimum sebesar 1 persen di tersebut dapat mengurangi produktivitas padi hingga 0,09039 persen.



Peningkatan suhu ini mengganggu proses fisiologis tanaman, khususnya pada fase pembungaan, yang menyebabkan penurunan kesuburan malai dan kualitas hasil panen. Simulasi menunjukkan bahwa jika suhu maksimum naik sebesar 10 persen, produktivitas padi bisa menurun drastis hingga 2,32 persen.

Perubahan iklim, yang sebagian besar disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer, merupakan ancaman lingkungan yang paling banyak dibicarakan di abad ke-21 ini. Cuaca buruk yang diakibatkannya memiliki implikasi bencana. Para ilmuwan telah menemukan bahwa Karbon Dioksida (CO_2), metana (CH_4), Nitrogen Oksida (NO_2), dan klorofluorkarbon (CFC) adalah empat gas rumah kaca yang paling penting yang dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Konsentrasi GRK telah meningkat pesat dalam 2000 tahun terakhir. Selain itu, aktivitas manusia lainnya seperti deforestasi, tempat pembuangan sampah, pertambangan, dan pertanian juga memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap emisi gas rumah kaca. Laju emisi ini diperkirakan akan terus meningkat jika inisiatif konstruktif dan tindakan pencegahan tidak dilakukan. Yang lebih mengkhawatirkan lagi adalah fakta bahwa suhu global diproyeksikan akan terus meningkat selama abad ini.

Indonesia sebagai negara yang terletak di antara dua benua dan dua samudra merupakan wilayah yang rentan terhadap dampak negatif perubahan iklim. Letak geografis ini menyebabkan Indonesia lebih berisiko mengalami peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, serta meningkatnya frekuensi bencana alam. Secara umum, wilayah Indonesia mengalami kecenderungan peningkatan suhu udara dan anomali suhu yang sebagian besar bersifat positif,

mercerminkan adanya pengaruh pemanasan global.



Perubahan tren curah hujan yang semakin tidak menentu juga berpengaruh terhadap siklus tanam dan panen petani di berbagai wilayah Indonesia. Ketidakpastian ini menyulitkan petani dalam menentukan waktu tanam yang ideal, sehingga berpotensi menurunkan produktivitas hasil pertanian. Selain itu, curah hujan yang ekstrem dapat memicu banjir atau kekeringan yang merusak lahan pertanian dan infrastruktur irigasi yang pada akhirnya akan menurunkan ketahanan pangan nasional serta meningkatkan kerentanan sosial-ekonomi masyarakat pedesaan yang bergantung pada sektor pertanian.

Peningkatan variasi perubahan iklim global ini diperkirakan berdampak pada pertanian dan lingkungan, termasuk sumber daya air, perikanan, hutan, satwa liar, dan ekosistem. Ilmuwan telah menyatakan bahwa peningkatan efek rumah kaca dapat meningkatkan variabilitas iklim, yang berimplikasi pada sistem yang sensitif terhadap iklim seperti pertanian dan sumber daya alam lainnya. Temuan dari penelitian terbaru telah mendokumentasikan peningkatan frekuensi tekanan panas, kekeringan, dan banjir, yang menyebabkan kegiatan pertanian mengalami dampak buruk akibat perubahan iklim (US EPA, 2015).

Masalah ini patut menjadi perhatian karena variabilitas iklim memiliki dampak yang tidak diinginkan pada produksi pangan. Dampak agronomis dari variabilitas iklim terhadap hasil panen dapat memicu dorongan ekonomi, yang tercermin dalam perubahan harga pertanian, permintaan produk, perdagangan, keunggulan komparatif regional, dan kesejahteraan produsen serta konsumen. Oleh karena itu, jika diabaikan, perubahan iklim akan menyebabkan gangguan serius pada fungsi masyarakat, yang mengakibatkan kerugian manusia, material, dan lingkungan yang meluas (Zhang et al., 2017).



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian skripsi ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh curah hujan terhadap produksi padi di Kabupaten Maros dalam jangka pendek maupun jangka panjang.
2. Bagaimana pengaruh suhu rata-rata terhadap produksi padi di Kabupaten Maros dalam jangka pendek maupun jangka panjang.
3. Bagaimana pengaruh luas lahan panen terhadap produksi padi di Kabupaten Maros dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian dalam usulan penelitian skripsi ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap produksi padi di Kabupaten Maros dalam jangka pendek maupun jangka panjang.
2. Untuk mengetahui pengaruh suhu rata-rata terhadap produksi padi di Kabupaten Maros dalam jangka pendek maupun jangka panjang.
3. Untuk mengetahui pengaruh luas lahan panen terhadap produksi padi di Kabupaten Maros dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut :



penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan kepada petani dan masyarakat mengenai pentingnya memahami dampak fenomena cuaca ekstrem,

seperti kekeringan, terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak tersebut, diharapkan petani dapat merancang strategi mitigasi dan adaptasi yang lebih tepat guna dalam mengurangi risiko kerugian akibat perubahan iklim.

2. Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pemerintah dan lembaga terkait dalam merumuskan kebijakan pertanian yang lebih efektif. Dengan dukungan data yang akurat mengenai dampak perubahan iklim, pemerintah dapat mengelola sumber daya secara lebih efisien serta merancang program-program yang mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan sektor pertanian padi.
3. Penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan pengetahuan ilmiah mengenai hubungan antara iklim dan produktivitas tanaman padi, sehingga dapat menjadi rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat bagi petani dan pemerintah daerah, tetapi juga bagi komunitas ilmiah secara luas dalam memahami tantangan yang dihadapi sektor pertanian di tengah dinamika perubahan iklim



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Teori Ekonomi Perubahan Iklim

Nicholas Stern, seorang ekonom Inggris terkemuka dan mantan Kepala Ekonom Bank Dunia, mengemukakan teori ekonomi perubahan iklim yang komprehensif melalui publikasi "The Economics of Climate Change: The Stern Review" pada tahun 2006. Laporan yang ditugaskan oleh Pemerintah Inggris ini menjadi landasan utama dalam pemahaman ekonomi tentang dampak perubahan iklim. Stern mengubah cara ekonom memandang perubahan iklim dengan menyebutnya sebagai "kegagalan pasar terbesar yang pernah terjadi dalam sejarah" (Stern, 2007). Stern berpendapat bahwa biaya yang dikeluarkan saat ini untuk mengurangi emisi gas rumah kaca jauh lebih kecil dibandingkan dengan kerugian ekonomi yang akan timbul di masa depan akibat dampak perubahan iklim jika tidak ada langkah pencegahan yang dilakukan.

Teori Stern didasarkan pada konsep eksternalitas, di mana aktivitas ekonomi yang menghasilkan emisi gas rumah kaca menimbulkan biaya eksternal yang tidak tercermin dalam mekanisme pasar. Dalam perspektif ekonomi klasik, eksternalitas ini menyebabkan distribusi sumber daya yang tidak optimal secara sosial. Inovasi pendekatan Stern terletak pada penggunaan tingkat diskonto sosial yang rendah (0,1 persen) dalam analisis biaya manfaat antar generasi. Pendekatan ini mencerminkan prinsip etika bahwa generasi mendatang seharusnya tidak dianggap kurang penting secara signifikan dibandingkan dengan

saat ini. Dengan menerapkan tingkat diskonto rendah, Stern dirikan bahwa tanpa upaya mitigasi, perubahan iklim dapat menyebabkan



penurunan PDB global hingga 20 persen atau lebih. Sementara itu, biaya yang diperlukan untuk menstabilkan emisi gas rumah kaca diperkirakan hanya sekitar 1-2 persen dari PDB global per tahun (Stern, 2007, 2008).

Salah satu kontribusi utama dari teori Stern adalah integrasi antara ilmu iklim, analisis ekonomi, dan pertimbangan etis dalam pengambilan keputusan publik. Stern menganjurkan tiga kebijakan utama, yaitu: penerapan harga karbon melalui pajak atau sistem cap-and-trade, dukungan terhadap pengembangan teknologi rendah karbon, serta penghapusan hambatan dalam perubahan perilaku dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Pendekatan ini telah mempengaruhi kebijakan iklim di berbagai negara dan lembaga internasional, meskipun implementasinya masih beragam (Stern, 2007).

Dalam kaitannya dengan sektor pertanian, teori ekonomi Stern memberikan pemahaman tentang bagaimana perubahan iklim mempengaruhi kesejahteraan petani. Sektor pertanian menjadi yang paling terdampak perubahan iklim karena sangat bergantung pada kondisi iklim dan cuaca. Stern menekankan bahwa sektor pertanian, khususnya di negara berkembang, akan menghadapi dampak negatif lebih besar dibandingkan sektor lainnya. Peningkatan suhu global, perubahan pola curah hujan, dan peningkatan frekuensi serta intensitas peristiwa cuaca ekstrem diproyeksikan akan menurunkan hasil panen secara signifikan di berbagai wilayah (Mendelsohn et al., 2006; Stern, 2007).

Perubahan iklim akan mempengaruhi kesejahteraan petani melalui beberapa mekanisme. Pertama, dampak langsung terhadap produktivitas pertanian akibat perubahan suhu, pola curah hujan, dan meningkatnya kejadian strem. Kedua, fluktuasi harga komoditas pertanian yang disebabkan oleh pasokan global. Ketiga, efek tidak langsung seperti meningkatnya



serangan hama dan penyakit tanaman, degradasi lahan, serta kelangkaan sumber daya air. Keempat, beban biaya adaptasi yang harus ditanggung petani untuk menyesuaikan metode pertanian mereka dengan kondisi iklim yang terus berubah (Fischer et al., 2005).

Mendelsohn et al. (2006) memperluas analisis Stern dengan memfokuskan pada dampak perubahan iklim antara negara maju dan negara berkembang. Studi mereka menemukan bahwa negara dengan perekonomian yang bergantung pada sektor pertanian dan berada di daerah beriklim hangat akan menghadapi beban ekonomi yang lebih besar akibat perubahan iklim, sebagaimana yang diprediksi dalam laporan Stern. Selain itu, penelitian mereka menunjukkan bahwa petani di negara berkembang memiliki keterbatasan dalam beradaptasi karena kurangnya akses terhadap sumber daya, pengetahuan, dan dukungan institusional.

Garnaut (2011), dalam *The Garnaut Review 2011: Australia in the Global Response to Climate Change*, memperkuat argumen Stern dengan menerapkannya pada konteks Australia. Ia menyoroti bahwa perubahan iklim akan memberikan dampak besar pada sektor pertanian di Australia dan menekankan pentingnya pendekatan terintegrasi antara mitigasi dan adaptasi sebagaimana yang dianjurkan oleh Stern. Meskipun teori Stern sangat berpengaruh pendekatan dan kesimpulannya tidak lepas dari kritik. Nordhaus (2007) dalam ulasannya terhadap laporan Stern mengkritisi penggunaan tingkat diskonto yang sangat rendah oleh Stern, dengan argumentasi bahwa hal ini tidak konsisten dengan tingkat diskonto pasar dan preferensi konsumen yang teramati, Nordhaus berpendapat bahwa dengan menggunakan tingkat diskonto yang lebih rasional, urgensi tindakan iklim yang direkomendasikan oleh Stern mungkin



perlu dikaji ulang. Namun, Nordhaus tetap mengakui kontribusi substansial Stern dalam mengintegrasikan ilmu iklim dengan analisis ekonomi.

Teori ekonomi perubahan iklim yang dikemukakan oleh Stern telah berkontribusi dalam perumusan kebijakan iklim baik di tingkat nasional maupun internasional, termasuk dalam sektor pertanian. Namun, penerapan rekomendasi kebijakan tersebut masih menghadapi berbagai tantangan, seperti kesulitan dalam koordinasi global, keterbatasan sumber daya di negara berkembang, serta kompleksitas dalam mengubah sistem pertanian yang sudah berlangsung lama. Meskipun demikian, kontribusi Stern dalam menggabungkan aspek ekonomi, ilmiah, dan etika dalam analisis kebijakan iklim tetap relevan dan menjadi landasan penting dalam memahami serta menangani dampak perubahan iklim terhadap kesejahteraan petani.

2.1.2 Produksi Padi

Produksi padi merupakan kegiatan budidaya tanaman padi yang bertujuan menghasilkan gabah sebagai bahan baku beras dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomis, sosial, dan lingkungan secara terintegrasi. Dari perspektif ekonomi, produksi padi dapat didefinisikan sebagai proses transformasi input produksi meliputi lahan, tenaga kerja, modal, teknologi, dan bahan menjadi output berupa gabah yang memiliki nilai ekonomi. Produksi padi melibatkan rangkaian kegiatan terstruktur yang mencakup tahap-tahap mulai dari persiapan lahan, penanaman, perawatan tanaman, hingga proses panen dan pascapanen. Setiap fase dalam siklus produksi ini menuntut penggunaan sumber daya secara efisien



timbulkan biaya yang perlu dikelola secara optimal guna mencapai ekonomi. Dalam dinamika pertanian modern, perubahan iklim berperan

sebagai faktor eksternal yang semakin krusial, mengingat dampaknya terhadap ketersediaan air, pola musim tanam, serta meningkatnya potensi gagal panen (Birla et al., 2015).

Sebagai tanaman pangan, padi memiliki karakteristik fisiologis yang khas, terutama kebutuhan air yang relatif tinggi dan kemampuan adaptasi terhadap berbagai kondisi agroklimat. Sistem pertanian padi masa kini tidak hanya berfokus pada peningkatan volume produksi, tetapi juga memperhatikan kualitas gabah, keberlanjutan ekosistem pertanian, dan dampak jangka panjang. Oleh karena itu, pemahaman mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi menjadi penting, baik faktor internal seperti penggunaan varietas padi dan teknik budidaya, maupun faktor eksternal seperti dinamika perubahan iklim yang semakin terasa dalam beberapa periode terakhir.

Keanekaragaman genetik pada tanaman padi memainkan peran krusial dalam memastikan ketahanan terhadap hama, penyakit, serta kondisi lingkungan yang ekstrem. Melalui program pemuliaan dan teknologi rekayasa genetika, telah dikembangkan varietas unggul yang lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit sekaligus lebih adaptif terhadap dampak perubahan iklim. Sebagai anggota keluarga Poaceae, padi memiliki dua spesies utama yang paling banyak dibudidayakan di seluruh dunia, yaitu *Oryza sativa* (padi Asia) dan *Oryza glaberrima* (padi Afrika). Struktur tanaman padi meliputi akar, batang, daun, malai, dan biji, di mana masing-masing bagian berfungsi mendukung proses kehidupan tanaman, mulai dari penyerapan nutrisi hingga reproduksi. Variasi genetik di antara berbagai varietas padi memberikan kemampuan untuk beradaptasi dengan

an agronomi yang beragam, seperti kondisi tanah yang berbeda dan



ancaman akibat perubahan iklim (Birla et al., 2015; Manful & Graham-Acquaah, 2015).

Faktor-faktor penentu produksi padi diklasifikasikan menjadi tiga kategori besar, yaitu faktor genetik, faktor lingkungan, dan faktor teknologi. Faktor genetik berhubungan dengan varietas padi yang digunakan, karena setiap varietas memiliki potensi hasil, daya adaptasi, dan ketahanan yang berbeda terhadap hama maupun penyakit. Faktor lingkungan mencakup ketersediaan air, suhu, curah hujan, serta kondisi tanah. Curah hujan yang memadai sangat berperan dalam menjamin suplai air bagi tanaman padi, namun intensitas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan banjir dan kerusakan tanaman. Sebaliknya, curah hujan yang rendah meningkatkan risiko kekeringan dan menurunkan produktivitas. Faktor teknologi mencakup penggunaan varietas unggul, sistem irigasi yang efisien, pemupukan berimbang, mekanisasi, serta penerapan teknologi ramah lingkungan yang mampu mendukung keberlanjutan produksi (Birla et al., 2015).

Perubahan iklim merupakan salah satu faktor eksternal yang memiliki pengaruh besar terhadap produksi padi. Peningkatan suhu global, ketidakpastian dalam pola curah hujan, serta meningkatnya frekuensi kejadian ekstrem seperti banjir dan kekeringan telah terbukti menimbulkan tekanan yang signifikan terhadap tingkat produktivitas tanaman padi. Suhu yang lebih tinggi berpotensi memperpendek masa pertumbuhan tanaman, sehingga berdampak pada berkurangnya proses pengisian bulir, sementara curah hujan yang tidak stabil dapat mengganggu ritme siklus tanam. Sejumlah studi menunjukkan bahwa kenaikan suhu sebesar 1–2°C dapat menyebabkan penurunan hasil panen padi

5–10%, terutama jika terjadi pada fase pembungaan (Rahayu & Febriaty, eh karena itu, adaptasi terhadap perubahan iklim melalui pengembangan



varietas yang tahan terhadap cekaman lingkungan, penerapan sistem tanam yang lebih adaptif, serta peningkatan kualitas infrastruktur irigasi menjadi sangat krusial dalam menjaga keberlanjutan produksi padi.

Dengan demikian, produksi padi merupakan proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik, lingkungan, teknologi, dan perubahan iklim. Keberlanjutan produksi padi tidak hanya ditentukan oleh kemampuan petani dalam mengelola input dan lahan, tetapi juga oleh kesiapan sistem pertanian menghadapi ketidakpastian iklim global. Oleh karena itu, strategi peningkatan produksi padi di masa depan harus diarahkan pada kombinasi antara inovasi teknologi, adaptasi terhadap perubahan iklim, serta praktik budidaya yang berkelanjutan agar ketahanan pangan nasional dapat terjamin

2.1.3 Perubahan Iklim di Kabupaten Maros

Perubahan iklim merupakan fenomena lingkungan global yang telah menjadi perhatian utama dalam beberapa dekade terakhir. Menurut United Nations (2024) fenomena perubahan iklim merujuk pada perubahan yang terjadi dalam jangka panjang pada suhu rata-rata bumi dan pola cuaca. Perubahan ini dapat terjadi secara alami, misalnya melalui variasi dalam siklus matahari. Namun, sejak awal abad ke-19, aktivitas manusia telah menjadi penyebab utama. Faktor utama termasuk pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas, yang menghasilkan emisi gas rumah kaca, mempercepat pemanasan global, dan mempengaruhi sistem iklim bumi. Jones *et al.* (2023) menambahkan bahwa aktivitas manusia sejak masa pra-industri seperti penggunaan bahan bakar fosil di

sektor seperti energi, industri, transportasi, pengelolaan limbah, serta yang melibatkan perubahan penggunaan lahan, seperti penggunaan



lahan, perubahan penggunaan lahan, dan kehutanan, telah meningkatkan kadar gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (N_2O) di atmosfer. Kenaikan konsentrasi ini menyebabkan ketidakseimbangan energi di permukaan bumi, menghasilkan surplus energi yang berkontribusi pada pemanasan global.

Fenomena perubahan iklim ini tidak hanya berdampak secara global tetapi juga memiliki implikasi serius di tingkat lokal, termasuk di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Kabupaten Maros secara geografis terletak di antara $4^\circ 45'$ - $5^\circ 07'$ LS dan $119^\circ 30'$ - $119^\circ 58'$ BT, menjadikannya wilayah dengan karakteristik iklim tropis basah. Letaknya yang strategis di wilayah Sulawesi Selatan membuatnya dipengaruhi oleh pola angin muson yang berganti setiap enam bulan. Kabupaten Maros memiliki iklim tropis dengan dua musim utama, musim hujan dan musim kemarau. Suhu rata-rata bulanan di wilayah ini berkisar antara 26°C hingga 29°C dengan tingkat kelembaban berkisar antara 60 – 82 persen, sedangkan curah hujan bulanan rata-rata mencapai 100 mm hingga 400 mm. Puncak curah hujan biasanya terjadi pada bulan Desember hingga Februari, yang merupakan musim hujan akibat pengaruh angin muson barat. Sebaliknya, pada musim kemarau yang berlangsung dari Juni hingga September, curah hujan cenderung rendah karena dipengaruhi oleh angin muson timur.

Menurut Oldement, Kabupaten Maros memiliki iklim tipe C2, yang ditandai dengan periode bulan basah (curah hujan 200 mm) selama 2-3 bulan berturut-turut. Iklim ini juga menyebabkan musim kemarau yang berlangsung selama beberapa bulan dengan curah hujan yang lebih rendah. Kondisi iklim yang berpengaruh terhadap pola tanam dan produktivitas pertanian di wilayah Selain itu, fluktuasi curah hujan yang ekstrem dapat menimbulkan



tantangan bagi petani dalam mengelola sumber daya air dan mempertahankan stabilitas hasil panen.

Fenomena anomali iklim El Nino dan La Nina merupakan dampak dari perubahan iklim. El Nino dan La Nina merupakan dua fase utama dari fenomena yang lebih besar, yaitu El Nino-Southern Oscillation (ENSO) (Liu *et al.*, 2023). Keduanya adalah fenomena iklim yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kondisi iklim global dan terkait dengan perubahan suhu permukaan laut di bagian tengah dan timur Samudra Pasifik. El Nino ditandai dengan peningkatan suhu permukaan laut di wilayah tersebut, sementara La Nina terjadi Ketika suhu permukaan laut mengalami penurunan yang signifikan di berbagai wilayah dunia, termasuk Indonesia. Penelitian Iskandar *et al.* (2017) menunjukkan bahwa El Niño umumnya berdampak pada penurunan curah hujan di Indonesia, yang sering kali mengakibatkan kekeringan, sedangkan La Niña cenderung meningkatkan intensitas curah hujan yang dapat memicu banjir. Studi yang dilakukan Arsyad *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pengaruh ENSO terhadap curah hujan berkisar antara 25,9 - 33,1 persen yang mengakibatkan bencana banjir di daerah Maros seperti di Kecamatan Bantimurung, Tompobulu, Camba, dan Simbang. Bencana banjir sebagian besar terjadi pada bulan Januari dan Desember dengan intensitas curah hujan kategori tinggi hingga sangat tinggi.

Perubahan iklim di Kabupaten Maros berdampak pada berbagai sektor yang saling terkait. Dampak yang paling terlihat adalah peningkatan frekuensi cuaca ekstrem, seperti hujan deras yang menyebabkan banjir di dataran rendah dan kekeringan yang berkepanjangan saat musim kemarau. Situasi ini



bkan kerugian ekonomi, terutama bagi masyarakat yang bergantung
ktor pertanian. Selain itu, kerusakan infrastruktur seperti jalan dan

jembatan akibat banjir menjadi tantangan besar bagi pemerintah daerah dalam menjaga aksesibilitas dan distribusi logistik. Sektor pertanian, yang merupakan tulang punggung ekonomi Kabupaten Maros, sangat terpengaruh oleh perubahan iklim. Penundaan masa tanam, kekeringan, dan banjir mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman padi, jagung, dan komoditas lainnya. Ketidakpastian musim juga menyulitkan perencanaan tanam oleh petani, sehingga meningkatkan risiko gagal panen. Kondisi ini dapat mengakibatkan kerugian ekonomi akibat gagal panen yang disebabkan banjir ataupun kekeringan.

2.1.4 Dinamika Luas Panen

Luas panen merujuk pada total area lahan pertanian yang telah dipanen dalam satu periode tanam, biasanya dinyatakan dalam satuan hektare (ha). Luas panen berbeda dari luas tanam, karena tidak semua lahan yang ditanami selalu berhasil dipanen akibat adanya kegagalan tanaman atau kondisi ekstrem seperti banjir, kekeringan, maupun serangan hama. Luas panen juga dapat mencerminkan intensitas pertanaman di suatu wilayah: semakin tinggi frekuensi tanam per tahun (misalnya tanam dua atau tiga kali dalam setahun), maka luas panen dapat melebihi luas lahan fisik yang tersedia.

Luas panen merupakan salah satu indikator penting dalam untuk mengevaluasi kinerja sektor pertanian, khususnya tanaman pangan strategis seperti padi. Perubahan luas panen setiap tahun menunjukkan dinamika kompleks yang disebabkan berbagai faktor, termasuk agronomis, ekologis, ekonomi, dan kebijakan. Dalam beberapa dekade terakhir, luas panen padi di Kabupaten Maros,

ni fluktuasi yang signifikan, baik karena faktor alami seperti iklim dan n lahan maupun faktor manusia seperti konversi lahan, teknologi



pertanian, dan kebijakan pemerintah. Menurut data (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2025) meskipun secara nasional terjadi tren peningkatan produksi padi, namun luas lahan tidak menunjukkan pertumbuhan yang konsisten. Fenomena ini menunjukkan bahwa intensifikasi produksi padi lebih penting dari pada ekstensifikasi lahan untuk meningkatkan output padi nasional.

Salah satu penyebab dinamika luas panen adalah perubahan iklim yang mempengaruhi musim tanam dan kondisi agroklimat. musim hujan dan peningkatan kejadian cuaca ekstrem seperti banjir dan kekeringan telah menyebabkan ketidakpastian dalam perencanaan musim tanam, terutama pada lahan sawah tadah hujan. Penelitian yang dilakukan oleh Purboningtyas et al.,(2019) menemukan bahwa perubahan pola curah hujan dapat menyebabkan musim tanam yang terlambat, yang dapat menyebabkan beberapa petani menunda atau bahkan membatalkan kegiatan tanam mereka. Ini berdampak langsung pada penurunan luas panen. Selain itu peningkatan suhu dan ketidakstabilan tanah juga berdampak pada produktivitas dan kesesuaian lahan untuk budidaya padi yang pada akhirnya akan mengakibatkan pengurangan total area tanam.

Selain faktor iklim, alih fungsi lahan pertanian ke lahan non-pertanian menjadi masalah besar bagi keberlanjutan luas panen, terutama di daerah yang dipenuhi dengan industri dan tekanan urbanisasi yang tinggi setiap tahun. Penelitian yang dilakukan Munawir et al., (2023) menunjukkan bahwa di Kabupaten Maros setiap tahun terjadi alih fungsi lahan sawah menjadi perumahan, kawasan industri, atau infrastruktur lainnya. Fenomena ini mengurangi kapasitas padi dan mengurangi daya dukung lahan pertanian. Jika tren ini tidak kan melalui kebijakan tata ruang dan perlindungan lahan produktif, maka



risiko terhadap ketahanan pangan lokal akan semakin meningkat. Selain itu, alih fungsi lahan yang tidak terencana turut berkontribusi pada penurunan produktivitas pertanian, mempersempit peluang petani untuk bertahan secara ekonomi, serta memperlemah kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim.

2.1.5 Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Padi

Perubahan iklim telah menjadi masalah global yang memiliki dampak signifikan terhadap berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Perubahan iklim dalam sektor pertanian mempengaruhi produksi tanaman pangan melalui perubahan suhu, polah curah hujan, dan kejadian cuaca ekstrem (IPCC, 2022). Fenomena ini memberikan dampak signifikan pada siklus hidup tanaman, termasuk padi, yang menjadi salah satu komoditas pangan utama di dunia. Tanaman padi sangat sensitif terhadap perubahan iklim karena membutuhkan keseimbangan antara suhu, curah hujan, dan ketersediaan air irigasi untuk mendukung pertumbuhan yang optimal. Ketidakseimbangan dalam faktor-faktor tersebut akibat perubahan iklim kerap kali menyebabkan penurunan produksi, yang pada akhirnya mempengaruhi ketahanan pangan secara global.

Suhu adalah salah satu faktor lingkungan yang sangat berperan dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan dan hasil panen padi. Suhu optimal untuk proses perkecambahan benih padi berada dalam rentang 20–35°C, sedangkan fase reproduksi, seperti pembungaan, membutuhkan suhu ideal antara 25–35°C. Pada tahap pengisian bulir, suhu ideal berkisar pada 20–30°C. Suhu yang melebihi 35°C dapat menyebabkan berbagai efek negatif, seperti kerusakan membran sel,

dan pada proses fotosintesis, dan peningkatan kerusakan oksidatif selama adaptasi. Pada fase reproduksi, suhu tinggi dapat mengakibatkan sterilitas



malai akibat terganggunya viabilitas serbuk sari dan penurunan jumlah bulir. Selain itu, pada tahap pengisian bulir, suhu tinggi dapat mempercepat penuaan daun, mengurangi akumulasi pati dalam bulir, serta meningkatkan kadar kapur, yang berdampak pada penurunan kualitas hasil panen. Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah dapat menghambat proses perkecambahan, menunda waktu berbunga, serta mengurangi kesuburan dan hasil panen. Oleh karena itu, pengelolaan suhu yang optimal pada setiap fase pertumbuhan sangat penting untuk memastikan produktivitas padi yang maksimal (Ren et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Saud et al. (2022) menjelaskan bahwa peningkatan suhu rata-rata sebesar 1°C dapat menyebabkan penurunan hasil global sebesar 3,2 persen, dengan penurunan di Cina bahkan mencapai hingga 10,9 persen dalam skenario tertentu.

Curah hujan juga turut mempengaruhi produktivitas padi. Curah hujan ideal untuk tanaman padi bervariasi, tetapi pada umumnya diperlukan sekitar 1.500-2.000 mm per tahun. Di beberapa wilayah curah hujan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan banjir, erosi tanah, dan genangan air yang dapat merugikan tanaman padi. Sementara di wilayah lain terdapat kecenderungan musim kemarau yang lebih panjang dan intens, yang menyebabkan lahan pertanian kekeringan dan kekurangan air yang signifikan. Ketidakpastian dalam pola hujan ini membuat penjadwalan tanam dan panen menjadi tidak menentu (Nurhidayat et al., 2024).

Cuaca ekstrem, seperti perubahan suhu yang mendadak dan pola curah hujan yang tidak terprediksi, menciptakan tantangan tambahan bagi petani dalam pengelolaan tanamannya. Ketidakpastian ini membuat perencanaan musim tanam dan panen menjadi lebih sulit, sehingga petani harus menyesuaikan teknik tanam

im tanam mereka, yang dapat meningkatkan biaya operasional serta kegagalan panen. Selain itu, variabilitas cuaca juga berdampak pada siklus



hidup hama dan penyakit tanaman, menyebabkan frekuensi dan intensitas wabah yang lebih tinggi. Faktor-faktor ini secara keseluruhan menyebabkan ketidakstabilan hasil panen dan mempengaruhi ekonomi petani (Purboningtyas *et al.*, 2019). Selain itu penelitian oleh Surmaini dan Faqih (2016) menyoroti bahwa kejadian iklim ekstrem, seperti kekeringan dan banjir, memiliki dampak utama pada sektor pertanian dengan menyebabkan kerusakan signifikan pada tanaman. Perubahan iklim diperkirakan akan meningkatkan frekuensi dan intensitas kedua fenomena ini di masa depan, yang dapat memperburuk risiko kerugian hasil panen dan mengancam keberlanjutan sektor pertanian.

Perubahan iklim mempengaruhi produktivitas padi dan berimbas pada ekonomi serta sosial petani. Dampak ekonomi mencakup penurunan produksi padi yang berakibat pendapatan petani akibat berkurangnya hasil panen, sedangkan dampak sosialnya mencakup meningkatnya kerentanan masyarakat terhadap ketahanan pangan. Studi yang dilakukan Purboningtyas *et al.* (2019) di Indonesia, penurunan produktivitas padi akibat dampak perubahan iklim berisiko meningkatkan tingkat kemiskinan di daerah pedesaan, khususnya di kalangan petani kecil yang mengandalkan pertanian sebagai sumber utama penghidupan. Ketergantungan besar terhadap hasil panen menjadikan petani lebih rentan terhadap perubahan iklim yang sulit diprediksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Le (2016) menunjukkan bahwa tanpa adanya intervensi, produksi padi akan menurun sebanyak 18 persen pada tahun 2030 akibat perubahan iklim. Penurunan ini tidak hanya mempengaruhi hasil pertanian tetapi juga harga pasar beras, mengingat permintaan global untuk beras

yang tinggi. Strategi adaptasi sangat penting untuk menghadapi tantangan ini.

Salah satu strategi yang saat ini sedang dikembangkan adalah penggunaan



varietas padi yang mampu bertahan dalam kondisi suhu tinggi, kekeringan, dan genangan air. Selain itu, teknologi pertanian seperti irigasi yang hemat air, pengelolaan nutrisi tanaman yang lebih efisien, serta penerapan sistem tanam yang sesuai dengan kondisi iklim lokal, dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tantangan yang ditimbulkan oleh perubahan iklim, meskipun memerlukan investasi dan dukungan kebijakan yang signifikan (Purboningtyas et al., 2019).

1.4 Hubungan Antar Variabel

2.2.1 Hubungan Curah Hujan Dengan Produksi Padi

Curah hujan merupakan salah satu faktor lingkungan utama yang sangat mempengaruhi produktivitas tanaman padi, terutama di daerah agraris yang bergantung pada irigasi alami. Air hujan berperan penting sebagai sumber utama untuk fotosintesis, distribusi nutrisi, dan pengaturan suhu tanaman. Selama siklus pertumbuhan padi, ketersediaan air yang memadai mendukung berbagai proses fisiologis, seperti pembentukan daun, batang, hingga malai. Selain itu, curah hujan yang cukup pada fase-fase penting, seperti fase vegetatif dan reproduktif, memastikan pertumbuhan padi yang optimal serta menghasilkan bulir berkualitas. Sebaliknya, kekurangan curah hujan dapat menyebabkan kekeringan, menghambat proses fotosintesis, dan mengurangi kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi. Studi yang dilakukan oleh Purboningtyas et al. (2019). Tanaman padi memerlukan curah hujan optimal dalam kisaran 100-300 mm per bulan untuk mencapai tingkat produktivitas maksimal. Oleh karena itu, curah hujan memiliki kaitan yang sangat erat dengan keberhasilan panen padi yang kemudian berpengaruh pada ekonomi petani, terutama dalam sistem pertanian tradisional.



Disisi lain, curah hujan yang berlebihan dapat menjadi ancaman signifikan bagi produktivitas padi. Genangan air yang berlangsung lama akibat hujan deras dapat mengurangi kadar oksigen dalam tanah, menghambat pertumbuhan akar, dan menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi. Selain itu, tingginya curah hujan dapat memicu serangan penyakit tanaman yang secara langsung mempengaruhi hasil panen. Hujan deras juga berpotensi merusak struktur tanaman, terutama selama fase pembentukan malai, sehingga meningkatkan risiko bulir rontok. Produktivitas padi cenderung menurun secara signifikan apabila curah hujan melampaui 250 mm per bulan, terutama jika tidak disertai dengan sistem drainase yang memadai. Oleh karena itu, pengelolaan air yang efisien menjadi faktor penting dalam mengurangi dampak negatif dari curah hujan yang berlebih (Purboningtyas et al., 2019; Sarma et al., 2023).

Distribusi curah hujan selama musim tanam juga memiliki pengaruh besar terhadap produktivitas padi. Curah hujan yang merata sepanjang fase vegetatif, reproduktif, hingga pemasakan bulir memastikan tanaman memperoleh pasokan air secara konsisten. Sebaliknya, distribusi curah hujan yang tidak merata, seperti kekeringan selama fase pembentukan malai atau hujan deras saat masa panen, dapat secara signifikan menurunkan hasil panen yang berpengaruh pada pendapatan petani. Distribusi curah hujan yang tidak teratur berdampak besar pada produktivitas padi, terutama ketika curah hujan menyimpang dari ambang batas optimal. Kekurangan curah hujan di bawah ambang batas tersebut dapat menyebabkan penurunan produktivitas hingga 19 persen, sedangkan curah hujan yang melebihi ambang batas optimal dapat mengurangi produktivitas hingga 33,7

'ola hubungan ini bersifat non-linear, di mana hasil panen padi mengalami in tajam jika curah hujan berada di luar rentang ideal untuk pertumbuhan



tanaman. Selain mempengaruhi hasil panen secara langsung, curah hujan yang tidak stabil juga berdampak pada harga pasar produk pertanian. Produksi yang menurun akibat curah hujan rendah sering kali memicu kenaikan harga komoditas. Sayangnya, petani kecil biasanya tidak bisa meraih manfaat dari kenaikan harga ini, karena mereka sudah mengalami kerugian besar dalam produksi mereka. Kondisi ini menegaskan pentingnya pengelolaan air yang efektif serta upaya adaptasi terhadap perubahan iklim.

Hubungan antara curah hujan dan produktivitas padi turut dipengaruhi oleh faktor pendukung lainnya, seperti kondisi tanah dan teknik budidaya. Tanah dengan kapasitas penyimpanan air yang baik dapat memaksimalkan pemanfaatan curah hujan, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman untuk periode yang lebih panjang. Selain itu, penerapan varietas padi yang tahan terhadap kekeringan atau genangan menjadi salah satu strategi untuk menghadapi perubahan pola curah hujan akibat dampak perubahan iklim.

2.2.2 Hubungan Suhu Rata-Rata Dengan Produksi Padi

Ketahanan pangan saat ini sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim. Perubahan iklim menyebabkan kenaikan suhu yang cepat. Ketika suhu melebihi ambang batas tertentu dan tetap tinggi selama periode waktu yang lama, tanaman mengalami cekaman panas yang dapat merusak pertumbuhan dan perkembangannya secara permanen. Tanpa adanya kemampuan adaptasi yang efektif, pemupukan CO₂, dan pengembangan genetik, peningkatan satu derajat pada suhu rata-rata global diperkirakan akan menyebabkan penurunan hasil



andum, beras, jagung, dan kedelai di seluruh dunia. Suhu yang optimal n pada setiap fase pertumbuhan padi, mulai dari perkecambahan,

pertumbuhan vegetatif, pembentukan malai, hingga pematangan bulir. Padi dapat tumbuh optimal pada suhu 27°C hingga 32°C, Ketika suhu melebihi 32°C, seluruh fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan terdampak negatif. Namun, tahap pembungaan memerlukan suhu 33°C. Kerusakan akibat suhu panas terjadi ketika padi terpapar pada suhu udara di atas 35°C (Sarma et al., 2023).

Padi memiliki tiga tipe ketahanan terhadap stres panas, yaitu pertahanan, penghindaran, dan toleransi. Pertahanan panas adalah mekanisme yang memungkinkan tanaman mengatur perkembangan morfologi dan transpirasi daun untuk menurunkan suhu malai dan menghindari kerusakan akibat suhu tinggi. Penghindaran panas melibatkan penyesuaian waktu pembungaan bulir dengan memperpendek durasi periode pembungaan dan mempercepat pembungaan awal, yang merupakan sifat yang diinginkan untuk menciptakan kultivar padi yang tahan terhadap panas. Toleransi terhadap panas adalah kemampuan untuk tetap hidup dalam kondisi suhu tinggi. Sebagai respons terhadap stres panas, padi menyesuaikan proses fisik-kimianya, yang meliputi perlambatan pertumbuhan, pengguguran daun, penuaan daun, serta perubahan pada fungsi fisiologis mendasar seperti fotosintesis dan respirasi (Sarma et al., 2023).

Suhu panas dapat mempengaruhi tanaman padi pada sebagian besar tahap pertumbuhan vegetatifnya. Ketika suhu tinggi secara konsisten, potensi perkecambahan benih menurun, menghasilkan tingkat perkecambahan yang lebih rendah dan pertumbuhan bibit yang lebih lemah. Terpapar stres panas (42-45°C) menyebabkan peningkatan kehilangan air, daun layu dan menguning, pertumbuhan akar dan bibit terhambat, dan pada kasus yang parah, kematian

ain itu, benih padi gagal berkecambah setelah terpapar suhu konstan ara terus menerus (Sarma et al., 2023).



Padi sangat peka terhadap suhu dingin, terutama selama proses perkecambahan, yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan. Cekaman dingin berdampak buruk pada dinamika pertumbuhan tanaman di daerah beriklim sedang dan dataran tinggi di daerah tropis dan subtropis. Ini menyebabkan penurunan pertumbuhan bibit, perkecambahan yang buruk, hambatan perluasan daun, klorosis, dan layu. Konsekuensi terakhir dari faktor-faktor ini adalah nekrosis atau kematian jaringan. Dalam kondisi stres dingin, pertumbuhan tunas dan akar padi mengalami hambatan dalam hal panjang, berat segar dan kering, serta kandungan protein. Suhu di bawah 20°C, terutama pada fase vegetatif, dapat memperlambat pertumbuhan tanaman, mengurangi aktivitas enzim, dan menghambat proses pembentukan malai. Selama fase reproduktif, suhu rendah dapat menyebabkan sterilitas malai, sehingga mengurangi jumlah bulir yang terbentuk. Di beberapa daerah tropis, suhu rendah pada malam hari, yang sering dikaitkan dengan perubahan iklim, menjadi salah satu penyebab utama penurunan produktivitas (Sarma et al., 2023).

Suhu udara yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas hasil panen. Suhu malam yang tinggi, misalnya, dapat mengurangi pengisian biji sehingga menghasilkan gabah berkualitas lebih rendah. Selain itu, suhu tinggi sering kali meningkatkan risiko infeksi hama dan penyakit tanaman, yang pada akhirnya memerlukan biaya tambahan untuk pengendalian dan pengobatan, sehingga membebani petani secara finansial. Di sisi lain, suhu yang terlalu rendah atau embun beku juga bisa merusak tanaman, terutama pada tahap awal pertumbuhan atau saat berbunga. Di beberapa wilayah, suhu rendah yang tidak terduga telah

akan kegagalan panen yang kemudian menurunkan produksi padi.



2.2.3 Hubungan Luas Lahan Panen Dengan Produksi Padi

Sebagai negara agraris dengan komoditas utama padi Indonesia memiliki ketergantungan yang signifikan terhadap ketersediaan lahan pertanian dan tingkat produksi padi nasional. Luas lahan panen padi merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi jumlah produksi padi nasional secara keseluruhan, tetapi hubungan ini tidak selalu linear karena banyak faktor kompleks yang mempengaruhinya. Produktivitas lahan, teknologi budidaya, kondisi iklim, ketersediaan input produksi, dan faktor sosial ekonomi petani turut mempengaruhi hubungan antara dua variabel ini.

Luas lahan panen padi didefinisikan sebagai total area lahan sawah yang dipanen dalam periode tertentu, biasanya dihitung dalam satuan hektare per tahun, mencakup semua jenis lahan sawah mulai dari irigasi teknis, irigasi sederhana, tadah hujan, hingga sawah pasang surut. Luas panen padi tidak selamanya sama dengan luas lahan sawah karena tidak semua tanaman padi yang ditanam berhasil dipanen akibat berbagai faktor seperti bencana alam, serangan hama atau kegagalan panen lainnya. Produksi padi, di sisi lain, adalah total hasil panen padi yang dinyatakan dalam satuan ton Gabah Kering Giling (GKG) atau dapat dikonversi menjadi beras.

2.3 Studi Empiris

Penelitian yang dilakukan oleh Tarisa dan Dinar Melani (2022) yang bertujuan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi Kabupaten Pati selama periode 1990–2019. Dalam penelitian ini, terdapat tiga variabel yang dianalisis, yaitu curah hujan, harga beras, dan luas lahan. Seluruh data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik.



Statistik (BPS) Kabupaten Pati, dan dianalisis menggunakan metode Autoregressive Distributed Lag (ARDL), yang memungkinkan pemisahan analisis antara hubungan jangka pendek dan jangka panjang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam jangka pendek, curah hujan dan harga beras berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi padi, masing-masing dengan nilai koefisien sebesar 28,33 dan 15,10, serta probabilitas di bawah 5 persen. Sebaliknya, variabel luas lahan sawah tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik, bahkan menunjukkan arah hubungan negatif dengan nilai koefisien -4,96 dan probabilitas sebesar 0,6977. Hal yang sama juga ditemukan pada estimasi jangka panjang, di mana curah hujan dan harga beras tetap berpengaruh positif dan signifikan, sementara luas lahan sawah tetap tidak berpengaruh secara signifikan terhadap produksi padi. Penelitian ini menegaskan pentingnya penguatan kualitas input produksi seperti teknologi dan manajemen tanam dibandingkan sekadar perluasan lahan.

Penelitian yang dilakukan oleh Baig et al., (2022) yang bertujuan untuk menganalisis dampak asimetris perubahan iklim terhadap produksi padi di India. Penelitian ini menggunakan data runtut waktu selama periode 1991–2018 dengan variabel iklim utama yaitu suhu rata-rata tahunan, curah hujan rata-rata tahunan, dan emisi karbon dioksida (CO_2), serta variabel non-iklim berupa kredit pertanian, penggunaan pupuk, jumlah penduduk pedesaan, dan luas lahan padi. Data dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa sumber internasional seperti Climate Change Knowledge Portal (CCKP), World Development Indicators (WDI), dan Reserve Bank of India (RBI). Metode estimasi yang digunakan adalah model Non linear

assive Distributed Lag (NARDL) yang memungkinkan analisis asimetris pengaruh positif dan negatif dalam jangka pendek maupun jangka panjang



terhadap produksi padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu rata-rata memiliki dampak positif dan signifikan terhadap produksi padi dalam jangka pendek, namun berdampak negatif dan signifikan dalam jangka panjang. Peningkatan suhu sebesar 1 persen meningkatkan produksi padi sebesar 17,23 persen dalam jangka pendek, tetapi dalam jangka panjang justru menurunkannya sebesar 9,23 persen hingga 10,32 persen. Sementara itu, curah hujan menunjukkan pengaruh yang kompleks, di mana kenaikan curah hujan dalam jangka panjang justru menurunkan produksi padi sebesar 1,24 persen, sedangkan penurunan curah hujan secara tidak terduga justru meningkatkan produksi sebesar 2,87 persen. Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan intensitas curah hujan tidak selalu berdampak positif terhadap produksi, dan dampaknya sangat tergantung pada karakteristik wilayah dan ketahanan sistem pertanian yang ada. Selain itu, emisi karbon memiliki pengaruh negatif yang signifikan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang terhadap produksi padi, sedangkan luas lahan panen dan kredit pertanian berpengaruh positif dan signifikan dalam jangka panjang.

Penelitian yang dilakukan oleh Auliya dan Akbar Hakim Rosandi, (2024) untuk menganalisis dampak perubahan iklim terhadap produktivitas padi di Provinsi Jawa Timur selama periode 2013–2023. Dalam penelitian ini, terdapat tiga variabel iklim yang dianalisis, yaitu curah hujan (dalam mm), suhu maksimum tahunan ($^{\circ}\text{C}$), dan suhu minimum tahunan ($^{\circ}\text{C}$). Metode analisis yang digunakan adalah regresi linier berganda, yang memungkinkan estimasi pengaruh masing-masing variabel iklim terhadap produktivitas padi secara simultan dan parsial.



Penelitian menunjukkan bahwa suhu maksimum dan suhu minimum berpengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas padi, dengan nilai

probabilitas masing-masing 0,0094 dan 0,0019. Artinya, setiap kenaikan suhu maksimum atau minimum sebesar 1°C akan meningkatkan produktivitas padi secara signifikan, selama suhu tersebut masih berada dalam kisaran optimal pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, variabel curah hujan tidak berpengaruh signifikan secara statistik, dengan nilai probabilitas sebesar 0,8477, yang berarti fluktuasi curah hujan dalam periode penelitian tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produktivitas padi di Jawa Timur. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas padi di wilayah tersebut lebih sensitif terhadap perubahan suhu dibandingkan dengan curah hujan. Penelitian ini mengonfirmasi pentingnya pengaruh suhu dalam menentukan hasil pertanian, khususnya padi, di tengah kondisi iklim tropis yang berubah-ubah. Kenaikan suhu maksimum dan minimum yang masih dalam batas toleransi tanaman dapat mempercepat proses fisiologis seperti fotosintesis dan pematangan biji, yang berdampak positif terhadap produktivitas. Namun, curah hujan yang tidak konsisten atau berfluktuasi secara ekstrem justru cenderung tidak memberikan pengaruh langsung terhadap hasil panen.

Penelitian yang dilakukan oleh Samarasinghe et al., (2025) yang bertujuan untuk menganalisis dampak perubahan iklim terhadap produksi padi di Sri Lanka, dengan membedakan antara pengaruh jangka pendek dan jangka panjang, serta antara dampak simetris dan asimetris. Penelitian ini menggunakan data tahunan dari tahun 1952 hingga 2022, dengan variabel-variabel utama meliputi produksi padi (ton metrik), suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}\text{C}$), curah hujan tahunan (mm), dan luas lahan sawah (hektar). Metode estimasi yang digunakan adalah ARDL dan Non

ARDL (NARDL), guna mengidentifikasi baik hubungan linier maupun non-linier antara perubahan iklim dan hasil produksi. Hasil estimasi menunjukkan



bahwa dalam jangka pendek, luas lahan sawah dan curah hujan memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap produksi padi, dengan koefisien masing-masing sebesar 0.980 persen dan 0.256 persen untuk setiap kenaikan 1 persen variabel. Sebaliknya, suhu rata-rata tidak menunjukkan pengaruh signifikan dalam jangka pendek, yang menunjukkan bahwa fluktuasi suhu tahunan dapat diatasi melalui strategi adaptasi seperti pemilihan varietas tahan panas atau penyesuaian waktu tanam. Dalam jangka panjang, luas lahan sawah dan suhu rata-rata berpengaruh positif dan signifikan, dengan masing-masing koefisien sebesar 1.269 persen dan 0.863 persen, sedangkan curah hujan tidak berpengaruh signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa ekspansi lahan tetap menjadi pendorong penting produktivitas padi, dan bahwa suhu memiliki pengaruh struktural yang semakin nyata terhadap hasil panen seiring waktu. Selain itu, hasil dari estimasi model NARDL mengungkapkan bahwa perubahan positif dan negatif suhu serta curah hujan memberikan dampak yang tidak simetris terhadap produksi. Dalam jangka panjang, kenaikan suhu justru menurunkan produksi padi sebesar 2.620 persen, sementara penurunan suhu juga memiliki efek negatif sebesar 1.917 persen, yang keduanya signifikan. Hal serupa terjadi pada curah hujan, di mana baik peningkatan maupun penurunan curah hujan menurunkan produksi, tetapi penurunan curah hujan justru memberikan efek lebih kecil. Di sisi lain, kenaikan luas lahan menunjukkan peningkatan produksi padi yang signifikan, baik dalam jangka pendek (1.048 persen) maupun jangka panjang (0.882 persen) untuk setiap kenaikan 1 persen.

Penelitian yang dilakukan oleh Herath et al., (2020) yang bertujuan untuk analisis dampak perubahan iklim terhadap produksi padi di Malaysia baik nasional maupun tingkat negara bagian (kedah) dengan menggunakan



data runtut waktu periode 1980-2016. Penelitian ini melibatkan beberapa variabel utama yaitu luas panen (hektar), harga padi (ringgit/ton), curah hujan rata-rata tahunan (mm), suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}\text{C}$), serta variabel tren teknologi. Metode analisis yang digunakan adalah Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bound testing approach, yang memungkinkan pengujian hubungan jangka pendek dan jangka panjang antara variabel-variabel independen terhadap produksi padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam jangka pendek, produksi padi secara nasional sangat dipengaruhi oleh luas panen saat ini dan lag satu tahun, serta suhu tahunan. Koefisien luas panen saat ini signifikan positif sebesar 1,506, sedangkan luas panen tahun sebelumnya signifikan negatif sebesar $-1,075$, menunjukkan adanya fluktuasi tahunan yang kompleks. Suhu rata-rata tahunan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap produksi padi, dengan koefisien $-1,947$, menandakan bahwa kenaikan suhu meski hanya dalam jangka pendek dapat menurunkan hasil panen. Curah hujan dan harga tidak menunjukkan pengaruh signifikan dalam jangka pendek. Dalam jangka panjang, hasil estimasi menunjukkan bahwa variabel luas panen memiliki pengaruh positif yang sangat kuat, dengan koefisien 2,638, sedangkan suhu rata-rata memiliki pengaruh negatif signifikan, dengan koefisien $-7,003$. Curah hujan dan harga tidak signifikan secara statistik dalam model jangka panjang nasional. Hal ini menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, perluasan area tanam berperan besar dalam mendorong produksi padi, sementara peningkatan suhu yang berkelanjutan memberikan tekanan besar terhadap produktivitas. Analisis pada tingkat negara bagian Kedah menunjukkan pola yang sedikit berbeda. Dalam jangka pendek, luas panen dan curah hujan

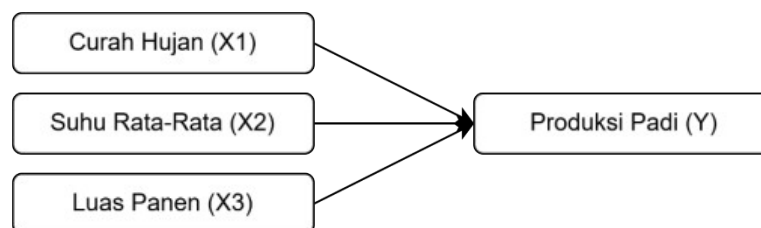


aruh signifikan, dengan koefisien masing-masing 2,757 dan $-0,174$,
an suhu dan harga tidak signifikan. Dalam jangka panjang, luas panen

masih memberikan pengaruh positif yang signifikan (koefisien 1,516), sedangkan curah hujan justru menunjukkan pengaruh negatif yang signifikan terhadap produksi padi (koefisien $-0,371$). Artinya, meskipun curah hujan sangat dibutuhkan, curah hujan berlebih pada fase tertentu (seperti pematangan atau panen) dapat menurunkan hasil panen di Kedah. Suhu dan harga tidak signifikan di wilayah ini, kemungkinan karena kebijakan harga yang dikontrol pemerintah serta adaptasi lokal terhadap suhu.

2.4 Kerangka Pikir Penelitian

Dalam penelitian ini, variabel yang dikaji terdiri dari variabel terikat yaitu produksi padi (Y) yang merepresentasikan tingkat kesejahteraan petani. Sementara itu, variabel bebas terdiri dari beberapa indikator utama: curah hujan (X_1), suhu rata-rata (X_2), serta luas panen (X_3). Berdasarkan latar belakang, tinjauan teoritis yang telah dijabarkan pada bagian sebelumnya maka kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Bagan Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka penelitian ini menggambarkan hubungan antara tiga variabel independen, yaitu curah hujan (X_1), suhu rata-rata (X_2), dan luas panen (X_3), variabel dependen yaitu produksi padi (Y). Dalam kerangka ini, curah hujan dianggap sebagai faktor iklim yang mempengaruhi ketersediaan air bagi padi, sehingga fluktuasinya dapat berdampak positif atau negatif



terhadap hasil produksi. Suhu rata-rata juga merupakan variabel iklim penting yang dapat mempengaruhi proses fisiologis tanaman, di mana peningkatan suhu dalam batas optimal dapat meningkatkan produksi, namun suhu yang terlalu tinggi secara terus-menerus berpotensi menurunkan hasil panen. Sementara itu, luas panen mencerminkan faktor fisik lahan yang secara langsung berkaitan dengan volume produksi, di mana semakin luas area tanam dan panen, maka semakin besar pula potensi produksi padi. Dengan demikian, ketiga variabel tersebut diasumsikan berpengaruh terhadap produksi padi.

2.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah dan kerangka pemikiran maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Diduga curah hujan berpengaruh positif terhadap produksi padi dalam jangka pendek dan berpengaruh negatif dalam jangka panjang di Kabupaten Maros.
2. Diduga suhu rata-rata berpengaruh positif terhadap produksi padi dalam jangka pendek dan berpengaruh negatif dalam jangka panjang di Kabupaten Maros.
3. Diduga luas panen berpengaruh positif terhadap produksi padi dalam jangka pendek dan berpengaruh positif dalam jangka panjang di Kabupaten Maros.

