

Review: Perubahan Iklim terhadap Organisme Pengganggu Tanaman

Dita Megasari¹, Moch. Sodik²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, dita.megasari.agrotek@upnjatim.ac.id

²Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, dita.megasari.agrotek@upnjatim.ac.id

Keywords:

Air Humidity,
Climate Change,
Control,
CO₂ Increase,
Pest and Disease

Abstract: *The climate in Indonesia continues to change and is difficult to predict. The delay in the start of the rainy season affects planting time and results in problems with plant-disturbing organisms (OPT), namely frequent outbreaks of pests and diseases. The effect of increasing CO₂ concentrations in the atmosphere is specific to pest species and disease types as well as to the area of pest attack and plant disease intensity. Climate change with rising global temperatures and changes in air humidity also affects the potential for pest attacks and plant diseases. How to overcome these problems can be done by 1) socializing weather forecasts; 2) adjust the cropping pattern; 3) planting superior varieties that are tolerant to salinity, resistant to pests/disease, tolerant to drought/flooding; 4) intensifying weekly OPT monitoring; 5) do crop rotation; 6) develop a climate forecasting model; and 7) implementing integrated pest control.*

Kata Kunci:

Iklim,
Kelembaban Udara,
OPT,
Pengendalian, Peningkatan
CO₂.

Abstrak: Iklim di Indonesia terus mengalami perubahan dan sulit untuk diprediksi. Mundurnya awal musim hujan berpengaruh pada waktu tanam dan berakibat terhadap permasalahan organisme pengganggu tanaman (OPT) yaitu sering terjadinya ledakan hama dan penyakit. Pengaruh peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer bersifat spesifik terhadap spesies hama dan jenis penyakit serta terhadap luas serangan hama dan intensitas penyakit tanaman. Perubahan iklim dengan adanya kenaikan suhu global dan perubahan kelembaban udara juga berpengaruh terhadap potensi serangan hama dan penyakit tanaman. Cara mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan 1) sosialisasi prakiraan cuaca; 2) menyesuaikan pola tanam; 3) menanam varietas unggul toleran salinitas, tahan hama/penyakit, toleran kekeringan/genangan; 4) mengintensifkan monitoring mingguan OPT; 5) melakukan pergiliran tanaman; 6) mengembangkan model peramalan iklim; dan 7) melaksanakan pengendalian hama terpadu.

Article History:

Received : 27-03-2023

Online : 05-04-2023



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



A. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara kepulauan yang dikelilingi oleh laut sangat rentan terhadap perubahan iklim. Pemanasan global ditandai dengan naiknya rata-rata suhu udara yang selanjutnya berdampak pada perubahan cuaca dan iklim. Beberapa tahun terakhir, bumi mengalami kenaikan suhu yang cukup signifikan (1-3 °C) atau yang disebut pemanasan global. Sejak tahun 1992, istilah *global warming* (pemanasan global) dan *climate change* (perubahan iklim) banyak dituliskan di media massa. Pemanasan global banyak disebabkan oleh ulah manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, gas alam) yang melepas CO₂, dan gas-gas lain atau yang dikenal sebagai gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer (Hari, 2019).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) adalah suatu badan dunia yang bertugas memonitor perubahan iklim. IPCC memperkirakan antara tahun 1750 dan 2005 konsentrasi CO₂ di atmosfer meningkat dari sekitar 280 ppm menjadi 379 ppm dan sejak saat itu terus meningkat dengan kecepatan 1,9 ppm per tahun. Dengan demikian pada tahun 2100 nanti suhu global dapat naik antara 1,8-2,9 °C. Gas-gas yang paling berkontribusi terhadap pemanasan global adalah CO₂, CH₄, N₂O, NO₂, CO, PFC dan SF₆. Kontribusi terbesar GRK terhadap pemanasan global adalah CO₂ = 82%, CH₄ = 15% dan gas lainnya. Gas CO₂ adalah salah satu gas yang secara alamiah keluar saat manusia bernapas, hasil pembakaran kayu, batubara, serta asap kendaraan berbahan bakar bensin dan solar (UNDP Indonesia, 2007).

IPCC tahun 2007 melaporkan kecenderungan 10 tahun terakhir (1996-2005), terjadi kenaikan suhu udara dunia rata-rata 0,74 °C ± 0,18 °C dengan kisaran 0,56 °C sampai 0,92 °C. Kecenderungan linier dari kenaikan suhu ini dalam 50 tahun terakhir mencapai 0,13 °C per dekade atau hampir 2 kali lipat dari kecenderungan kenaikan 100 tahun terakhir. Data BMKG menunjukkan bahwa kenaikan suhu permukaan di wilayah Indonesia bagian barat dan tengah rata-rata 0,30 °C per dekade, sedangkan lautan memanaskan 0,20 °C per dekade. Berdasarkan tren kenaikan suhu per dekade (10 tahun) secara nasional cenderung meningkat. Alasannya pada periode 1991-2000 suhu rata-rata di Indonesia 26,6 °C, kemudian pada periode 2001-2010 suhu rata-rata naik menjadi 26,8 °C dan pada periode 2019-2020 naik lagi menjadi 27,1 °C (Arif, 2022).

Perubahan iklim akan berdampak langsung pada serangga baik yang berstatus sebagai hama maupun serangga berguna seperti perubahan pada penyebaran geografis, perkembangan menjadi lebih panjang dan terjadi perubahan interaksi tumbuhan-serangga hama dan serangga yang berguna (Sastrodihardjo, 2003). Akibat pemanasan global juga berpengaruh pada perubahan musim seperti musim hujan mundur, musim hujan lebih pendek, musim hujan dengan curah hujan tinggi, dan lain-lain (Buchori, 2009). Akibatnya sering di sejumlah wilayah Indonesia terjadi peningkatan intensitas kekeringan, banjir dan mundurnya musim tanam. Peningkatan konsentrasi CO₂ ke atmosfer dan mundurnya musim tanam yang berdampak pula terhadap serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT).

Seminar Nasional LPPM UMMAT

Universitas Muhammadiyah Mataram

Mataram, 05 April 2023

ISSN 2964-6871 | Volume 2 April 2023

pp. 780-788

B. METODE

Review ini disusun menggunakan metode deskriptif analitis untuk mendeskripsikan dan menjelaskan mengenai pengaruh iklim terhadap OPT serta mengumpulkan data yang sesuai.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Organisme Pengganggu Tumbuhan

a) Mundurnya Waktu Tanam

Dari waktu ke waktu, iklim di Indonesia terus mengalami perubahan dan sulit ditebak. Perubahan iklim tersebut tidak selamanya bersahabat dengan petani. Ketersediaan air semakin terbatas khususnya pada lahan non irigasi. Demikian pula kandungan unsur hara dalam tanah, komposisinya semakin jauh dari kebutuhan pertumbuhan tanaman. Mundurnya awal musim hujan berakibat pada mundurnya waktu tanam dan berdampak pula terhadap masalah organisme pengganggu tumbuhan (OPT) di Indonesia (Tabel 1) (Hidayatullah & Aulia, 2020).

Berdasarkan pemantauan di lapangan, beberapa kali mundurnya waktu tanam padi menimbulkan adanya serangan OPT utama di sentra tanaman padi seperti penggerek batang, tikus, dan wereng batang coklat (WBC). Di daerah kering OPT utama yang banyak menyerang tanaman padi adalah penyakit blas dan belalang kembara (Susanti et al., 2018). Serangan WBC pada tahun 2009 (Januari-Agustus) seluas 252.247 ha (puso = 2.131 ha), tetapi masih lebih rendah dari pada tahun 2008 (luas 289.045 ha, puso 1.579 ha). Serangan WBC pada tahun 2009 tersebut masih lebih tinggi (tertinggi) daripada rata-rata 5 tahun sebelumnya (2003-2007) yaitu seluas 196.729 ha dan yang mengalami puso 2.124 ha (Dirjen Tanaman Pangan, 2009). Kerugian petani padi yang mengalami puso tahun 2009 seluas 2.131 ha. Jika produktivitas per ha 50 kw gabah kering panen, berarti kehilangan hasil produksi padi $2.131 \times 50 \text{ kw} = 106.550 \text{ kw}$ atau, $106.000 \times \text{Rp. } 25.000,- = \text{Rp. } 2.663.700.000,-$.

Seminar Nasional LPPM UMMAT

Universitas Muhammadiyah Mataram

Mataram, 05 April 2023

ISSN 2964-6871 | Volume 2 April 2023

pp. 780-788

Tabel 1. Kompilasi respon dampak perubahan iklim terhadap tanaman padi di Kabupaten Jember (Sumber: Hidayatullah dan Aulia, 2009).

No	Variabel	Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan	Koordinator Pertanian Wilayah Gumukmas	Gapoktan Desa Kencong	Gapoktan Desa Cakru	Gapoktan Desa Kepanjen	Gapoktan Desa Paseban	Kesimpulan Terdampak
Dampak Perubahan Curah Hujan								
1	Sumberdaya lahan	-	✓	-	-	✓	-	Ya
2	Sumberdaya air	✓	✓	✓	✓	✓	-	Ya
3	Infrastruktur	✓	✓	-	-	-	-	Ya
4	Ancaman bencana	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Ya
5	Produktivitas	✓	-	✓	✓	✓	✓	Ya
6	Luas tanam dan luas panen	✓	-	✓	-	✓	✓	Ya
7	Kualitas hasil	✓	✓	-	✓	-	✓	Ya
8	Indeks pertanaman (IP)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Ya
9	Peningkatan organisme pengganggu tanaman (OPT)	✓	-	✓	✓	✓	✓	Ya
Dampak Perubahan Suhu								
10	Produktivitas akibat kenaikan suhu	-	-	-	-	-	-	Tidak
Dampak Kenaikan Muka Air Laut								
11	Luas areal akibat kenaikan muka air laut	✓	-	-	-	-	✓	Ya
12	Produktivitas akibat kenaikan muka air laut	-	-	-	-	✓	✓	Ya
Variabel Baru								
13	Dampak kenaikan suhu terhadap kualitas hasil	✓	-	-	-	-	-	Ya
14	Dampak kenaikan suhu terhadap organisme pengganggu tanaman (OPT)	✓	-	-	-	-	-	Ya

Keterangan: ✓ = Ada Dampak
- = Tidak Ada Dampak

b) Peningkatan Karbon dioksida (CO₂)

CO₂ merupakan komponen utama fotosintesis tanaman. Peningkatan kadar CO₂ di atmosfer akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis tanaman. Peningkatan CO₂ di atmosfer menyebabkan laju fotosintesis tanaman juga meningkat dan peningkatan laju fotosintesis akan menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan dan biomassa tumbuhan (Stacey & Fellowes, 2002). Peningkatan biomassa pada saat kondisi kadar CO₂ meningkat, menurunkan ± 15-25% kadar nitrogen pada jaringan tanaman, sehingga meningkatkan nisbah C/N serta alokasi karbon untuk sintesis pembentukan senyawa metabolit sekunder (Agrell et al., 2000). Peningkatan nisbah C/N pada jaringan tanaman akan menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi-pertahanan tumbuhan yang berdasarkan pada kandungan nitrogen. Tanaman kapas transgenik yang ditanam pada kadar CO₂ tinggi mengalami penurunan konsentrasi toksin protein Bt.

Serangga penggigit-pengunyah dan larva dari Ordo Lepidoptera umumnya mengkonsumsi daun lebih banyak pada tanaman yang tumbuh dalam lingkungan yang kadar CO₂-nya tinggi (Hunter, 2001; Sastrodihardjo, 2003), ini juga terjadi pada hama penggerek daun (*leaf mining insect*) (Stiling et al., 2003). Meningkatnya laju konsumsi daun oleh serangga pada kondisi CO₂ yang tinggi tidak selalu diikuti oleh kerusakan tanaman yang tinggi pula. Hal ini disebabkan karena terjadinya peningkatan biomassa tanaman pada kondisi peningkatan CO₂, sehingga terjadi kompensasi (Satoto et al., 2018).

Peningkatan konsumsi serangga herbivora pada saat kondisi CO₂ meningkat akan berpengaruh pada tanaman, jika kualitas nutrisi tanaman rendah maka dapat menyebabkan peningkatan mortalitas serangga. Hal ini terjadi pada kupu-kupu *Junonia coenia* yang memakan tumbuhan *Plantago lanceolata* (Hunter, 2001). Meskipun demikian, beberapa jenis serangga dapat mengkompensasi dengan baik penurunan kualitas nutrisi daun.

Djauhari (2009) telah melakukan penelitian pengaruh pemberian CO₂ (200-280 ppm) terhadap penyakit padi belah ketupat (*Magnaporthe oryzae*) dan busuk pelepah padi (*Rhizoctonia solani*) selama 3 musim tanam. Hasil penelitian menunjukkan keparahan penyakit belah ketupat selalu mengikuti peningkatan konsentrasi CO₂. Sebaliknya tingkat keparahan penyakit busuk pelepah padi tidak ada hubungannya dengan kenaikan konsentrasi CO₂. Tetapi secara alami, luas serangan penyakit busuk pelepah padi semakin meningkat sejalan dengan kenaikan CO₂, terutama pada kondisi nitrogen cukup tinggi.

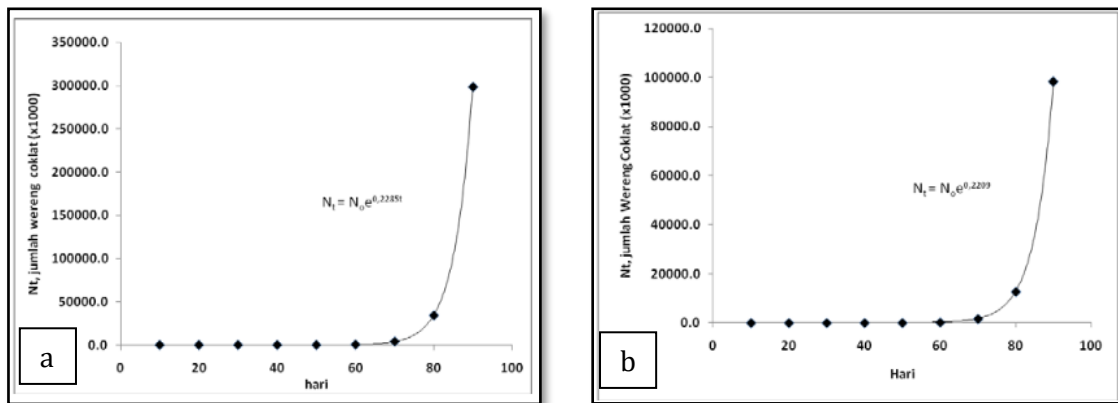
c) Perubahan Suhu dan Kelembaban

Perubahan iklim global di Indonesia dengan tren kenaikan suhu berkisar antara 0,8-1,5 °C/100 tahun. Secara umum, data jangka panjang menunjukkan konsistensi laju peningkatan suhu 0,002 °C/tahun atau 0,02 °C/dekade (10 tahun). Perubahan iklim dan kenaikan suhu berdampak pada perkembangan hama WBC (Arif, 2022). Hasil penelitian Baehaki et al., (2016) menunjukkan bahwa perkembangan WBC di Sukamandi (Jawa Barat), berubah lebih tinggi setelah 30 tahun (2012 dibandingkan tahun 1984). Laju pertumbuhan intrinsik pada padi varietas Pelita I/1 ($r_m = 0,2285/\text{betina}/\text{betina}/\text{hari}$) dengan persamaan eksponensial $N_t = N_0 e^{0,2285t}$ dan pada padi varietas Inpari 13 ($r_m = 0,2209/\text{betina}/\text{betina}/\text{hari}$) dengan persamaan eksponensial $N_t = N_0 e^{0,2209t}$.

Laju pertumbuhan intrinsik, angka kelahiran dari angka kematian WBC pada padi varietas Pelita I/1 tahun 2012 = 2,22, 2,03 dan 1,54 kali lipat lebih tinggi dibandingkan tahun 1984. Laju pertumbuhan intrinsik, angka kelahiran dan angka kematian WBC pada padi varietas Inpari 13, tahun 2012 adalah 2,14, 1,93 dan 1,38 kali lipat lebih tinggi dibandingkan tahun 1984. Indeks kelahiran WBC pada padi varietas Pelita I/1 adalah 1,6235, indeks kematian 0,3104, serta indeks daya bertahan hidup 5,2299 kali lipat dibandingkan 30 tahun (3 dasawarsa) lalu.

Indeks kelahiran WBC pada padi varietas Inpari 13 adalah 1,5617, indeks kematian 0,2652 dan indeks daya bertahan hidup 5,8881 kali lipat dibandingkan 3 dasawarsa yang lalu. Pada padi varietas Pelita I/1, nisbah WBC betina 74% (tahun 2012) dan jantan 26% pada padi varietas Inpari 13, nisbah kelamin betina : jantan (tahun 2012) adalah 70,8% : 29,2% = (2,42 : 1) (Baehaki et al., 2016)(Gambar 1).

Laju pertumbuhan intrinsik dan laju pertumbuhan terbatas WBC tahun 2012, lebih tinggi dibandingkan tahun 1984. Hal ini disebabkan oleh perubahan suhu yang lebih tinggi dibandingkan 3 dasawarsa yang lalu baik suhu saat penelitian maupun kenaikan suhu global. Neraca hidup WBC tahun 2012 lebih tinggi dibandingkan tahun 1984. Suhu tubuh serangga mampu menyesuaikan perubahan suhu udara. Umumnya suhu optimum serangga adalah 28 °C. Hama bubuk beras *Sitophilus oryzae* memiliki suhu optimal 26-29 °C, bila suhu > 35 °C, maka hama ini tidak mampu untuk bertelur (Booroto et al., 2017).



Gambar 1. Laju pertumbuhan wereng coklat tahun 2012 di rumah kaca Sukamandi, (a) Padi varietas Pelita I/1, suhu 24,1-38,6°C, kelembaban 41-99%. (b) Padi varietas Inpari 13, suhu 24,1-38,6°C, kelembaban 41-99% (Sumber: Baehaki et. al., 2016).

d) Kelembaban Udara

Setiap jenis hama dan penyakit dalam kehidupannya memiliki kelembaban udara sesuai yang berbeda-beda. *Thrips tabaci* dapat hidup pada lengas udara (kelembaban) < 50%. Pada saat lengas udara nisbi, 10% kumbang bubuk kacang hijau betina bertelur rata-rata 44 butir, tetapi pada saat lengas nisbi 25% dapat bertelur 50 butir. Dengan adanya kondisi iklim yang sesuai, patogen dapat berkembang dengan cepat. Infeksi penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* sp. tanaman karet akan semakin parah pada curah hujan > 300 mm/bulan dengan kelembaban rata-rata > 80% (Febbiyanti & Fairuzah, 2019).

Hama *Pseudotheraptus wayi* ditemukan pada tahun 2019 menyerang tanaman buah kelapa di provinsi Sulawesi Utara yang menyebabkan gugur buah, bentuk buah tidak normal, serta dapat menurunkan produksi sampai 50%. Kepik *P. wayi* menyerang titik tumbuh, bunga, dan buah kelapa. Perpindahan hama ini diduga karena adanya bantuan angin dan dipicu oleh perubahan suhu. Hama ini hidup polifag, menyerang buah jambu, alpukat, jambu mete, kelapa, dan kelapa sawit (Diyasti & Amalia, 2021).

2. Upaya Penanggulangan Perubahan Iklim terhadap Peningkatan Serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan

Guna mengatasi dampak negatif perubahan iklim terhadap peningkatan serangan organisme pengganggu tumbuhan, perlu dilakukan:

1. Sosialisasi prakiraan cuaca dari BMKG setempat perlu lebih intensif dan cepat dapat diterima oleh masyarakat petani. Dinas terkait juga harus memberikan informasi jenis tanaman apa yang harus ditanam, sehingga terhindar dari bahaya banjir, kekeringan, dan serangan OPT yang berat. Harus tersedia dengan baik yaitu benih, pupuk, dan pestisida yang diperlukan petani.
2. Menyesuaikan pola tanam dengan menerapkan kalender tanam. Kalender tanam dilakukan melalui pengaturan pola tanam (waktu, jenis tanaman, dan sebagainya), mengatur atau melihat pola curah hujan dan ketersediaan air irigasi, serta elastisitas ketersediaan air menurut skenario perubahan iklim (maju, mundur, basah, kering atau normal).
3. Menanam varietas unggul toleran salinitas, tahan hama penyakit, sekaligus rendah emisi gas rumah kaca seperti Ciherang, Way Apoburu, dan Tukad Belian. Padi toleran kekeringan dan tahan hama WBC biotipe 1 dan 2 serta tahan blast yaitu Silugonggo. Kacang tanah toleran kekeringan serta tahan penyakit layu dan karat daun yaitu Singa. Kedelai toleran kekeringan, tahan rebah, dan toleran penyakit karat daun adalah Burangrang. Kacang hijau toleran kekeringan dan tahan penyakit embun adalah Kutilang. Jagung toleran kekeringan dan penyakit bulai adalah Bima 2 dan Bima 3.
4. Mengintensifkan pemantauan (*monitoring*) mingguan serangan OPT utama pada daerah-daerah endemis serta tanaman pertanian, perkebunan, dan kehutanan.
5. Melaksanakan pergiliran tanaman dengan pola padi-padi-palawija atau padi-palawija-padi. Hal ini penting untuk menjaga keseimbangan hara dan kesuburan lahan. Pergiliran tanaman juga penting untuk mengendalikan OPT. Dengan pergiliran tanaman, inang hama/penyakit akan berganti, sehingga akan memutuskan siklus hidup hama/penyakit yang sedang menyerang.
6. Mengembangkan model peramalan iklim yang dikaitkan dengan dinamika serangan OPT. Dengan peramalan iklim yang saat ini hampir mendekati realitanya sangat membantu dalam menentukan jenis tanaman dan varietas tanaman yang akan dibudidayakan pada musim berikutnya. Bila terjadi suatu *out break* (ledakan) OPT sudah dapat dipersiapkan pencegahan dan pengendaliannya dengan baik, sehingga kerugian produksi dapat diminimalisir.

Seminar Nasional LPPM UMMAT

Universitas Muhammadiyah Mataram

Mataram, 05 April 2023

ISSN 2964-6871 | Volume 2 April 2023

pp. 780-788

7. Melaksanakan pengendalian hama terpadu yang terdiri budidaya tanaman sehat, pelestarian dan pemanfaatan musuh alami serta penggunaan pestisida yang selektif baik jenis, dosis, konsentrasi, waktu aplikasi, dan cara penggunaannya. Dengan demikian pencemaran lingkungan dan kematian musuh alami hama/penyakit dapat dihindari.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perubahan iklim berakibat pada mundurnya waktu tanam dan sering terjadi ledakan serangan hama penyakit.
2. Dampak peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer bersifat spesifik spesies hama dan jenis penyakit serta umumnya berpotensi terhadap luas serangan hama dan intensitas penyakit tanaman.
3. Setiap jenis hama dan penyakit tanaman dalam hidupnya menghendaki suhu dan kelembaban udara yang berbeda, sehingga perubahan iklim dengan adanya kenaikan suhu global dan perubahan kelembaban udara juga berpengaruh terhadap hama dan penyakit tanaman.
4. Upaya penanggulangannya adalah 1) sosialisasi prakiraan cuaca; 2) menyesuaikan pola tanam; 3) menanam varietas unggul toleran salinitas, tahan hama/penyakit, toleran kekeringan/genangan; 4) mengintensifkan monitoring mingguan OPT; 5) melakukan pergiliran tanaman; 6) mengembangkan model peramalan iklim; dan 7) melaksanakan pengendalian hama terpadu.

REFERENSI

- Agrell, J., McDonald, E. P., & Lindroth, R. L. (2000). Effects of CO₂ and light on tree phytochemistry and insect performance. *Oikos*, 88(2), 259–272.
- Arif, A. (2022, March 23). Dunia yang memanas dan normal baru gelombang panas. <https://www.kompas.id/baca/humaniora/2022/08/08/dunia-yang-memanas-dan-normal-baru-gelombang-panas>.
- 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 Pertanian Tanaman Pangan*, 35(1), 124–147.
- Booroto, L. A., Goo, N., & Noya, S. H. (2017). Populasi imago *Sitophilus oryzae* L (Coleoptera: Curculionidae) pada beberapa jenis beras asal Desa Waimital Kecamatan Kairatu. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 13(1), 36–41.
- Buchori, D. (2009). Kesiapan Kita Menghadapi Pemanasan Global, Perubahan Iklim dan Keanekaragaman Hayati. *Prosiding Seminar Perubahan Iklim Global, Keanekaragaman Hayati Dan Pengaruhnya Terhadap Perkembangan Hama Dan Penyakit Tanaman*, 28–36.
- Dirjen Tanaman Pangan. (2009, September 8). El-Nino: arti, dampak danantisipasi. *Tabloid Sinar Tani*, 12.
- Diyasti, F., & Amalia, A. W. (2021). Peran perubahan iklim terhadap kemunculan OPT baru. *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 57–69.
- Djauhari, S. (2009). Pemahaman perubahan iklim global dan pengaruhnya terhadap perkembangan patogen penyebab penyakit tanaman. *Prosiding Seminar Perubahan Iklim Global, Keanekaragaman Hayati Dan Pengaruhnya Terhadap Perkembangan Hama Dan Penyakit*

Seminar Nasional LPPM UMMAT

Universitas Muhammadiyah Mataram

Mataram, 05 April 2023

ISSN 2964-6871 | Volume 2 April 2023

pp. 780-788

Tanaman, 5–21.

- Febbiyanti, T. R., & Fairuzah, Z. (2019). Identifikasi penyebab kejadian luar biasa penyakit gugur daun karet di Indonesia. *Jurnal Penelitian Karet*, 193–206.
- Hari, B. S. (2019). *Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*. Penerbit Duta.
- Hidayatullah, M. L., & Aulia, B. U. (2020). Identifikasi dampak perubahan iklim terhadap pertanian tanaman padi di Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), D143–D148.
- Hunter, M. D. (2001). Effects of elevated atmospheric carbon dioxide on insect-plant interactions. *Agricultural and Forest Entomology*, 3(3), 153–159.
- Sastrodihardjo, S. (2003). Pendekatan multidisiplin dalam menghadapi peningkatan interaksi serangga manusia dalam kehidupan masyarakat maju. *Konggres VII PEI Dan Simposium Entomologi 2003*, 1–7.
- Satoto, S., Widyastuti, Y., Susanto, U., & Mejaya, M. J. (2018). Perbedaan hasil padi antarmusim di lahan sawah irigasi. *Iptek Tanaman Pangan*, 8(2), 55–61.
- Stacey, D. A., & Fellowes, M. D. E. (2002). Influence of elevated CO₂ on interspecific interactions at higher trophic levels. *Global Change Biology*, 8(7), 668–678.
- Stiling, P., Moon, D. C., Hunter, M. D., Colson, J., Rossi, A. M., Hymus, G. J., & Drake, B. G. (2003). Elevated CO₂ lowers relative and absolute herbivore density across all species of a scrub-oak forest. *Oecologia*, 134, 82–87.
- Susanti, E., Surmaini, E., & Estiningtyas, W. (2018). Parameter iklim sebagai indikator peringatan dini serangan hama penyakit tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 12(1), 59–70.
- UNDP Indonesia. (2007, March 27). *Sisi lain perubahan iklim, mengapa Indonesia harus beradaptasi untuk melindungi rakyat miskin*. <http://www.undp.or.id>.