

ADAPTASI PETANI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DALAM PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT PADA TANAMAN PADI

Agung Sholahuddin^{1*}, Idha Farida²

^{1,2} *Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan*

**Penulis korespondensi: agungsholahuddin7@gmail.com*

ABSTRAK

Perubahan iklim terus-menerus menyebabkan gangguan ekosistem pertanian yang berasal dari fluktuasi suhu dan curah hujan sehingga dibutuhkan inovasi untuk mengendalikan hama dan penyakit secara efektif yang akan menurunkan potensi kerugian hasil panen pada petani padi dan ketahanan pangan nasional. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan strategi pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dengan pendekatan holistik yang mana sistem ini akan mengintegrasikan berbagai metode pengendalian antara lain varietas unggul tahan iklim, agen hayati, dan penyesuaian jadwal tanam untuk keberlanjutan produktivitas padi. Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk menganalisis adaptasi petani terhadap perubahan iklim dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman padi. Metode ini merupakan studi literatur mengambil dari jurnal dan buku terbitan yang relevan dengan topik penelitian. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode dokumentasi yaitu proses pencarian data-data bahan pustaka berhubungan dengan topik penelitian. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*). Hasil studi literatur menunjukkan bahwa pendekatan adaptasi yang komprehensif dan berbasis pengetahuan ilmiah meliputi: (1) implementasi PHT yang holistik perlu diperkuat dengan integrasi sistem peringatan dini berbasis prakiraan cuaca untuk mengantisipasi ledakan populasi OPT; (2) sinkronisasi waktu tanam dalam skala wilayah harus menjadi prioritas kebijakan, didukung dengan perbaikan sistem drainase dan irigasi untuk mengendalikan kelembaban mikroklimat lahan; (3) percepatan pengembangan dan diseminasi varietas padi yang toleran terhadap cekaman iklim dan resisten terhadap OPT utama perlu dilakukan melalui kolaborasi antara lembaga penelitian dan petani, serta (4) penguatan kapasitas petani melalui program pelatihan adaptif tentang teknik budidaya responsif iklim dan strategi pengendalian OPT yang efektif sangat penting untuk meningkatkan resiliensi sistem pertanian.

Kata kunci: adaptasi petani, padi, PHT, perubahan iklim

1 PENDAHULUAN

Perubahan iklim menjadi tantangan serius bagi pertanian global, khususnya untuk tanaman padi yang sangat bergantung pada kestabilan suhu, curah hujan, dan keseimbangan lingkungan. Perubahan iklim seperti kenaikan suhu, perubahan pola hujan, dan pergeseran musim tanam mengganggu pertumbuhan tanaman dan mengubah kondisi lahan pertanian. Di Indonesia, perubahan iklim tidak hanya menurunkan produktivitas padi, tetapi juga meningkatkan serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang berkembang lebih cepat dalam kondisi cuaca ekstrem. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan iklim dan masalah OPT saling terkait dan berdampak langsung pada ketahanan pangan nasional. Wang et al. (2022) menjelaskan bahwa perubahan iklim memiliki dampak ganda: pertama, langsung mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen; kedua, tidak langsung melalui peningkatan serangan hama serangga dan penyakit

jamur, karena suhu yang lebih tinggi dan peningkatan gas rumah kaca mempercepat perkembangbiakan hama dan memperluas wilayah sebarannya. Skendžić et al. (2021) menekankan bahwa kenaikan suhu dan perubahan pola hujan secara signifikan mempengaruhi populasi hama, meningkatkan jumlah generasi hama dan kemampuan bertahan hidup di musim dingin, yang akhirnya mengurangi efektivitas pengendalian hama alami. Sementara itu, Conde et al. (2025) secara khusus mencatat bahwa di Asia, perubahan iklim memperkuat ancaman hama utama padi seperti wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*), karena suhu yang lebih tinggi mempercepat aktivitas dan penyebaran hama, sehingga menyebabkan kerugian produksi padi yang besar.

Penelitian sebelumnya secara konsisten menunjukkan bagaimana perubahan iklim memperparah masalah Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada padi. Kenaikan suhu mempercepat siklus hidup hama utama seperti wereng coklat (*Nilaparvata lugens*) dan penggerek batang (*Scirpophaga incertulas*), sehingga meningkatkan jumlah generasi dan tingkat serangan hama (Yunus dan Hadi, 2019). Sementara itu, cuaca ekstrem dengan curah hujan tinggi dan kelembaban berlebihan mendukung perkembangan penyakit blas (*Magnaporthe oryzae*) dan penyebaran hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae*) (Chakraborty dan Newton, 2011). Rosenzweig et al. (2014) mencatat bahwa ketidakpastian musim tanam menyebabkan jadwal tanam menjadi tidak teratur, yang menghilangkan masa jeda alami sehingga populasi OPT dapat berkembang terus-menerus sepanjang tahun. Perubahan kondisi iklim di lahan pertanian juga mengurangi efektivitas metode pengendalian hama, baik menggunakan pestisida kimia maupun pengendalian alami, karena mempengaruhi kinerja insektisida dan kelangsungan hidup musuh alami hama (Skendžić et al., 2021). Oleh karena itu, berbagai temuan ini menekankan pentingnya strategi adaptasi yang lebih responsif dan berdasarkan pengetahuan, termasuk penyesuaian waktu tanam, penggunaan varietas padi yang tahan terhadap tekanan iklim, dan penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT), yang terbukti sangat penting untuk menjaga kestabilan produksi padi global (Wassmann et al., 2019). Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk menganalisis adaptasi petani terhadap perubahan iklim dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman padi.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yang diperoleh melalui proses pengumpulan dan ekstraksi dari literatur ilmiah yang telah dicek dan divalidasi oleh para ahli. Sumber data utama mencakup minimal sepuluh artikel jurnal ilmiah yang terdiri dari publikasi internasional maupun nasional yang telah terakreditasi, serta lima buku ilmiah atau bab buku yang relevan. Seluruh sumber literatur tersebut membahas isu-isu penting seperti perubahan iklim, strategi adaptasi dalam sistem pertanian padi, serta cara pengelolaan dan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).

Proses pemilihan sumber literatur dilakukan dengan menerapkan kriteria yang ketat untuk menjamin kualitas dan validitas data. Kriteria tersebut meliputi: kredibilitas penerbitan (diprioritaskan pada jurnal terindeks dan bereputasi); relevansi tema yang berkaitan erat dengan fokus penelitian; dan kekinian publikasi, dengan membatasi rentang waktu penerbitan dalam sepuluh tahun terakhir (2016–2025) untuk memastikan temuan yang relevan dengan kondisi terkini. Penggunaan data sekunder ini memungkinkan penelitian untuk mengintegrasikan pengetahuan yang luas dan komprehensif, melampaui keterbatasan pengumpulan data primer.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pencarian literatur secara menyeluruh dan sistematis, meliputi sumber-sumber dalam bentuk digital maupun cetak, dengan

menggunakan basis data ilmiah terkemuka dan repositori akademik seperti *Google Scholar* dan *Google Books*. Prosedur ini dirancang untuk memastikan bahwa literatur yang dikumpulkan memiliki kredibilitas tinggi, relevan dengan tema penelitian, dan memiliki informasi yang terkini. Setelah tahap pengumpulan awal, sumber-sumber literatur yang relevan kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori tema yang telah ditentukan, yang berfungsi sebagai kerangka kerja awal untuk analisis dan sintesis data. Klasifikasi ini dibagi menjadi tiga tema utama: (1) Dampak Perubahan Iklim terhadap Keberlanjutan Sistem Produksi Padi, yang berfokus pada analisis kerentanan hasil panen; (2) Hubungan antara Perubahan Iklim dengan Peningkatan Serangan Hama dan Penyakit Tanaman (OPT), yang mengukur hubungan sebab-akibat antara faktor iklim dan perkembangan populasi OPT; dan (3) Strategi Adaptasi yang Dilakukan oleh Petani dalam Menghadapi Tantangan Tersebut, yang mencakup dokumentasi dan analisis terhadap berbagai praktik penyesuaian yang diterapkan. Pengelompokan data ke dalam kategori ini mempermudah proses penelaahan secara kritis dan perbandingan, sehingga penelitian dapat mengidentifikasi pola dan hubungan yang kompleks antar variabel, yang pada akhirnya memperkuat keabsahan interpretasi temuan ilmiah.

2.3 Teknik Analisis Data

Data sekunder yang telah dikumpulkan melalui pencarian literatur kemudian dianalisis secara mendalam menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif. Proses analisis ini dimulai dengan melakukan penelaahan isi literatur (*content analysis*) secara teliti, yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengambil, dan mengorganisasi informasi penting dari setiap sumber. Proses ini difokuskan untuk menemukan pola, hubungan sebab-akibat, dan kecenderungan tema yang secara menyeluruh menggambarkan berbagai bentuk strategi adaptasi yang telah diterapkan oleh petani dalam merespons dampak perubahan iklim dan masalah Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Selanjutnya, setiap temuan hasil kajian tersebut dibandingkan secara sistematis. Perbandingan ini memiliki dua fungsi: pertama, untuk menemukan persamaan temuan antar-studi yang berbeda, yang memperkuat validitas argumentasi; dan kedua, untuk mengidentifikasi perbedaan temuan, yang menunjukkan adanya kesenjangan pengetahuan atau arah perkembangan penelitian terkini yang relevan dalam bidang ini. Melalui pendekatan deskriptif kualitatif dan perbandingan ini, penelitian mampu melakukan sintesis pengetahuan yang valid dan menyajikan interpretasi yang jelas mengenai kompleksitas isu yang dikaji.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Dampak Perubahan Suhu terhadap Peningkatan Serangan Hama dan Penyakit Tanaman Padi

Peningkatan suhu dalam rentang 26–33°C telah menciptakan kondisi yang sangat mendukung perkembangan wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*) di Indonesia. Temuan Baehaki *et al.* (2016) yang menunjukkan peningkatan laju pertumbuhan intrinsik wereng hingga 2,14-2,22 kali lipat dibanding tahun 1984 sejalan dengan penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa perubahan iklim dapat meningkatkan ukuran populasi hama, distribusi geografis, dan terutama meningkatkan kemampuan bertahan hidup di musim dingin karena peningkatan suhu musim dingin. Penelitian menunjukkan bahwa periode perkembangan wereng dari penetasan telur hingga kematian dewasa menurun dari 46,8 hari menjadi 18,4 hari ketika suhu meningkat dari 19°C ke 31°C, yang mengonfirmasi proyeksi di Jawa Tengah bahwa kenaikan suhu 2–3°C dapat melipatgandakan kecepatan siklus hidup wereng. Namun, terdapat ambang batas termal yang perlu diperhatikan, dimana nimfa wereng saat ini hidup pada suhu yang mendekati batas termal atas mereka, dengan suhu maksimum kritis nimfa tercatat 34,9°C, sementara dewasa dapat bertahan

hingga 37,0-37,4°C, yang mendukung temuan Narayanasamy *et al.* (2015) tentang penurunan drastis pertumbuhan hama di atas 34°C. Selain faktor suhu, peningkatan CO₂, kombinasi peningkatan suhu dan CO₂, serta ozon yang meningkat secara signifikan mempengaruhi dinamika populasi, perkembangan, dan perilaku makan wereng batang coklat. Yang lebih memprihatinkan, suhu yang meningkat dapat mengurangi efektivitas varietas padi tahan wereng, dengan penelitian menunjukkan bahwa pada suhu 30°C, betina dewasa dapat menghasilkan hingga tiga siklus bertelur bahkan pada varietas tahan hama.

Fluktuasi suhu yang tidak stabil disertai peningkatan kelembaban juga menciptakan kondisi optimal bagi perkembangan patogen penyakit. Temuan Mizobuchi *et al.* (2016) tentang peningkatan insidensi penyakit pada suhu sekitar 30°C dikonfirmasi oleh penelitian yang menunjukkan bahwa tingkat keparahan penyakit blas mencapai puncaknya pada suhu 28°C dan 30°C, dengan periode basah daun yang lama, kelembaban relatif tinggi, dan suhu antara 17-28°C mendukung perkembangan penyakit. Lebih lanjut, penyakit blas disukai oleh periode lama kelembaban bebas, kelembaban tinggi (lebih dari 90%), dan suhu malam di atas 20°C, dengan suhu optimum untuk perkecambahan spora, infeksi, dan sporulasi adalah 25-28°C. Temuan Nuryanto (2017) tentang sinergi kelembaban tinggi dan suhu hangat dalam mendukung epidemi hawar pelepah diperkuat oleh bukti bahwa kelembaban ambient yang tinggi meningkatkan perkembangan penyakit blas dengan mempromosikan perkecambahan konidia dan pembentukan apresoria patogen *Magnaporthe oryzae*. Dampak kumulatif dari perubahan iklim ini sangat signifikan, dimana perubahan iklim tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan dan hasil padi secara langsung, tetapi juga mempengaruhi hama dan penyakit, dengan patogen jamur diperkirakan mengurangi produksi padi global sekitar 14% setiap tahun, yang menekankan urgensi pengembangan strategi adaptasi komprehensif untuk menjaga ketahanan pangan nasional.

3.2 Perubahan Pola Curah Hujan dan Kelembaban serta Implikasinya terhadap Serangan Penyakit Padi

Variabilitas curah hujan sebagai manifestasi perubahan iklim secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan intensitas serangan penyakit patogen jamur dan bakteri pada tanaman padi. Temuan Sukarta *et al.* (2018) tentang curah hujan berlebih yang menciptakan kelembaban tinggi di kanopi untuk proliferasi *Pyricularia oryzae* didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa kelembaban relatif tinggi (lebih dari 90%) mendukung perkecambahan spora dan infeksi, dengan periode basah daun yang berkepanjangan (lebih dari 10 jam) kondusif untuk infeksi, serta curah hujan yang sering atau periode cuaca mendung yang berkepanjangan meningkatkan insidensi penyakit. Lebih spesifik lagi, kelembaban relatif 95% dan suhu rata-rata 26-27°C adalah kondisi optimal untuk infeksi dan secara substansial mendukung pelepasan spora. Studi jangka panjang selama 10 tahun menunjukkan bahwa suhu memiliki pengaruh positif pada insidensi penyakit hanya pada kondisi kelembaban relatif tinggi, dan curah hujan mempengaruhi insidensi penyakit secara positif hingga tingkat curah hujan optimal. Fenomena ini dijelaskan lebih lanjut bahwa kondisi terbaik untuk perkecambahan jamur pada daun padi adalah suhu rendah dan kelembaban tinggi, dengan tingkat keparahan penyakit tinggi ketika suhu rendah dan kelembaban tinggi. Selain penyakit blas, kondisi lingkungan seperti kelembaban tinggi, cuaca basah, dan pemupukan berlebihan berkontribusi pada penyebaran *Magnaporthe oryzae*, yang memperkuat temuan Qisthi (2021) tentang anomali iklim yang memperburuk epidemi penyakit jamur dan bakteri.

Sebaliknya, kondisi kekeringan berkepanjangan memicu pola serangan hama yang berbeda dengan peningkatan signifikan populasi hama seperti tikus, walang sangit, dan wereng. Temuan di Kabupaten Indramayu tentang lonjakan serangan walang sangit hingga 40% selama kekeringan 2020-2022 didukung oleh bukti ilmiah bahwa kekeringan mengubah komposisi kimia tanaman

padi yang menghasilkan penurunan preferensi makan hama. Penelitian menunjukkan bahwa kekeringan berdampak pada perkembangan serangga dan pertumbuhan populasi, dengan kekurangan air terbukti mengubah waktu makan dan lokasi makan wereng pada padi. Namun, respons hama terhadap kekeringan bervariasi, dimana kekeringan memberikan informasi berguna tentang efek stres kekeringan pada pertumbuhan populasi yang buruk dan perubahan fisiologis negatif pada wereng batang coklat, dengan perubahan negatif pada keseimbangan air dan tekanan osmotik dapat menyebabkan penurunan kualitas wereng. Meskipun demikian, kelembaban tanah dapat secara tidak langsung mengatur distribusi geografis hama dengan membatasi ketersediaan tanaman inang, yang mendukung hipotesis Htwe *et al.* (2024) bahwa anomali curah hujan merupakan faktor kunci yang mendorong dinamika populasi hama karena mempengaruhi ketersediaan pakan dan kondisi ekologi lahan. Situasi ini mengindikasikan bahwa kondisi iklim ekstrem, baik kelebihan maupun defisit air, memiliki dampak esensial terhadap dinamika OPT, yang memerlukan strategi pengendalian dinamis dan adaptif dari petani untuk merespons perubahan kondisi iklim di lapangan.

3.3 Ketidakstabilan Musim Tanam dan Peningkatan Risiko Gangguan OPT

Ketidakstabilan pola musim hujan dan kemarau telah menyebabkan diskontinuitas jadwal tanam padi yang sebelumnya terstruktur. Pergeseran waktu dimulainya musim hujan menyebabkan petani memulai penanaman pada periode yang berbeda, sehingga tidak tercapai keseragaman musim tanam di tingkat wilayah. Temuan Safitri (2025) tentang ketidaksinkronan jadwal tanam yang menghilangkan jeda dalam siklus hidup OPT didukung oleh bukti ilmiah yang menunjukkan bahwa faktor kunci yang berkontribusi pada epidemi penyakit virus di Indonesia meliputi penanaman varietas hasil tinggi dua kali setahun, penggunaan pupuk intensif, penanaman yang tidak sinkron, dan kondisi iklim yang tidak menentu. Lebih spesifik lagi, penyakit tungro padi yang disebabkan oleh kompleks dua virus yang ditularkan oleh wereng hijau merupakan penyakit destruktif di area yang dibudidayakan secara intensif di Asia dimana tanggal tanam tidak sinkron, dengan musim tanam yang tumpang tindih menyediakan ketersediaan inang secara terus-menerus yang memungkinkan kelangsungan hidup virus dan vektor sepanjang tahun. Studi menunjukkan bahwa penanaman sinkron secara efektif menjaga penyakit pada tingkat yang dapat dikelola, dan ketika penanaman sinkron tidak memungkinkan, penggunaan varietas tahan direkomendasikan. Pentingnya sinkronisasi ini juga dikonfirmasi oleh rekomendasi bahwa menanam pada waktu yang sama (atau dalam jendela 2 minggu) dengan ladang tetangga dapat membantu meminimalkan tekanan serangga, penyakit, burung, dan tikus pada ladang individu. Studi empiris yang mencatat peningkatan kasus penggerek batang hingga tiga kali lipat akibat anomali awal musim hujan 2020-2023 sejalan dengan temuan Mapegau *et al.* (2023) bahwa pergeseran pola curah hujan dan musim tanam merupakan faktor pendorong utama perubahan distribusi dan dinamika populasi hama.

Ketidaksinambungan musim secara langsung memengaruhi risiko serangan penyakit pada tanaman padi. Penanaman pada periode dengan kelembaban tinggi atau curah hujan ekstrem memicu perkembangan penyakit sejak fase awal pertumbuhan. Temuan Yuliani, Milati, dan Sudir (2017) tentang keparahan penyakit yang mencapai puncak pada waktu tanam awal musim hujan dan kemarau diperkuat oleh bukti bahwa suhu memiliki pengaruh positif pada insidensi penyakit hanya pada kondisi kelembaban relatif tinggi, dan curah hujan mempengaruhi insidensi penyakit secara positif hingga tingkat curah hujan optimal. Studi jangka panjang selama 10 tahun ini juga mengungkapkan bahwa fluktuasi cuaca dapat mengesampingkan efek sistem pertanian pada insidensi penyakit jamur di sawah, yang menjelaskan mengapa variabilitas cuaca ekstrem menghambat petani dalam mengimplementasikan jadwal pemupukan dan pengendalian optimal. Kondisi ini menyebabkan tanaman berada dalam kondisi suboptimal dan lebih rentan terhadap

infeksi patogen. Lebih lanjut, perubahan iklim di masa depan, seperti kenaikan permukaan laut, intrusi salinitas, dan kejadian cuaca ekstrem, diperkirakan akan mengurangi area yang cocok untuk budidaya padi hingga 60%, dengan dampak sekunder berupa peningkatan kejadian hama dan penyakit pada tanaman padi di zona pesisir. Konsekuensi dari pola tanam yang tidak sinkron mencakup gagal panen lokal karena serangan penyakit yang tidak dapat dikelola secara kolektif, yang menegaskan temuan Sodiq dan Mujoko (2017) tentang perlunya adaptasi strategi pengendalian terhadap perubahan pola musim.

3.4 Adaptasi Petani terhadap Peningkatan Serangan OPT akibat Perubahan Iklim

Para petani padi di berbagai sentra produksi di Indonesia telah mengimplementasikan strategi adaptasi teknis untuk memitigasi eskalasi serangan hama dan penyakit yang dipicu oleh perubahan iklim. Adaptasi tersebut meliputi penggunaan varietas unggul tahan penyakit yang lebih toleran terhadap kondisi ekstrem. Temuan Azizi et al. (2025) tentang penyesuaian jadwal tanam dan perbaikan sistem drainase didukung oleh bukti bahwa budidaya varietas padi yang resisten terhadap virus dan serangga vektor merupakan strategi yang paling efektif dan efisien untuk pengelolaan hama terpadu penyakit virus padi. Di Indonesia, pengembangan varietas tahan penyakit tungro padi telah relatif berhasil, yang ditunjukkan dengan pelepasan dan adopsi 18 varietas tahan. Lebih luas lagi, IRRI telah mengembangkan varietas padi yang dapat bertahan dalam kondisi yang diperkirakan akan menjadi lebih sering dan intens dengan perubahan iklim, termasuk kekeringan, banjir, panas, dingin, dan masalah tanah seperti salinitas tinggi dan keracunan besi. Pentingnya varietas adaptif ini dikonfirmasi oleh studi yang menunjukkan bahwa penggantian cepat varietas padi yang tidak beradaptasi dengan baik atau rentan terhadap tekanan dengan varietas superior umumnya merupakan titik masuk yang paling layak untuk pengenalan opsi teknologi guna mencapai pembangunan berkelanjutan di ekosistem padi yang tidak menguntungkan. Selain itu, pengembangan varietas padi tahan iklim menentukan varietas dengan sifat yang diinginkan seperti toleran terhadap rendaman dan kekeringan, tahan penyakit, indeks panen tinggi, produktivitas tinggi dan fluks metana yang lebih rendah.

Strategi adaptasi yang semakin banyak diimplementasikan meliputi penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang berorientasi pada pengurangan ketergantungan terhadap pestisida kimia. Temuan Herlinda dan Irsan (2021) tentang efektivitas agen hayati didukung oleh bukti bahwa kombinasi resistensi hama ganda dan pengendalian biologis alami sangat menarik di negara berkembang di daerah tropis dimana layanan penyuluhan seringkali tidak mampu melatih petani dalam prinsip dan praktik PHT, dengan varietas tahan hama menggeser rasio hama:predator yang menguntungkan pengendalian biologis. Di Indonesia, program PHT menggunakan empat prinsip panduan yang mencerminkan pendekatan holistik: menumbuhkan tanaman yang sehat, mengamati ladang setiap minggu, melestarikan musuh alami, dan petani menjadi ahli. Lebih lanjut, di ladang yang tidak disemprot, populasi wereng coklat tidak meningkat ke tingkat yang signifikan, menunjukkan pentingnya pengendalian biologis, dan ketika petani menemukan peran musuh alami ini, mereka cenderung tidak menggunakan insektisida.

Temuan Widhayasa et al. (2023) tentang penanaman refugia dikonfirmasi oleh penelitian yang menunjukkan bahwa meningkatkan keragaman habitat di sekitar sawah dengan menanam berbagai vegetasi di pematang telah terbukti juga melestarikan musuh alami hama padi. Implementasi sistem tanam serempak sebagai metode kultural krusial untuk memutus siklus hidup hama sejalan dengan pengalaman di Indonesia dimana penanaman sinkron secara efektif menjaga penyakit pada tingkat yang dapat dikelola. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat sensitivitas atribut sosial dan ekonomi berkelanjutan dalam pertanian padi dengan

penerapan PHT, yang menyiratkan bahwa penerapan PHT adalah solusi yang tepat untuk meningkatkan keberlanjutan pertanian padi di Indonesia.

3.5 Implikasi Perubahan Iklim terhadap Efektivitas Pestisida dan Pengendalian Hayati

Perubahan iklim secara langsung mengurangi efektivitas pengendalian kimiawi hama dan penyakit melalui beberapa mekanisme yang terdokumentasi dalam literatur. Curah hujan tinggi memicu fenomena pencucian (*wash-off*) yang menghilangkan bahan aktif pestisida dari permukaan tanaman, sementara suhu tinggi mempercepat laju degradasi pestisida sehingga masa perlindungan tanaman menjadi lebih singkat. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa perubahan iklim mempercepat degradasi pestisida, yang berarti pestisida akan efektif untuk waktu yang lebih singkat, mendorong petani untuk meningkatkan frekuensi aplikasi pestisida. Lebih spesifik lagi, perubahan iklim akan mengurangi konsentrasi pestisida di lingkungan karena kombinasi peningkatan volatilisasi dan percepatan degradasi, yang keduanya sangat dipengaruhi oleh kandungan kelembaban tinggi, suhu yang meningkat, dan paparan langsung sinar matahari. Dampak yang lebih serius adalah munculnya resistensi kondisional, dimana suhu yang meningkat dan pengayaan CO₂ dapat secara langsung menyebabkan berkurangnya efektivitas pestisida dengan mengubah metabolisme dan translokasi pestisida, atau secara tidak langsung meningkatkan detoksifikasi pestisida pada tanaman inang sehingga mengurangi ketersediaan pestisida untuk hama target. Temuan Lurwanu et al. (2021) tentang kenaikan suhu yang mempercepat metabolisme patogen didukung oleh bukti bahwa suhu yang meningkat dan pengayaan CO₂ dapat secara langsung menyebabkan berkurangnya efektivitas pestisida dengan mengubah metabolisme dan translokasi pestisida, atau secara tidak langsung meningkatkan detoksifikasi pestisida pada tanaman inang, yang secara keseluruhan menurunkan daya guna kontrol kimia dan mempercepat evolusi resistensi hama.

Pengendalian non-kimiawi, meliputi pengendalian hayati dan pemanfaatan musuh alami, turut mengalami dampak negatif dari perubahan iklim karena perubahan mikroklimat memengaruhi viabilitas dan efektivitas agen hayati. Literatur secara konsisten menyoroti fenomena ketidaksesuaian fenologi (*phenological mismatch*) antara hama dan musuh alaminya, dimana perubahan iklim pemanasan menyebabkan ketidaksesuaian fenologi yang tajam di antara sistem inang-parasitoid dengan mengurangi jendela kerentanan inang, yang mengarah pada kemunculan awal baik inang maupun parasitoid terkait dan mempengaruhi kebugaran dan kelimpahan spesies yang tidak sesuai. Studi menunjukkan bahwa kebugaran musuh alami dapat berubah sebagai respons terhadap perubahan kualitas dan ukuran herbivora yang diinduksi oleh efek suhu dan CO₂ pada tanaman, dan efektivitas musuh alami dalam mengendalikan hama akan menurun jika distribusi hama bergeser ke wilayah di luar distribusi musuh alami mereka. Selain itu, kelimpahan dan aktivitas musuh alami akan diubah melalui strategi manajemen adaptif yang diadopsi oleh petani untuk mengatasi perubahan iklim, dan strategi ini dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara hama dan musuh alami dalam ruang dan waktu, yang mengurangi efektivitas mereka untuk pengendalian hayati. Untuk memulihkan efektivitas pengendalian hayati di tengah desinkronisasi temporal yang disebabkan oleh variabilitas iklim, diperlukan integrasi strategis yang mencakup penerapan Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yang holistik, didukung oleh sistem peringatan dini berbasis prakiraan cuaca, serta adaptasi teknis seperti perbaikan drainase dan pelaksanaan penanaman serempak, sebagaimana ditekankan oleh Aguila et al. (2023) dan Lichtfouse (2009).

4 KESIMPULAN

Perubahan iklim telah menimbulkan dampak multidimensional terhadap dinamika Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada sistem produksi padi di Indonesia. Peningkatan suhu dalam rentang 26-33°C terbukti mempercepat siklus hidup hama utama seperti wereng batang

coklat, dengan laju pertumbuhan intrinsik meningkat hingga 2,14-2,22 kali lipat, sementara kondisi kelembaban tinggi akibat curah hujan berlebih menciptakan lingkungan optimal bagi proliferasi patogen penyebab penyakit blas, hawar daun bakteri, dan busuk pelepah. Ketidakstabilan pola musim hujan dan kemarau mengakibatkan ketidaksinkronan jadwal tanam yang menghilangkan jeda ekologis alami, sehingga populasi OPT dapat berkembang tanpa interupsi sepanjang tahun. Lebih lanjut, perubahan iklim juga mengikis efektivitas metode pengendalian hama, baik kimiawi maupun hayati, melalui percepatan degradasi pestisida, fenomena *wash-off* akibat curah hujan tinggi, dan ketidaksesuaian fenologi antara hama dengan musuh alaminya. Kondisi kompleks ini tidak hanya mengancam produktivitas padi secara langsung, tetapi juga memperparah tekanan OPT yang berimplikasi serius terhadap ketahanan pangan nasional.

Menghadapi kompleksitas tantangan ini, diperlukan pendekatan adaptasi yang komprehensif dan berbasis pengetahuan ilmiah. Pertama, implementasi Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yang holistik perlu diperkuat dengan integrasi sistem peringatan dini berbasis prakiraan cuaca untuk mengantisipasi ledakan populasi OPT. Kedua, sinkronisasi waktu tanam dalam skala wilayah harus menjadi prioritas kebijakan, didukung dengan perbaikan sistem drainase dan irigasi untuk mengendalikan kelembaban mikroklimat lahan. Ketiga, percepatan pengembangan dan diseminasi varietas padi yang toleran terhadap cekaman iklim dan resisten terhadap OPT utama perlu dilakukan melalui kolaborasi antara lembaga penelitian dan petani. Keempat, penguatan kapasitas petani melalui program pelatihan adaptif tentang teknik budidaya responsif iklim dan strategi pengendalian OPT yang efektif sangat penting untuk meningkatkan resiliensi sistem pertanian. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk mengkaji interaksi kompleks antara variabel iklim, dinamika OPT, dan efektivitas berbagai strategi pengendalian dalam konteks spesifik Indonesia, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi yang lebih tepat sasaran dan aplikatif bagi keberlanjutan produksi padi nasional di era perubahan iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian berjudul “*Adaptasi Petani terhadap Perubahan Iklim dalam Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman Padi*”. Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim yang telah terlibat dalam proses penyusunan dan penelaahan naskah, serta kepada para peneliti dan penulis terdahulu yang karya ilmiahnya menjadi sumber rujukan dalam studi literatur ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penyelenggara seminar nasional yang telah memfasilitasi diseminasi dan penerbitan publikasi ilmiah. Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik pertanian yang adaptif terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguila, L. C. R., Li, X., Akutse, K. S., Bamisile, B. S., Sánchez Moreano, J. P., Lie, Z., & Liu, J. (2023). Host–parasitoid phenology, distribution, and biological control under climate change. *Life*, 13(12), 2290. Diakses dari <https://doi.org/10.3390/life13122290>
- Azizi, A. N., Mulyanti, H., & Rahmawati, L. A. (2025). Adaptasi petani padi terhadap perubahan iklim di Desa Kabalan dan Desa Sumberwangi, Kecamatan Kanor, Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Sains Agro*, 10(2), 152–160. Diakses dari <https://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/saingro/article/view/1854/1484>
- Baehaki, S. E., Iswanto, E. H., & Munawar, D. (2016). Laju pertumbuhan intrinsik dan neraca hidup wereng cokelat pada tanaman padi akibat perubahan iklim global. *Jurnal Penelitian*

- Tanaman Pangan*. Diakses dari <https://www.neliti.com/publications/124147/laju-pertumbuhan-intrinsik-dan-neraca-hidup-wereng-cokelat-pada-tanaman-padi-aki>
- Barwant, M. M., Singh, B., Patil, V. S., & Sharma, S. A. B. (Eds.). (2022). *The interplay of pesticides and climate change*. Springer.
- Chakraborty, S., & Newton, A. C. (2011). Climate change, plant diseases and food security: An overview. *Plant Pathology*, 60(1), 2–14. Diakses dari <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02411.x>
- Conde, S., Vidal, S., Vázquez, M., Leiva, J., & de Miguel, S. (2025). Rice pests and diseases around the world: Literature-based assessment with emphasis on Asia. *Agriculture*, 15(7), 667. Diakses dari <https://doi.org/10.3390/agriculture15070667>
- Herlinda, S., & Irsan, C. (2021). *Pengendalian hayati hama tumbuhan*. Universitas Sriwijaya Press. Diakses dari <https://sinta.kemdiktisaintek.go.id/departments/profile/440/4A803373-C521-4F44-88D0-BE28ADA9E67A/529DEFF0-FA0B-45ED-A407-F55D021DD0EF/?view=books#!>
- Lichtfouse, E. (Ed.). (2009). *Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms*. Springer. Diakses dari <https://link.springer.com/book/10.1007/978-90-481-2716-0>
- Lurwanu, Y., Wu, X., & Chen, L. (2021). Increasing temperature elevates the variation and spatial differentiation of pesticide tolerance in a plant pathogen. *Microbial Ecology*, 81(3), 614–624. Diakses dari <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/eva.13197>
- Mapegau, M., Hayati, I., Ichwan, B., & Marlina. (2023). *Perubahan iklim, cekaman dan sistem pertanian masa depan*. Salim Media. Diakses dari <https://repository.unja.ac.id/50749/>
- Mizobuchi, R., Fukuoka, S., Tsushima, S., Yano, M., & Sato, H. (2016). QTLs for resistance to major rice diseases exacerbated by global warming: Brown spot, bacterial seedling rot, and bacterial grain rot. *Rice*, 9(1), 23. Diakses dari <https://doi.org/10.1186/s12284-016-0095-4>
- Narayanasamy, M., Reddy, G. V. P., & Mohan, M. (2015). Effect of temperature on life history parameters of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål). *Journal Of Entomology And Zoology Studies*. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/348806539_Interactive_effect_of_temperature_and_CO_2_on_resistance_of_rice_genotypes_to_brown_planthopper_Nilaparvata_lugens_Stal
- Nuryanto, B. (2017). Penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani*) pada padi dan taktik pengelolaannya. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 21(2), 63–71. Diakses dari <https://media.neliti.com/media/publications/229381-none-7bb6583b.pdf>
- Qisthi, R. T. (2021). *Pengendalian hama dan penyakit tanaman pangan dan hortikultura*. Universitas Negeri Makassar. Diakses dari <https://eprints.unm.ac.id/21977/>
- Rainiyati, Af'idzatuttama, Septariani, D. N., Hartono, R., Hamidi, I., Eryna P. R., Puloğu, S. I., Tasrif, A., Lihawa M., Afiyanti, M., Jumardi, Putri, L. D., Fajarfika, R., Tricahyati, T., & Ginting, I. F. (2025). *Pengenalan hama dan penyakit tanaman*. Yayasan Kita Menulis. Diakses dari <https://repository.unsri.ac.id/176834/1/FullBook%20Pengenalan%20Hama%20dan%20Penyakit%20Tanaman.pdf>
- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K. J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N., Neumann, K., Piontek, F., Pugh, T. A., Schmid, E., Stehfest, E., Yang, H., & Jones, J. W. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National*

- Academy of Sciences of the United States of America*, 111(9), 3268–3273.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1222463110>
- Safitri, H. M. (2025). *Dampak masalah jadwal tanam padi terhadap perubahan sosial masyarakat di Desa Dukuhmencek, Kecamatan Sukorambi, Kabupaten Jember*.
[https://www.researchgate.net/publication/339182723 Dampak Masalah Jadwal Tanam Padi terhadap Perubahan Sosial Masyarakat di Desa Dukuhmencek Kecamatan Suko rambi Kabupaten Jember](https://www.researchgate.net/publication/339182723_Dampak_Masalah_Jadwal_Tanam_Padi_terhadap_Perubahan_Sosial_Masyarakat_di_Desa_Dukuhmencek_Kecamatan_Sukorambi_Kabupaten_Jember)
- Skendžić, S., Zezlina, I., Franjković, M., Gogić, G., & Četković, I. (2021). *The impact of climate change on agricultural insect pests*. *Insects*, 12(5), 440.
<https://doi.org/10.3390/insects12050440>
- Sodiq, M., & Mujoko, T. (2017). *Pengendalian terpadu hama dan penyakit tanaman padi. Plantaxia*. Diakses dari <https://epusda.probolinggokab.go.id/detail/pengendalian-terpadu-hama-dan-penyakit-tanaman-padi/2327>
- Sukarta, A. I. N., Sugiarto, Y., & Koesmaryono, Y. (2018). *Proyeksi serangan penyakit blas pada tanaman padi di Jawa Barat berdasarkan skenario perubahan iklim*. *Agromet*, 32(2), 62–70. Diakses <https://media.neliti.com/media/publications/288863-projection-of-rice-blast-diseases-in-wes-ee976e8b.pdf>
- Surmaini, E. (2011). *Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim*. Diakses dari <https://www.neliti.com/id/publications/30954/upaya-sektor-pertanian-dalam-menghadapi-perubahan-iklim>
- Wang, B.-X., Hof, A. R., & Ma, C.-S. (2022). *Impacts of climate change on crop production, pests and pathogens of wheat and rice*. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 9(1), 4–18. Diakses dari <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2021432>
- Wassmann, R., Jagadish, S. V. K., Heuer, S., Ismail, A., Redona, E., Serraj, R., Singh, R. K., Howell, G., Pathak, H., & Sumfleth, K. (2019). *Climate change affecting rice production: The physiological and agronomic basis for possible adaptation strategies*. *Advances in Agronomy*, 101, 59–122. Diakses dari [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)00802-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)00802-X)
- Widhayasa, B., Triyuliana, D., Marsilah, & Andini, R. (2023). *Ecological engineering-based integrated pest management in rice agroecosystems to increase the role of natural enemies*. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 5(2), 100–108. Diakses dari <https://id.scribd.com/document/670766324/9964-28619-1-PB>
- Yuliani, D., Milati, L. N., & Sudir. (2017). *Dinamika penyakit-penyakit tanaman padi pada waktu tanam berbeda di Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah*. Prosiding Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. <https://repository.pertanian.go.id/items/485ddc97-3778-42e0-8f98-e8614220abb1>
- Yunus, M., & Hadi, B. (2019). *Impact of increasing temperature on the development of major insect pests of rice*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(3), 45–51. Diakses dari <https://www.entomoljournal.com/>