

ADAPTASI DAN MITIGASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM SUBSEKTOR HORTIKULTURA

Meningkatnya kekhawatiran akan perubahan iklim akibat pemanasan global yang didorong oleh emisi gas karbondioksida yang dihasilkan dari berbagai sektor, termasuk pertanian. Meskipun secara proporsi emisi gas karbondioksida yang dihasilkan sektor pertanian relatif kecil (8%), dampak yang dirasakan relatif besar.

Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pertanian telah merancang serangkaian program yang mencakup tiga aspek utama yaitu Antisipasi, Mitigasi, dan Adaptasi. Apa saja antisipasi, mitigasi, dan adaptasi yang telah diprogramkan? Baca langsung buku ini. Selamat membaca!

ADAPTASI DAN MITIGASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM SUBSEKTOR HORTIKULTURA

ADAPTASI DAN MITIGASI
DAMPAK
PERUBAHAN IKLIM
SUBSEKTOR
HORTIKULTURA



Kementerian Pertanian Republik Indonesia
Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
2022

ADAPTASI DAN MITIGASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM SUBSEKTOR HORTIKULTURA

Cetakan 1, 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang
©Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, 2022

Tim Penyusun

Pengarah :

Kepala Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian

Penanggung Jawab :

Koordinator Kelompok Penyebaran Teknologi Pertanian

Penulis:

1. Dr. Ir. Retno Sri Hartati Mulyandari, M. Si
2. Dr. Muhammad Agung Sunusi, S. P., M. Si.
3. Ir. Yuliasuti Purwaningsih, M. M.
4. Ir. Aneng Hermami, M. Si
5. Antoni Setiawan, S. P.
6. Armilawaty Razak, S. Kom., M. T. I.
7. Rahmadiani Chynthia Pratiwi, S. I. P.
8. Okky Steviano

Editor :

1. Ifan Muttaqien, S.P.,M.IT
2. Eni Kustanti, S.Pi.,M.I.Kom
3. Shintawati Octaviani, S.Sos
4. Johannes Hutabarat, S.Sos
5. Slamet Sutriswanto, A.Md
6. Ir. Yani Trisnawati

Design dan Layout :

1. Asep Gumelar, A.Md.
2. Heru Tri Handoko

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Sri Hartati Mulyandari - Retno
Adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim
subsektor hortikultura; 1-5; Jakarta
Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Kementerian Pertanian

5 jilid; 21 cm
ISBN 978-602-322-070-0
1. Judul

Diterbitkan oleh:

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jalan Ir. H. Juanda No. 20 Bogor 16122
Telp. +62-251-8321746. Faks. +62-251-8326561

KATA PENGANTAR

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian (PUSTAKA) memiliki tugas dalam penyebarluasan informasi ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian. Upaya penyebarluasan informasi tersebut diantaranya dilakukan melalui penerbitan publikasi pertanian. Salah satu topik yang diangkat dalam penerbitan publikasi pertanian tahun 2022 yaitu terkait dampak perubahan iklim.

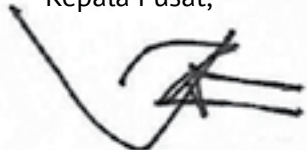
Perubahan iklim merupakan tantangan yang dihadapi sektor pertanian. Hortikultura merupakan salah satu subsektor pertanian sebagai penyedia komoditas pangan juga terdampak oleh perubahan iklim tersebut. Informasi terkait penanganan berbagai dampak perubahan iklim, khususnya pada subsektor hortikultura perlu ditingkatkan publikasinya. Oleh karena itu, PUSTAKA bersama Direktorat Jenderal Hortikultura berkolaborasi untuk mempublikasikan bersama buku terkait dampak perubahan iklim.

Buku “*Adaptasi dan Mitigasi Dampak Perubahan Iklim Subsektor Hortikultura*” sebagai salah satu publikasi yang disusun untuk menyebarkan pengetahuan terkait penanganan dampak perubahan iklim pada subsektor hortikultura. Informasi yang disampaikan dalam buku ini antara lain terkait dengan pemanasan global dan perubahan iklim, dampak perubahan iklim terhadap subsektor hortikultura, strategi dalam rangka adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim di subsektor hortikultura serta teknologi inovatif untuk mendukung adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim.

Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi petugas di lapangan dan petani serta masyarakat luas agar dapat berperan serta dalam melakukan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim untuk mendukung produktivitas komoditas hortikultura. Kami sangat terbuka menerima saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan buku ini selanjutnya.

Bogor, Juni 2022

Kepala Pusat,



Gunawan, S.P., M.Si

SAMBUTAN DIREKTUR JENDERAL HORTIKULTURA

Perubahan iklim menjadi tantangan yang dihadapi oleh pertanian Indonesia saat ini. Dampak perubahan iklim di sektor pertanian berupa peningkatan frekuensi banjir dan kekeringan, peningkatan suhu udara dan permukaan laut, perubahan curah hujan, meningkatnya potensi serangan OPT, dan sebagainya. Selain itu, juga memengaruhi produktivitas dan praktik budidaya yang dilakukan. Oleh karena itu, implementasi manajemen iklim dapat turut mendukung dalam suksesnya budidaya pertanian.

Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian, telah menyiapkan berbagai strategi untuk menghadapi dampak perubahan iklim, antara lain antisipasi, berupa pengkajian terhadap perubahan iklim untuk meminimalkan dampak negatif terhadap sektor pertanian; adaptasi, berupa penyesuaian sistem alam dan sosial untuk menghadapi dampak perubahan iklim; dan mitigasi, yakni usaha dalam mengurangi risiko terhadap peningkatan emisi GRK.

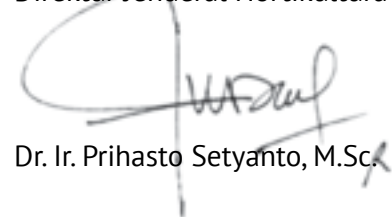
Strategi ini tentunya perlu didukung oleh kombinasi yang baik antara sains, teknologi, dan kearifan lokal sehingga tidak menurunkan produksi pangan. Prediksi terhadap iklim makro maupun mikro serta penentuan jadwal tanam yang tepat juga diperlukan untuk menentukan langkah adaptasi dan mitigasi secara dini dalam penanganan dampak perubahan iklim.

Buku “*Adaptasi dan Mitigasi Dampak Perubahan Iklim Subsektor Hortikultura*” ini menampilkan informasi mengenai tantangan dampak perubahan iklim bagi pertanian Indonesia secara

komprehensif, serta *grand* strategi yang telah, sedang, dan akan dilakukan oleh Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian dalam menjawab tantangan tersebut. Buku ini juga menampilkan teknologi pertanian yang dapat diaplikasikan, termasuk pemanfaatan teknologi informasi 4.0. Semoga buku ini dapat menjadi semangat baru dan acuan bagi para petugas lapangan dan petani untuk bersama-sama menjaga ketahanan pangan dan kelestarian pertanian hortikultura Indonesia.

Jakarta, Juni 2022

Direktur Jenderal Hortikultura



Dr. Ir. Prihasto Setyanto, M.Sc.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
SAMBUTAN DIREKTUR JENDERAL HORTIKULTURA.....	v
DAFTAR ISI	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	7
II. PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM.....	8
2.1. Pengertian Pemanasan Global & Perubahan Iklim.....	8
2.2. Tantangan dan Peluang	16
III. DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP Subsektor HORTIKULTURA	23
3.1. Defisit Ketersediaan Air Tanaman/Drainase Air Buruk	25
3.2. Mempengaruhi Pola Budidaya	26
3.3. Perubahan Curah Hujan.....	26
3.4. Peningkatan Frekuensi Terjadinya Kebanjiran dan Kekeringan	27
3.5. Meningkatnya Potensi Serangan Hama/ Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).....	29
3.6. Berkurangnya Luas Area Tanam.....	32
IV. GRAND STRATEGI ADAPTASI DAN MITIGASI PERUBAHAN IKLIM DALAM PENGEMBANGAN SUBSEKTOR HORTIKULTURA	35
4.1. Pengertian	35

4.2. Grand Strategi Menghadapi Dampak Perubahan Iklim.....	36
4.3. Kebijakan dan Strategi Direktorat Jenderal Hortikultura	38
4.4. Kegiatan Operasional untuk Strategi Antisipasi	45
4.5. Kegiatan Operasional untuk Strategi Adaptasi	46
4.6. Kegiatan Operasional Strategi Mitigasi	67
V. TEKNOLOGI INOVATIF Mendukung Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim.....	77
5.1. Teknologi Inovatif untuk Mendukung Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....	85



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setelah zaman pra-industri, suhu bumi terus mengalami kenaikan yang semakin cepat. Hal ini ditandai oleh kenaikan konsentrasi CO₂ di atmosfer. Saat ini kadar CO₂ di atmosfer sudah mencapai 417 ppm atau 50% lebih tinggi dibanding akhir abad ke-18 ketika era industri dimulai. Peningkatan kadar CO₂ tersebut menyebabkan kenaikan suhu global yang sudah mencapai 0,74° C.

Iklim adalah rata-rata cuaca yang terjadi pada suatu daerah dan di waktu tertentu. Iklim didefinisikan sebagai ukuran rata-rata dan variabilitas kuantitas yang relevan dari variabel tertentu (seperti

temperatur, curah hujan atau angin), pada periode waktu tertentu, yang merentang dari bulanan hingga tahunan atau jutaan tahun.

Iklim berubah secara terus-menerus karena interaksi antara komponen-komponennya dan faktor eksternal, seperti erupsi vulkanik, variasi sinar matahari, dan faktor-faktor yang disebabkan oleh kegiatan manusia, seperti perubahan penggunaan lahan dan penggunaan bahan bakar fosil.

Perubahan iklim merupakan salah satu masalah yang serius pada abad ke-21 ini. Para peneliti dan pemerintah memberikan perhatian khusus terhadap permasalahan ini dalam diskusi *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) yang menyimpulkan bahwa perubahan iklim bukan merupakan proses alami, melainkan merupakan intervensi dari aktivitas manusia di muka bumi.

Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tentang Kerangka Kerja Perubahan Iklim (*United Nations Framework Convention on Climate Change/UNFCCC*) menyebutkan perubahan iklim sebagai perubahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia itu sendiri baik langsung maupun tidak langsung sehingga mengubah komposisi dari atmosfer global dan variabilitas iklim alami pada periode waktu yang dapat diperbandingkan. Komposisi atmosfer global yang dimaksud adalah komposisi material atmosfer bumi berupa Gas Rumah Kaca (GRK) yang terdiri dari Karbon Dioksida (CO_2), Metana (CH_4), Nitrogen (N), dan sebagainya.

Perubahan iklim merupakan salah satu isu yang cukup ramai dibicarakan belakangan ini karena dampaknya sudah dirasakan oleh setiap aspek kehidupan manusia, salah satunya sektor pertanian.

Pada dasarnya, GRK dibutuhkan untuk menjaga suhu bumi tetap stabil. Akan tetapi, konsentrasi GRK yang semakin meningkat membuat lapisan atmosfer semakin tebal. Penebalan lapisan

Berdasarkan pertemuan negara-negara Pihak Konvensi Perubahan Iklim di Paris tahun 2015 (COP 21 UNFCCC) menyepakati persetujuan Paris dengan tujuan yang tercantum pada Pasal 2 ayat (a) menahan kenaikan suhu global dari tingkat suhu era pra-industri di bawah 2°C dan membatasi kenaikan suhu sampai $1,5^\circ\text{C}$ (KLHK, 2019).

Atas hal tersebut pemerintah Indonesia berkomitmen melaksanakan pembangunan rendah emisi GRK dan berketahanan iklim dengan target penurunan emisi GRK pada tahun 2030 sebesar 29% (CMI) dan 41% (CM2) (KLHK, 2016).



atmosfer tersebut menyebabkan jumlah panas bumi yang terperangkap di atmosfer bumi semakin banyak, sehingga mengakibatkan peningkatan suhu bumi, yang disebut dengan pemanasan global.

Pemanasan global harus dihadapi oleh seluruh makhluk yang ada di muka bumi. Tak terkecuali di bidang pertanian. Peningkatan suhu udara dan kenaikan permukaan air laut, peningkatan frekuensi iklim ekstrim berupa banjir dan kekeringan, serta perubahan pola curah hujan dan sifat hujan.



<http://mediaindonesia.com>



<http://tempo.co.id>



<http://mediaindonesia.com>

Dampak cuaca ekstrem. lahan pertanian mengalami kekeringan atau kebanjiran.

Dampak yang sudah dihadapi oleh sektor pertanian adalah meluasnya defisit ketersediaan air tanaman/drainase buruk yang menurunkan luas tanam dan panen, serta meningkatnya potensi serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) dan puso.

Meningkatnya kekhawatiran akan perubahan iklim yang terjadi secara global yang disebabkan oleh pemanasan global yang didorong oleh emisi gas karbondioksida yang dihasilkan dari berbagai sektor termasuk pertanian. Meskipun secara proporsi emisi gas karbondioksida yang dihasilkan sektor pertanian relatif kecil (8%), dampak yang dirasakan relatif besar. Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pertanian telah merancang serangkaian program yang mencakup tiga aspek utama yaitu Antisipasi, Mitigasi, dan Adaptasi (Surmaini & Runtuuwu, 2015).

Antisipasi yang dirancang oleh Kementerian Pertanian untuk menghadapi dampak perubahan iklim akibat pemanasan global di antaranya adalah menggunakan sistem budidaya hortikultura yang ramah lingkungan, dimana sistem ini mengutamakan pentingnya memantau kadar GRK yang dihasilkan oleh penggunaan pupuk kimia. Sistem ini sendiri sudah mulai diterapkan di beberapa daerah di Indonesia (Hortikultura, 2021).

Sedangkan **Mitigasi** adalah segala upaya untuk mengurangi risiko yang akan/berpotensi muncul. Mitigasi dapat dilakukan melalui kegiatan pembangunan secara fisik maupun peningkatan kemampuan dan kesiapan dalam menghadapi risiko yang akan atau berpotensi muncul. Dalam konteks mitigasi terhadap bencana yang disebabkan perubahan iklim untuk subsektor hortikultura diantaranya adalah pengembangan kampung sayuran/pekarangan sayuran, pengembangan kawasan buah tahunan dengan memanfaatkan lahan kritis dan juga tanaman yang dapat menjadi medium penyerapan karbon.

Terakhir program terkait **adaptasi** atas perubahan iklim mencakup beberapa aspek seperti sistem alam dan sosial. Sistem alam dan sosial terdampak baik secara langsung maupun tidak langsung oleh perubahan iklim. Dalam konteks kegiatan adaptasi untuk sektor pertanian dan secara spesifik untuk subsektor hortikultura terdapat beberapa langkah adaptasi seperti penggunaan mulsa, melakukan diversifikasi pangan lokal, dan sebagainya.

Penanganan dampak perubahan iklim oleh Kementerian Pertanian dilandasi oleh:

- 1) Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2010 tentang Hortikultura;
- 2) Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budidaya Pertanian Berkelanjutan (Pasal 48);
- 3) Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional; dan
- 4) Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK.

Sedemikian pentingnya isu perubahan iklim ini tampak dari landasan hukum tersebut. Oleh karena itu, sangatlah penting bagi seorang penyuluh memahami antisipasi, mitigasi, dan inovasi yang adaptif terhadap perubahan iklim.

Menghadapi fakta perubahan iklim dan dampaknya di bidang pertanian khususnya di subsektor hortikultura, diperlukan strategi yang komprehensif dan melibatkan pemangku kepentingan di bidang hortikultura khususnya dan pertanian pada umumnya. Adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim subsektor hortikultura menjadi pilihan untuk penguatan potensi hortikultura di Indonesia. Untuk itu, diperlukan pengayaan literasi bagi petugas lapangan dan petani hortikultura.

1.2. Tujuan

Buku ini ditulis dengan tujuan memberikan pengetahuan kepada petugas lapangan yang bertugas untuk memberikan sosialisasi maupun pelatihan terkait berbagai sebab, dampak, dan langkah penanganan terhadap perubahan iklim pada sektor pertanian, khususnya subsektor hortikultura.

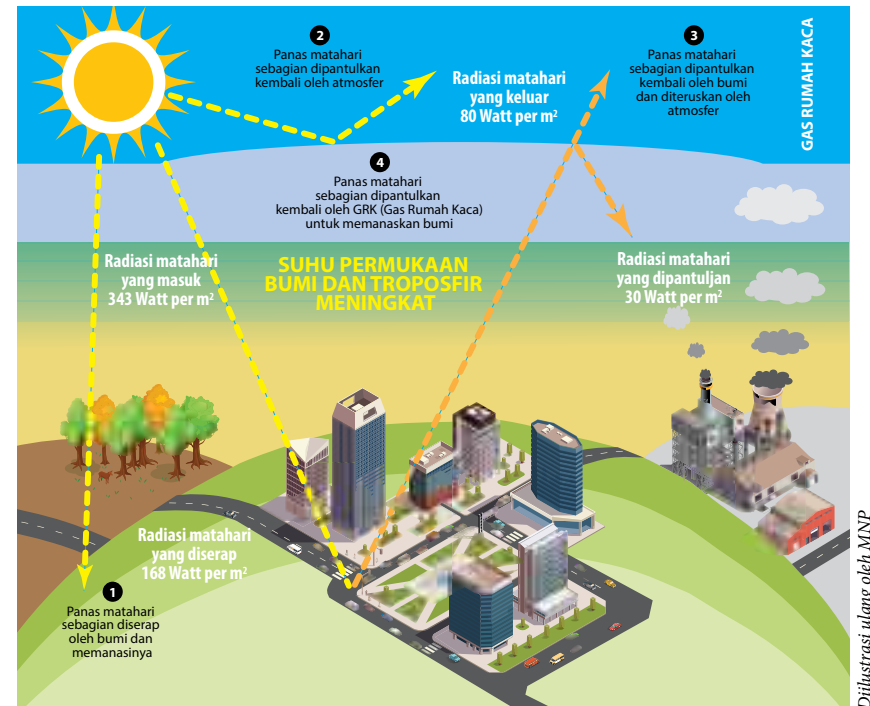
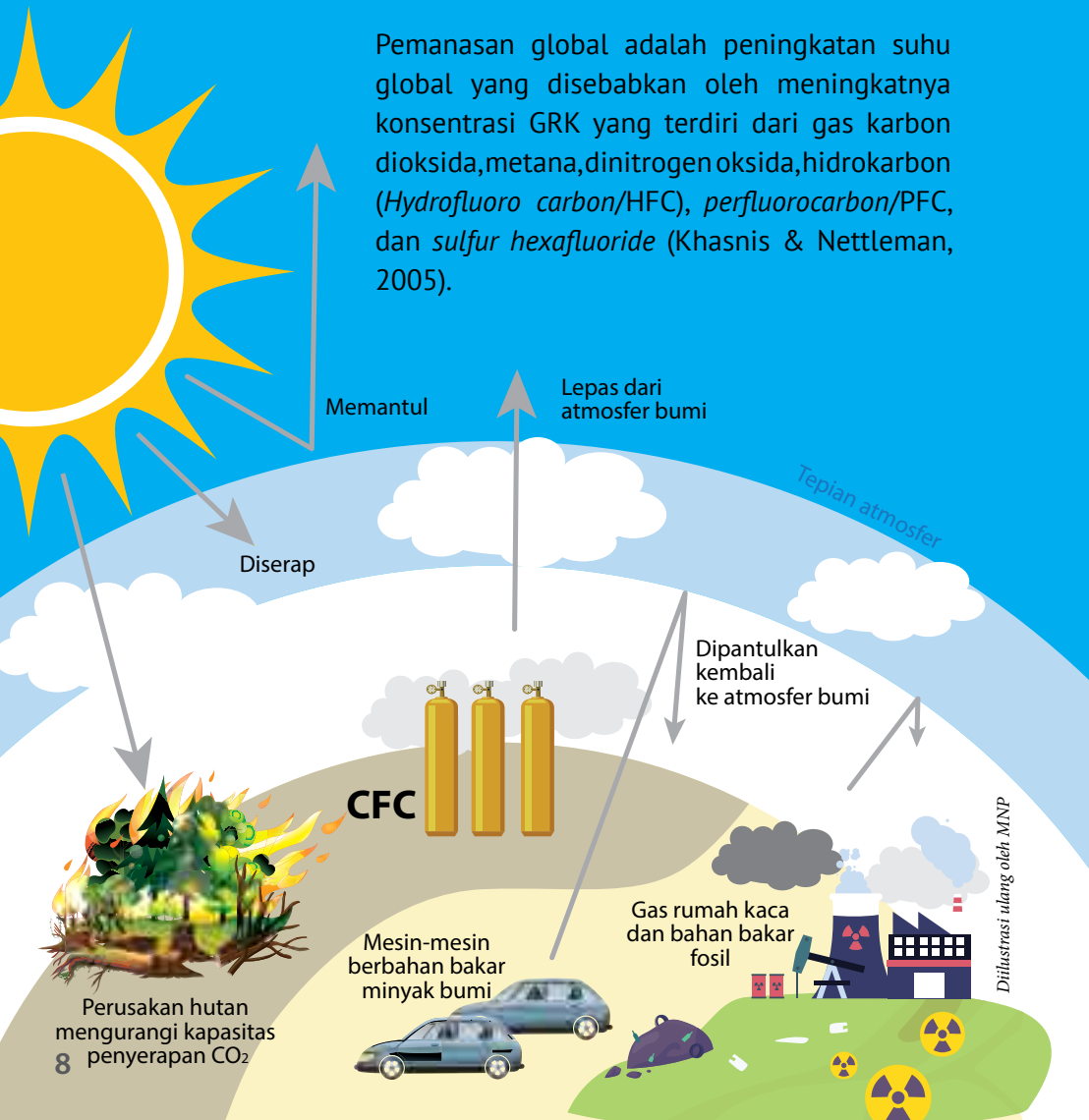
Melalui informasi buku ini diharapkan dapat membantu petugas penyuluhan/pelatihan dalam menyampaikan materi kepada peserta penyuluhan/pelatihan sehingga materi yang disampaikan dapat diterapkan pada lahan pertaniannya masing-masing.

Selain itu, buku ini juga dibuat sebagai wujud nyata kepedulian pemerintah melalui Kementerian Pertanian terhadap perubahan iklim dan dampaknya terhadap pertanian nasional, khususnya untuk subsektor hortikultura. Ada beberapa program yang dirancang oleh Kementerian Pertanian untuk menghadapi berbagai dampak yang muncul dan/atau akan muncul yang disebabkan oleh perubahan iklim akibat pemanasan global (*global warming*) yang mencakup sejumlah aspek utama seperti antisipasi, mitigasi, dan adaptasi.

II. PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

2.1. Pengertian Pemanasan Global & Perubahan Iklim

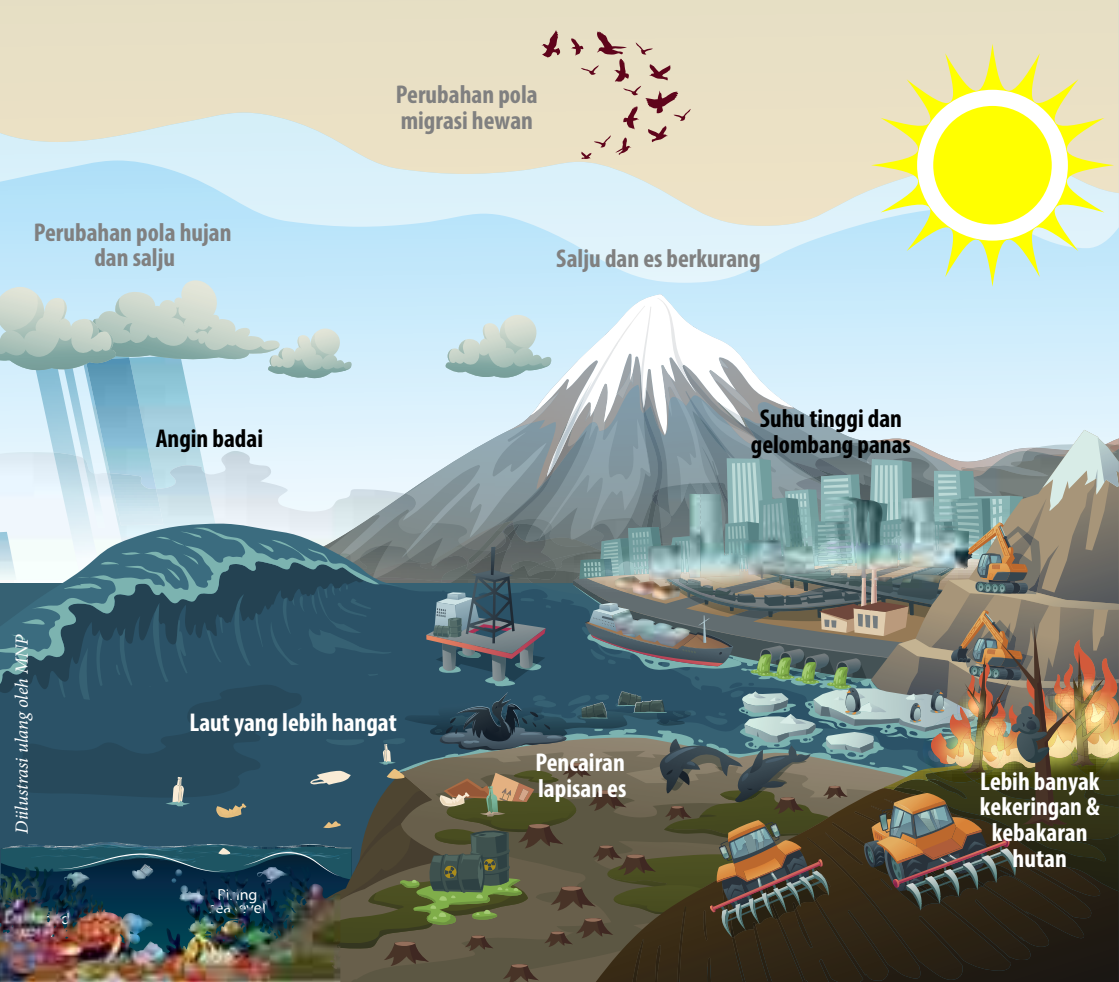
Pemanasan global adalah peningkatan suhu global yang disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi GRK yang terdiri dari gas karbon dioksida, metana, dinitrogen oksida, hidrokarbon (*Hydrofluoro carbon/HFC*), *perfluorocarbon/PFC*, dan *sulfur hexafluoride* (Khasnis & Nettleman, 2005).



Aktivitas produktif manusia ternyata menyumbang peningkatan suhu global

Pemanasan global ditandai oleh adanya peningkatan suhu rata-rata di atmosfer, laut, dan daratan bumi. Suhu rata-rata global pada permukaan bumi telah meningkat $0,74 \pm 0,18$ °C selama 100 tahun terakhir. Panel Antarpemerintah Tentang Perubahan Iklim (*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*) adalah suatu panel ilmiah yang terdiri dari para ilmuwan dari seluruh dunia. Panel ini telah memberikan kesimpulan bahwa sebagian besar peningkatan temperatur rata-rata global sejak pertengahan abad XX kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi GRK yang diakibatkan oleh aktivitas manusia itu sendiri.

GRK terdiri dari uap air, karbon dioksida, dan metana. Gas-gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi yang dipancarkan bumi sehingga panas tersebut akan tersimpan pada permukaan

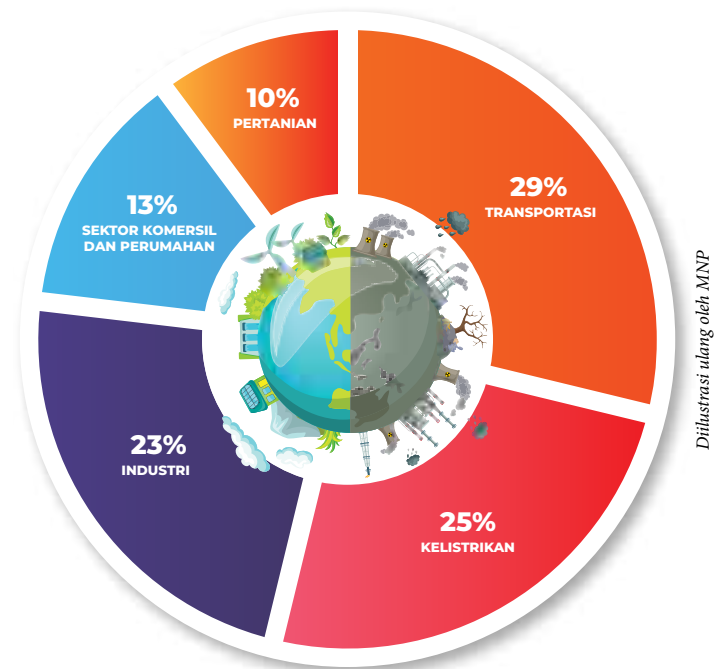


Perubahan lingkungan dan kebiasaan hewan.

bumi. Hal ini akan terjadi berulang-ulang dan mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat.

Peran GRK terhadap pemanasan global sendiri terletak pada sifat molekul-molekul gas tersebut yang mampu menyimpan panas. Dimana seharusnya energi panas dari matahari itu sebagian dilepaskan kembali melalui atmosfer, namun akibat kandungan GRK yang berlebih pada atmosfer dapat menyebabkan panas tersebut terjebak dan menyebabkan temperatur bumi meningkat seiring waktu.

Total Emisi GRK Amerika Tahun 2019



GRK tersebut dihasilkan oleh berbagai sektor mulai dari industri, transportasi, produksi listrik, agrikultur (pertanian & peternakan), komersial, dan pemukiman (EPA, 2022). Beberapa tanda terjadinya pemanasan global yang muncul dalam beberapa dekade terakhir di antaranya adalah (NASA, 2022):

1. Kenaikan suhu global yang dimulai sejak akhir abad ke-19, kini telah mencapai 1 °C. Hal ini didorong oleh peningkatan emisi gas karbondioksida ke atmosfer bumi yang disebabkan oleh aktivitas manusia.
2. Kenaikan suhu lautan yang merupakan dampak dari pemanasan global telah tercatat sejak tahun 1969, kini telah mencapai 0,33 °C.
3. Penyusutan lapisan es yang berada di wilayah Antartika dan Greenland menjadi bukti telah terjadinya pemanasan global.

Greenland mengalami penurunan massa lapisan es yang tercatat rata-rata sebesar 279 miliar ton/tahun antara 1993 hingga 2019. Sedangkan benua Antartika, tercatat kehilangan lapisan es sebesar 148 miliar ton/tahun (NASA, 2022; UCSUSA, 2017). Sedikit tambahan, penurunan massa lapisan es ini tidak hanya terjadi di Antartika dan Greenland, tapi juga terjadi di Arktik.

4. Peningkatan frekuensi terjadinya fenomena ekstrim, seperti peningkatan temperatur udara, banjir, dan kekeringan di berbagai daerah juga menjadi bukti telah terjadinya pemanasan global.
5. Peningkatan ketinggian air laut sudah pasti terjadi akibat lapisan es yang mencair. Ketinggian air laut global tercatat sudah meningkat 20 cm dalam satu abad yang lalu. Laju kenaikan permukaan air laut juga dilaporkan hampir mencapai dua kali lipat selama dua dekade terakhir dan mengalami sedikit kenaikan setiap tahunnya (NASA, 2022). Sebetulnya dampak dari kenaikan permukaan air laut sudah dapat dilihat terjadi di berbagai kota di Indonesia, seperti Jakarta dan berbagai kota lainnya di Indonesia.

Perubahan iklim merupakan suatu fenomena yang tidak dapat dihindari. Proses ini dimulai ketika era industri muncul. Kemajuan industri ternyata mengubah gaya hidup manusia. Dari yang semula bersifat manual, lokal, dan hanya berpengaruh pada lingkup hidup yang kecil, lalu berubah dalam skala besar. Orang tidak cukup jika hanya berjalan kaki. Untuk itu diciptakanlah alat transportasi yang menggunakan tenaga manusia dan hewan. Setelah itu, manusia menciptakan sepeda tak bermesin. Inovasi terus berlanjut sehingga muncul sepeda bermotor yang menggunakan bahan bakar etanol. Seiring dengan laju teknologi industri maka kendaraan berubah menjadi mobil dan industri pun menggunakan mesin-mesin besar yang digerakkan oleh bahan bakar dari fosil.

Perkembangan tersebut diiringi dengan ekspansi manusia dalam penggunaan lahan. Hutan pun secara bertahap beralih fungsi untuk berbagai keperluan manusia, seperti untuk pabrik, perumahan, dan jalan. Hewan liar pun didomestikasi menjadi hewan ternak untuk keperluan industri makanan. Peternakan sapi menjadi faktor utama pengembangan industri susu dan daging. Ekspansi manusia merambah dari dataran rendah sampai ke dataran tinggi. Dampaknya dapat dilihat, gunung banyak yang menjadi gundul dan rawa berubah menjadi pemukiman.

Demikianlah proses pergeseran aktivitas manusia dari waktu ke waktu yang semakin cepat. Manusia tidak lagi cukup pada kebutuhan pokok, tapi sudah sampai kebutuhan artifisial. Sayangnya semua percepatan tersebut tidak menciptakan batas kepuasan manusia. Semua percepatan tersebut meningkatkan penggunaan energi dari bahan bakar yang tidak terbarukan yang memunculkan polusi udara. Udara yang tercemar diperparah oleh berkurangnya hutan yang berfungsi untuk penyerapan polutan.

Adapun definisi perubahan iklim adalah berubahnya kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia (Kementerian Lingkungan Hidup, 2001). Perubahan fisik ini tidak terjadi hanya sesaat tetapi dalam kurun waktu yang panjang.

Perubahan iklim adalah perubahan signifikan kepada iklim, suhu udara dan curah hujan mulai dari dasawarsa sampai jutaan tahun. Perubahan iklim terjadi karena meningkatnya konsentrasi gas karbon dioksida dan gas-gas lainnya di atmosfer yang menyebabkan efek GRK.

Peningkatan konsentrasi GRK tersebut, disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia seperti emisi bahan bakar fosil, perubahan fungsi lahan, limbah dan kegiatan-kegiatan industri.



<https://www.kompas.com>

Es di kutub mencair sehingga menaikkan permukaan laut

Cara mengatasi pemanasan global dapat dilihat dari sumber utamanya, yaitu GRK. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, pemanasan global terjadi akibat konsentrasi GRK yang berlebih pada atmosfer yang disebabkan oleh aktivitas manusia di berbagai sektor. Maka dari itu, langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi pemanasan global di antaranya (Herring, 2021; UN, 2021):

1. Beralih ke sumber energi terbarukan
2. Menggunakan moda transportasi ramah lingkungan dan/atau beralih ke transportasi umum
3. Menghemat penggunaan energi (rumah, kantor, dsb.)

4. Menanam pohon sebagai penyimpan gas karbon alami untuk mengurangi emisi GRK, karena sejatinya pemanasan global disebabkan oleh beberapa faktor dan di antaranya adalah berkurangnya penyerap karbon alami yaitu pepohonan dan tanaman lainnya.
5. Mengonsumsi lebih banyak sayuran, karena produksi gas karbon dari peternakan sumber daging seperti sapi menghasilkan GRK yang besar terutama gas metana yang berasal dari kotoran hewan ternak seperti sapi maupun kambing (BBC, 2019).
6. Mendukung usaha lokal yang mengedepankan praktik usaha yang berkelanjutan dan memperhatikan keadaan lingkungan
7. Memperhatikan dan memberi batas jumlah karbon dioksida yang boleh dihasilkan selama rentang waktu tertentu.
8. Menerapkan *Reduce, Re-use, Repair, Recycle*. Selain berkontribusi untuk memperbaiki lingkungan, ini juga dapat mendukung kegiatan ekonomi sirkular.



<https://blue.kumparan.com>

Pemanfaatan ulang bekas kemasan menjadi benda fungsional yang bernilai ekonomi

Langkah-langkah tersebut di atas telah disosialisasikan dan mulai diterapkan di berbagai negara di dunia termasuk Indonesia.

Selanjutnya perlu dipahami bahwa istilah perubahan iklim/*climate change* dan pemanasan global/*global warming* sering digunakan berdampingan. Akan tetapi, pemanasan global hanya salah satu aspek yang terjadi dalam perubahan iklim. Fenomena lainnya yang tidak lazim terjadi seperti kekeringan panjang, kenaikan permukaan air laut juga termasuk salah satu akibat perubahan iklim (NASA, 2022).

2.2. Tantangan dan Peluang

Setelah membahas mengenai dampak perubahan iklim yang terjadi secara umum, bahasan akan lebih terfokus kepada dampak, tantangan dan peluang yang hadir untuk sektor pertanian, khususnya subsektor hortikultura.

2.2.1. Tantangan

Tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian dari dampak perubahan iklim terbilang cukup sulit. Mengingat beberapa jenis tanaman (terutama pangan) merupakan tanaman semusim yang sensitif terhadap berbagai perubahan. Mulai dari perubahan jumlah air yang mungkin dipengaruhi oleh perubahan pola hujan, terjadinya iklim ekstrim seperti banjir atau kekeringan, dan peningkatan suhu udara dan permukaan air laut (Surmaini & Runtunuwu, 2015)



Banjir ekstrem. Tantangan yang makin sering dihadapi dunia

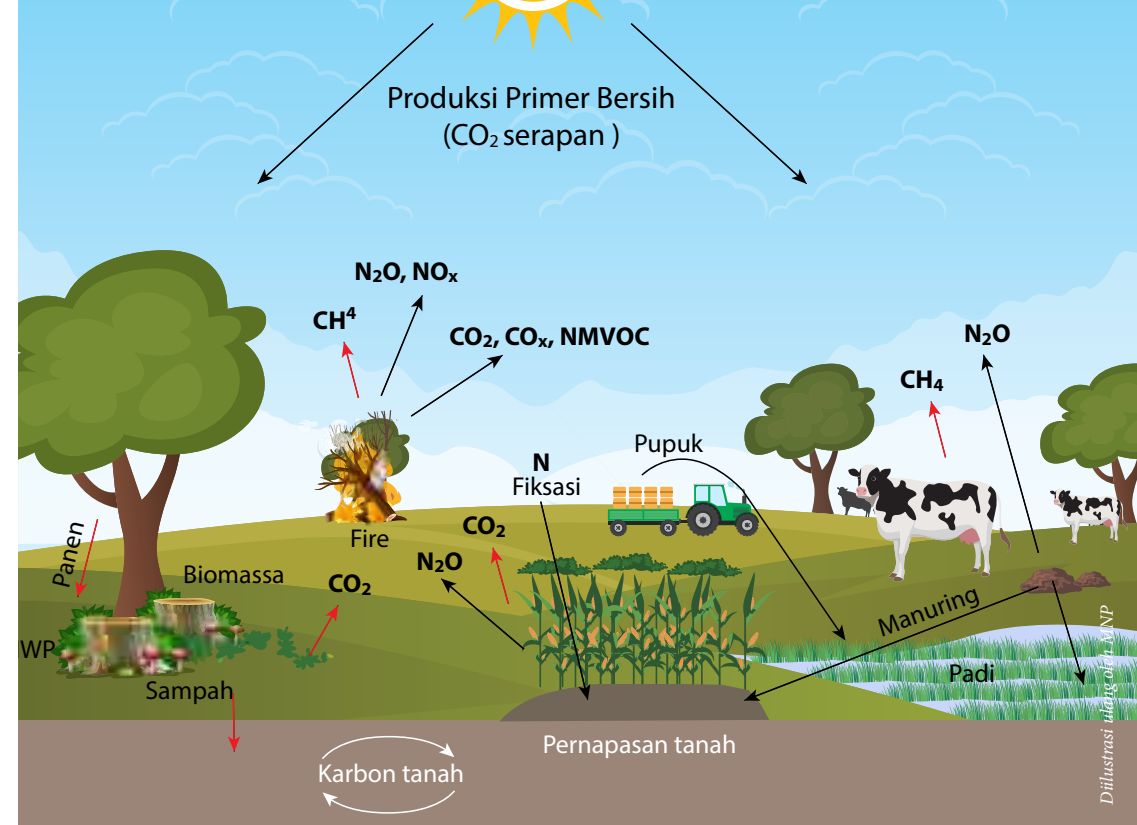
Perubahan pola hujan beserta intensitasnya juga sudah terjadi di berbagai daerah di Indonesia, seperti perubahan awal musim hujan, hingga intensitas curah hujan yang juga berubah. Tercatat ada beberapa daerah yang mengalami perubahan-perubahan terkait iklim hingga mempengaruhi periode masa tanam padi (Media Indonesia, 2018; Surmaini & Runtunuwu, 2015). Hal ini menyebabkan perubahan fase tanam dan produksi.

Tantangan lainnya yang muncul akibat adanya perubahan iklim adalah **kendala distribusi** yang disebabkan oleh kelangkaan bahan pokok akibat panen yang tidak merata di sejumlah daerah (Media Indonesia, 2018).

Seperti yang sudah dipaparkan pada bagian sebelumnya, meningkatnya suhu bumi secara global yang lebih dikenal sebagai pemanasan global/*global warming* akibat meningkatnya emisi GRK yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia. Aktivitas yang dimaksud mencakup penggunaan bahan bakar

fosil untuk kegiatan industri, berikut pula limbah-limbah yang dihasilkan untuk produksi bahan bakar tersebut dan limbah-limbah lainnya secara umum. Tidak hanya itu, aktivitas manusia untuk memproduksi pangan melalui pertanian dan peternakan juga menghasilkan GRK yang sedikit banyaknya berkontribusi terhadap terjadinya pemanasan global.

Pemanasan global yang terjadi akibat aktivitas pertanian sendiri umumnya dihasilkan dari proses pembusukan yang melibatkan mikroba, pembakaran serasah atau sampah tanaman yang mungkin di latar belakang pembersihan lahan. GRK merupakan sebutan untuk kandungan gas yang terdiri dari karbon dioksida, metana, dinitrogen oksida, hidrokarbon (*Hydrofluoro carbon* (HFC), *perfluorocarbon* (PFC), dan *sulfur hexafluoride* yang secara alami terdapat pada lapisan atmosfer. Sifat gas-gas tersebut mampu menyimpan energi panas. Ketika konsentrasi gas tersebut pada atmosfer meningkat melampaui kadar alaminya, dapat menyebabkan meningkatnya temperatur bumi dari tahun ke tahun.



Mata rantai penyumbang peningkatan suhu di bumi



Peningkatan jumlah CO₂ dan GRK lainnya yang terjebak di atmosfer menyebabkan peningkatan suhu di bumi

Hal ini membuat berbagai fenomena alam yang disebabkan oleh perubahan iklim yang dipicu oleh pemanasan global.

Salah satu GRK, yaitu dinitrogen oksida (N₂O), pada sektor pertanian dihasilkan oleh transformasi mikroba pada tanah dan juga kotoran ternak yang disebabkan apabila kadar nitrogen melebihi dari yang dibutuhkan tanaman.

Data di tahun 2019 sektor pertanian menyumbang emisi GRK 6% terhadap emisi GRK nasional. Sumber emisi utama dari sektor pertanian adalah:

- (1) CO₂ dari perubahan penggunaan lahan yang mempunyai cadangan C tinggi;



Kegiatan pertanian juga dapat menyumbang peningkatan GRK

- (2) CO₂ dari lahan gambut;
- (3) CH₄ dari lahan sawah;
- (4) N₂O dari pupuk N dan kotoran ternak;
- (5) CH₄ dari sendawa dan kotoran ternak; dan
- (6) CO₂ bahan organik tanah mineral, CO₂ dari kebakaran gambut (perubahan iklim yakni adaptasi dan mitigasi. (Dr. Ai Dariah, Peneliti Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan)).

Seperti yang diketahui bahwa sektor pertanian berkontribusi sekitar 10% dari total emisi yang dihasilkan oleh aktivitas manusia di samping sektor transportasi, komersial, dan sebagainya. Meskipun bukan penyumbang terbesar dalam hal emisi GRK, dengan kecenderungan perubahan iklim yang terus terjadi mendorong perlunya praktik pertanian yang ramah lingkungan guna menghadapi dan juga mengantisipasi perubahan-perubahan yang terjadi pada sektor pertanian secara umum dan subsektor hortikultura secara khusus.

Tantangan perubahan iklim juga dapat dilihat dari kebijakan anggaran pemerintah. Selama kurun waktu 2018-2020 Kementan telah mengalokasikan secara kumulatif anggaran perubahan iklim sebesar Rp3,42 triliun. Anggaran tersebut ditargetkan untuk mendapatkan 38 output yang terdiri dari 21 output mitigasi, 16 output adaptasi, dan 1 *output co-benefit*. Alokasi mitigasi menempati urutan teratas agar masyarakat lebih siap menghadapi perubahan iklim dan menyelesaikan akar masalah perubahan iklim tersebut.

2.2.2. Peluang

Terdapat pula berbagai peluang untuk menyiasati perubahan iklim yang terjadi dan mempengaruhi sektor pertanian, khususnya subsektor hortikultura. Peluang yang dimaksud seperti peluang untuk melakukan antisipasi, mitigasi, dan juga adaptasi terhadap perubahan iklim tersebut. Sebagai contoh, peluang mitigasi terhadap perubahan iklim yang dimanfaatkan oleh masyarakat di lereng gunung merapi (Sustainable Landscape, 2016). Selain dapat mempersiapkan pertanian dari perubahan iklim, mitigasi ini juga dapat membantu untuk mengurangi kontribusi pertanian tersebut dalam memperparah perubahan iklim dengan memberikan kesadaran akan pentingnya praktik pertanian yang ramah lingkungan guna menekan emisi GRK.

Pemerintah Indonesia ikut dalam Konvensi Perubahan Iklim di Paris tahun 2015 yang menghasilkan dokumen Persetujuan Paris (*Paris Agreement*) yang berisi komitmen untuk menahan kenaikan suhu global di bawah 2° C. Selanjutnya, pemerintah menetapkan komitmen untuk melaksanakan pembangunan rendah emisi GRK dan ketahanan iklim dengan target penurunan emisi GRK pada tahun 2030 sebesar 29% (CMI) dan 41% (CM2) (KLHK, 2016).

Perencanaan pembangunan rendah karbon telah menjadi bagian perencanaan jangka panjang pertanian Indonesia. Melalui pembangunan rendah karbon, total emisi GRK nasional diharapkan dapat diturunkan hingga 43% pada tahun 2030 (Kementerian PPN/ Bappenas, 2019). Target ambisius ini menjadi kesempatan bagi petani untuk mendapatkan insentif melalui program-program yang dicanangkan pemerintah.



III. DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP SUBSEKTOR HORTIKULTURA

Perubahan iklim merupakan masalah serius dan banyak dibicarakan pada abad 21 karena berdampak pada sektor pertanian secara khusus subsektor hortikultura dan akan memengaruhi pola tanam akibat perubahan musim hujan/musim kemarau.

Dampak perubahan iklim yang sangat dirasakan pada tanaman hortikultura yaitu banjir, kekeringan, dan serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), karena dapat mengakibatkan penurunan produksi (kuantitas dan kualitas) atau bahkan kegagalan panen.

Informasi dari negara lain juga menyebutkan bahwa tampilan buah seperti apel, pir, cherry, dan umbi bit mengalami perubahan akibat peningkatan suhu (Chmielewski *et al*, 2004). Hal yang sama juga terjadi pada buah anggur. Peningkatan suhu udara juga berdampak pada kualitas buah di Cina, perubahan pigmen buah di Jepang, serta perubahan kandungan nutrisi buah melon dan stroberi (vitamin C dan kadar gula). Di Indonesia perubahan iklim tampak dari kadar gula buah dan kualitas buah. Saat musim hujan kadar gula lebih rendah, sedangkan pada musim kemarau panjang ukuran buah menjadi lebih kecil.

Perubahan iklim memicu perubahan lingkungan yang menyebabkan berubahnya respon tanaman. Ketika tahun 2014 terjadi fenomena iklim La Nina dengan intensitas sedang, telah menyebabkan penurunan produktivitas tanaman sayuran dan buah-buahan. Produksi buah turun antara 35-75%, sedangkan produksi sayuran turun 20-25%.

Dampak perubahan iklim pada sektor hortikultura dapat menyebabkan:

- 1) Perubahan pola curah hujan dan sifat hujan
- 2) Peningkatan suhu udara dan permukaan air laut
- 3) Peningkatan frekuensi iklim ekstrim, seperti: banjir, kekeringan

Kejadian akibat dampak perubahan iklim berupa:

- meluasnya defisit ketersediaan air tanaman/drainase air buruk.
- perubahan polatanam
- berkurangnya luas tanam dan panen

- meningkatkan potensi serangan OPT dan potensi tanaman rusak bahkan puso.

Berikut adalah beberapa dampak utama perubahan iklim terhadap subsektor hortikultura:

3.1. Defisit Ketersediaan Air Tanaman/Drainase Air Buruk

Akibat kemarau panjang maka ketersediaan air tanaman menurun. Dampak yang terjadi adalah tanaman tidak bertumbuh dengan baik dan bahkan gagal panen. Kemarau yang panjang juga dapat menyebabkan musim tanam mundur, dan walaupun dipaksakan tanam maka kegagalan panen sangat mungkin terjadi. Jika tanaman bertahan hidup maka buah yang dihasilkan juga tidak maksimal mutunya. Sering sekali dijumpai buah berukuran lebih kecil, tidak mulus, dan tentu saja harga jualnya menjadi rendah.

Kebun sayur mengering karena kemarau ekstrim



<https://www.jabar.pojoksatu>

3.2. Memengaruhi Pola Budidaya

Perubahan iklim juga telah memengaruhi pola budidaya dalam hal penentuan awal musim tanam, pemilihan komoditi, dan pemilihan varietas. Dampak dari perubahan iklim adalah meningkatnya kejadian iklim ekstrim, berubahnya pola hujan, bergesernya awal musim, banjir, kekeringan, dan naiknya permukaan air laut. Perubahan itu otomatis merubah pola budidaya pertanian di Indonesia.

3.3. Perubahan Curah Hujan

Iklim tropis Indonesia dan lokasi yang berada diantara dua samudera berperan besar dalam cuaca yang terjadi. Pola hujan Indonesia sendiri secara umum dibagi menjadi dua kategori berdasarkan waktu terjadinya musim hujan dan musim kemarau (Jadmiko, 2021). Curah hujan di wilayah Indonesia secara umum setiap tahunnya berkisar di antara 1.200 – 6.000 mm dengan Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat sebagai daerah dengan curah hujan yang paling rendah dibandingkan dengan wilayah lainnya di Indonesia.

Selain curah hujan, iklim juga memengaruhi suhu/ temperatur suatu wilayah.



Alat pengukur curah hujan untuk antisipasi dampak perubahan iklim

<https://www.kajianpustaka.com>

Wilayah Indonesia sendiri memiliki temperatur yang berkisar di antara 14-36 °C (Jadmiko, 2021) yang umumnya dipengaruhi lokasi dan ketinggian wilayah.

3.4. Peningkatan Frekuensi Terjadinya Kebanjiran dan Kekeringan

Suhu bumi yang tercatat meningkat 1°C dengan laju yang semakin cepat dari dampak peningkatan aktivitas manusia di berbagai sektor mulai dari pertanian hingga transportasi dan kegiatan-kegiatan lainnya. Kadar karbon dioksida (CO₂) yang sudah berada pada kisaran 400 ppm menjadi bukti penyebab terjadinya kenaikan suhu global. Tidak hanya suhu bumi yang semakin meningkat, perubahan iklim juga dapat memengaruhi berbagai siklus alami bumi seperti curah hujan.

Curah hujan yang berlebih ditambah dengan berkurangnya lahan serapan air hujan dapat menyebabkan banjir dan juga

Penjualan sepi. Dampak perubahan iklim pada petani cabai dan bawang merah berdampak pada daya beli masyarakat



<https://www.jabar.pojoksatu.com>

kekeringan. Selain itu, dengan berlangsungnya perubahan iklim, cuaca semakin sulit diprediksi yang kemudian berakhir pada sulitnya bagi petani untuk menentukan musim tanam dan ini dapat mengurangi hasil panen.

Tahun 2020 petani di Indonesia merasakan dampak dari perubahan iklim berupa banjir. Tercatat dari luas tanam aneka cabai tahun 2020 yang seluas 282.892,31 ha, terdapat 655,02 ha yang terkena banjir, dan 98,77 ha terpaksa mengalami puso. Sedangkan petani bawang merah dengan luas tanam 187.919,52 ha, mengalami banjir seluas 1617,9 ha dan 139,3 ha mengalami puso.

Tahun 2021 pada aneka cabai dengan luas tanam 292.236.03 ha terkena banjir 1.825,89 Ha dan mengamali puso 1.125,06 ha, sedangkan pada tanaman bawang merah dengan luas tanam 194.603,93 ha terkena banjir 479,09 ha dan mengalami puso 268 ha.

Selain dampak tingginya curah hujan, petani juga menghadapi musim kemarau panjang yang menyebabkan kekeringan. Tanaman tidak tumbuh maksimal, bahkan mati dan puso.

Kemarau ekstrim membuat petani tomat mengalami gagal panen



3.5. Meningkatnya Potensi Serangan Hama/Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Pemanasan global juga dapat menyebabkan peningkatan intensitas kejadian iklim ekstrim (el-nino dan la-nina) dan ketidakteraturan musim. Selama 30 tahun terakhir terjadi peningkatan suhu global secara cepat dan konsisten sebesar 0,2 °C per dekade, 10 tahun terpanas terjadi pada periode setelah tahun 1990. Pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat rentan terhadap perubahan iklim yang berdampak pada produktivitas tanaman dan pendapatan petani. Dampak tersebut bisa secara langsung maupun tidak langsung terlihat melalui serangan OPT, fluktuasi peningkatan suhu dan kelembapan udara yang mampu menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan OPT merupakan beberapa pengaruh perubahan iklim yang berdampak buruk terhadap pertanian di Indonesia (Iwantoro, 2008).

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) merupakan faktor pembatas produksi tanaman di Indonesia baik tanaman pangan, perkebunan, maupun hortikultura. OPT secara garis besar dibagi menjadi tiga yaitu hama, penyakit dan gulma. Hama menimbulkan gangguan tanaman secara fisik, dapat disebabkan oleh serangga, tungau, vertebrata, moluska. Sedangkan penyakit menimbulkan gangguan fisiologis pada tanaman, disebabkan oleh cendawan, bakteri, fitoplasma, virus, nematoda dan tumbuhan tingkat tinggi. Perkembangan hama dan penyakit sangat dipengaruhi oleh faktor iklim. Pada musim hujan dunia pertanian banyak disibukkan oleh masalah penyakit tanaman, sementara pada musim kemarau banyak masalah hama.

3.5.1. Pengaruh Iklim Terhadap Perkembangan Hama

Pengaruh perubahan iklim terhadap populasi OPT sulit diprediksi, karena adanya keseimbangan antara OPT dengan tanaman

inangnya (*host*) serta musuh alaminya. Namun secara umum, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Tanaman yang mengalami tekanan/*stress* karena perubahan iklim lebih rentan terhadap serangan OPT.
- 2) Serangga hama dan mikroba termofilik (menyukai kondisi panas) lebih diuntungkan dengan makin panjangnya musim panas/kemarau dan meningkatnya temperatur.
- 3) Organisme yang saat ini bukan sebagai OPT suatu saat dapat menjadi OPT.
- 4) OPT dapat berekspansi ke wilayah lain.

Beberapa dampak yang disebabkan oleh perubahan iklim terhadap perkembangan hama tanaman adalah sebagai berikut:

- 1) Terganggunya keseimbangan antara populasi hama, musuh alami dan tanaman inangnya.
- 2) Gangguan sinkronisasi antara tanaman inang dan perkembangan serangga hama terutama pada musim penghujan/dingin, peningkatan temperatur akan lebih mendukung perkembangan serangga hama dan daya hidup serangga hama pada musim dingin/penghujan.
- 3) Meningkatnya kadar CO₂ udara dapat menurunkan kualitas pakan serangga pemakan tumbuhan, sehingga berakibat pada melambatnya perkembangan serangga (Coviella & Trumble, 1999).

3.5.2. Pengaruh Iklim Terhadap Perkembangan Penyakit

Beberapa dampak yang disebabkan karena perubahan iklim terhadap perkembangan penyakit tanaman adalah sebagai berikut.

- 1) Musim panas/kemarau yang lebih panas akan menguntungkan patogen termofilik.
- 2) Akibat peningkatan temperatur, distribusi geografis serangga vektor penyakit tanaman menjadi meluas sehingga memperluas insidensi penyakit.

- 3) Meningkatnya temperatur diketahui telah meningkatkan serangan *Phytophthora cinnamomi*, penyebab penyakit busuk akar dan pangkal batang pada tanaman berdaun lebar dan konifer.
- 4) Kekeringan yang terjadi pada musim kemarau dapat meningkatkan serangan jamur penyebab penyakit yang sangat tergantung tekanan/stres yang dialami inangnya.
- 5) Berkurangnya hari hujan diperkirakan dapat menurunkan serangan patogen yang menyerang daun.
- 6) Peningkatan konsentrasi CO₂ di udara mengakibatkan meningkatnya fekunditas (jumlah sel telur yang dihasilkan seekor hewan betina) dan agresivitas patogen (Coakley *et al.*, 1999).
- 7) Hasil penelitian menunjukkan setiap peningkatan suhu sebesar 1 °C dapat mempercepat terjadinya penyakit hawar daun kentang (4-7 hari lebih cepat).



3.6. Berkurangnya Luas Area Tanam

Perubahan iklim berdampak sangat luas pada kehidupan masyarakat. Kenaikan suhu bumi tidak hanya berdampak pada naiknya temperatur bumi tetapi juga mengubah sistem iklim yang memengaruhi berbagai aspek pada perubahan alam dan kehidupan manusia, seperti kualitas dan kuantitas air, habitat, hutan, kesehatan, lahan pertanian dan ekosistem wilayah pesisir.

Kasus gagal panen akibat kekeringan yang disebabkan oleh perubahan iklim terjadi di berbagai daerah. Di Riau, puluhan hektar gagal panen akibat kekeringan dengan kerugian mencapai puluhan juta rupiah. Petani sayur di wilayah lereng timur Gunung Slamet, Jawa Tengah, juga mengeluhkan peningkatan penyakit tanaman yang disebabkan oleh hama tanaman yang menyerang tanaman mereka.

Tabel 1. Kondisi Iklim Memicu Serangan Hama & Penyakit

NO.	HaMA/PENYAKIT	FAKTOR PEMICU
1	Ulat bawang (<i>Spodoptera exigua</i>)	Pertumbuhan lebih cepat pada RH 85% dibanding RH yang lebih rendah. sumber: https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paper-id=104283#:~:text=exigua%20was%20faster%20at%2085,and%20minimum%20at%2085%25%20RH.
2	Trotol/Bercak ungu (<i>Alternaria porri</i>)	Serangan terjadi pada kisaran suhu 15°C-35°C dan maksimum di suhu 25°C sumber: http://researchjournal.co.in/upload/assignments/7_47-49.pdf

3	Layu fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Bisa hidup pada suhu optimum 28-30°C
4	Mati pucuk (<i>Phytophthora sp.</i>)	Musim hujan yang tinggi
5.	Embun Tepung (<i>Perenospora destructor</i>)	Produksi spora terjadi pada suhu 8-12°C, sedangkan kenaikan spora pada RH 100% dan menurun pada RH 93% Sumber: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30812478/#:~:text=The%20effects%20of%20temperature%20and,high%20humidity%20during%20dark%20periods
6.	Virus Kuning	Terjadi saat suhu meningkat dan kelembaban menurun
7.	Antraknosa (<i>Colletotrichum spp.</i>)	Penyebaran terjadi pada suhu 20-25°C sumber: https://mdpi-res.com/d_attachment/agriculture/agriculture-11-00080/article_deploy/agriculture-11-00080-v2.pdf?version=1611125218
8.	Thrips (<i>Thrips spp.</i>)	Penyebaran meningkat pada suhu 35°C dan RH 54% sumber: https://www.researchgate.net/publication/225875665_Impacts_of_abiotic_factors_on_population_fluctuation_of_insect_fauna_of_Vigna_radiata_and_Tetranychus_urticae_Koch_in_Sindh_Pakistan

9.	Lalat buah (<i>Bactrocera spp.</i>)	<p>Dapat hidup pada suhu 24-33°C</p> <p>Sumber: https://www.researchgate.net/publication/289617719_Effect_of_temperature_on_development_and_survival_of_Bactrocera_correc-ta_Diptera_Tephritidae</p>
----	---------------------------------------	--

Demikian luas dampak perubahan iklim pada hasil produksi pertanian. Kerugian kerap dialami oleh petani. Tidak hanya penurunan hasil produksi, tapi tidak jarang lahan pertanian mereka menjadi puso.

IV. GRAND STRATEGI ADAPTASI DAN MITIGASI PERUBAHAN IKLIM DALAM PENGEMBANGAN SUBSEKTOR HORTIKULTURA



4.1. Pengertian

Grand strategi adalah strategi induk untuk mencapai tujuan. Strategi ini akan dilengkapi dengan strategi turunan dari setiap sektor. Strategi induk berisi perhitungan sumber daya ekonomi dan tenaga manusia. Tujuan grand strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dalam subsektor hortikultura adalah komitmen pada Pembangunan Rendah Karbon.

4.2. Grand Strategi Menghadapi Dampak Perubahan Iklim

Berdasarkan data Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) tahun 2019, kegiatan prioritas pembangunan rendah karbon dalam RPJMN 2020-2024 dapat dijabarkan sebagai pembangunan energi berkelanjutan, pemulihan lahan berkelanjutan, pengelolaan limbah, pengembangan industri hijau dan inisiatif rendah karbon pesisir dan laut. Berikut pembangunan rendah karbon di bidang pertanian.

- 1) Melakukan transisi energi ke sumber energi terbarukan hingga 23% pada tahun 2030 dan 30% pada tahun 2045.
- 2) Meningkatkan efisiensi energi sehingga menurunkan intensitas emisi 3,5% pada tahun 2030 dan 4,5% pada tahun 2045.
- 3) Mengurangi tingkat kehilangan keanekaragaman hayati dan meningkatkan keragaman hayati sesuai target Aichi dan protokol Nagoya.
- 4) Meningkatkan produktivitas lahan sebesar 4% per tahun sehingga pada tahun 2045 produktivitas lahan meningkat 2,3 kali dibanding tahun 2018.

Perubahan iklim setidaknya akan memengaruhi tiga unsur iklim dan komponen alam yang sangat erat kaitannya dengan pertanian, yaitu:

- 1) Naiknya suhu udara yang berdampak pada kelembaban dan dinamika atmosfer,
- 2) Berubahnya pola curah hujan dan meningkatnya intensitas kejadian iklim ekstrim, seperti la nina dan el nino,
- 3) Naiknya permukaan air laut akibat mencairnya gunung es di daerah kutub utara.

Isu dampak perubahan iklim pada sektor pertanian ditindaklanjuti dengan dilakukannya kajian atas dampak yang mengakibatkan penurunan performa produksi pertanian. Selain itu ditindaklanjuti

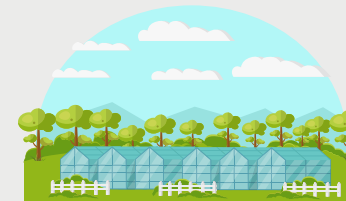
oleh Kementan dan jajaran di bawahnya dengan pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk meningkatkan ketahanan pangan.

Dari hasil SWOT yang telah dilakukan, Kementan telah menyusun strategi antisipasi, mitigasi, dan adaptasi. Program yang dirancang Kementan melalui Direktorat Perlindungan Hortikultura mencakup tiga strategi utama, yaitu:



Antisipasi

Pengkajian terhadap perubahan iklim untuk meminimalkan dampak negatif terhadap sektor pertanian



Adaptasi

Tindakan penyesuaian sistem alam dan sosial untuk menghadapi dampak negatif terhadap perubahan iklim



Mitigasi

Suatu usaha untuk mengurangi risiko terhadap peningkatan emisi GRK

Landasan hukum penanganan dampak perubahan iklim adalah:

1. Undang-Undang Nomor 13 tahun 2010 tentang Hortikultura
2. Undang-Undang Nomor 22 tahun 2019 tentang Sistem Budidaya Pertanian Berkelanjutan (pasal 48)

3. Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 98 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional dan Pengendalian Emisi GRK dalam Pembangunan Nasional

Kerangka besar pembangunan pertanian adalah pertanian yang maju, mandiri, dan modern yang diwujudkan dalam bentuk:

- bertindak cerdas, tepat, dan cepat dalam mencapai kinerja yang baik (MAJU),
- mengoptimalkan sumberdaya yang dimiliki (MANDIRI), dan
- memanfaatkan kekinian teknologi (MODERN).

Untuk mencapai pertanian yang maju, mandiri, dan modern, seluruh Eselon I harus mempunyai **LEGACY** selama bertugas. Semangat tersebut selanjutnya ditularkan ke seluruh insan Kementerian Pertanian RI. Legacy harus menjadi target semua orang di semua tingkat struktural dan fungsional sehingga cita-cita didapatkan pertanian yang maju, mandiri, dan modern dapat tercapai secara berkelanjutan.

4.3. Kebijakan dan Strategi Direktorat Jenderal Hortikultura

Arah kebijakan pembangunan hortikultura 2021-2024 adalah untuk meningkatkan daya saing hortikultura melalui peningkatan produksi, akses pasar, logistik didukung sistem pertanian modern yang ramah lingkungan, serta mendorong peningkatan nilai tambah produk untuk kesejahteraan petani.

Arah ini dicapai melalui 5 cara bertindak (CB) sebagai berikut.

1. Peningkatan kapasitas produksi
2. Diversifikasi pangan lokal
3. Penguatan cadangan dan sistem logistik pangan
4. Pengembangan pertanian modern
5. Gerakan tiga kali ekspor (gratieks)

4.3.1. Kampung Hortikultura untuk Mengurangi Dampak Perubahan Iklim

Implementasi dari 5 cara bertindak di atas pada sektor hortikultura dimulai dengan ditetapkan Strategi Pengembangan Hortikultura tahun 2021-2024 sebagai berikut:

- a. Pengembangan kampung hortikultura (buah, sayur, florikultura, dan tanaman obat).
- b. Penumbuhan UMKM hortikultura (bantuan sarana dan prasarana pascapanen dan pengolahan hortikultura).
- c. Digitalisasi hortikultura melalui pengembangan sistem informasi (SI) *early warning system* (EWS) komoditas strategis, registrasi Kampung Hortikultura, perbenihan hortikultura, gerakan pengendalian (gerdal) hortikultura, digitalisasi standar mutu, satu data hortikultura.

Strategi pengembangan Kampung Hortikultura menuju Kampung Hortikultura skala ekonomi dilaksanakan dengan memberikan bantuan sebagai berikut:

1. Benih bermutu
2. Saprodi (pupuk organik, anorganik, kaptan, dan lain-lain)
3. Pengendali organisme pengganggu tanaman ramah lingkungan
4. Sarana dan prasarana pascapanen, serta pengolahan
5. Registrasi kampung dan sertifikasi produk

Strategi di atas diharapkan menghasilkan:

- 1) Kampung Hortikultura dengan semangat **One Village One Variety**
- 2) Luas lahan 5-10 ha yang merupakan akumulasi dari parsial lahan yang berdekatan yang terhubung dalam satu wilayah.

Untuk keberhasilan pengembangan Kampung Hortikultura telah dikembangkan sistem pengawalan dan pendampingan dari hulu sampai hilir. Selain itu, diberikan fasilitasi akses permodalan (KUR), mekanisasi, pengairan, kelembagaan, dan pemasaran.

Kampung Hortikultura diharapkan menghasilkan kawasan korporasi yang mampu memenuhi kebutuhan produk segar dan olahan dalam negeri, meningkatkan ekspor produk hortikultura, mengembangkan agrowisata dan agroeduwisata, serta mengembangkan UMKM hortikultura.

Keberhasilan Kampung Hortikultura akan meningkatkan kesejahteraan petani di kampung/desa. Sedangkan tujuan dibentuknya Kampung Hortikultura adalah:

1. Mengembangkan kawasan hortikultura yang terkonsentrasi dan berskala ekonomi.
2. Memudahkan kegiatan monitoring, evaluasi, dan untuk menghindari terjadinya duplikasi bantuan.
3. Memberi kesejahteraan pada masyarakat.
4. Mengurangi impor komoditas hortikultura.
5. Memudahkan pelaku usaha hortikultura dalam pemasaran
6. Menghasilkan produk hortikultura segar dan olahan yang berdaya saing.

Untuk keberhasilan pengembangan Kampung Hortikultura maka dikembangkan sinergi pengawalan yang kegiatannya berupa:

1. Pemberian bantuan benih pada kampung hortikultura dilakukan melalui kerjasama dengan Badan Litbang Pertanian melalui BPTP untuk produksi benih unggul hortikultura.
2. Pendampingan dilakukan melalui kerjasama dengan Badan Litbang Pertanian untuk pendampingan dan pengawalan kegiatan.
3. Pelatihan SDM melalui kerjasama dengan BPPSDMP, K/L lainnya untuk pelatihan dan bimtek petani dan petugas terkait teknis budidaya, pascapanen, pengolahan, jaminan mutu produk, dan UMKM hortikultura.
4. Peningkatan nilai tambah dan akses pasar dilaksanakan melalui kerjasama dengan K/L dan *stakeholder* terkait untuk pembentukan UMKM hortikultura, keberlanjutan usaha dan

peningkatan akses pasar produk hortikultura baik segar maupun olahan.



Kampung hortikultura sumber kesejahteraan petani

Untuk meminimalkan kegagalan pengembangan Kampung Hortikultura maka diberi rambu berupa syarat kesertaan sebagai berikut:

1. Kesesuaian agroekosistem terhadap komoditas yang akan dikembangkan.
2. Semangat dari masyarakat desa/kampungnya akan dijadikan Kampung Hortikultura.
3. Komitmen Pemerintah Daerah dalam pengawalan dan pendampingan kegiatan Kampung Hortikultura.
4. Kampung Hortikultura terbangun dalam satu kesatuan administrasi desa.

Pelaksanaan pengembangan Kampung Hortikultura tahun 2021 telah menghasilkan 1.335 kampung yang terdiri dari:

Kelompok I: 475 Kampung Hortikultura

1. Pisang: 56 kampung
2. Kelengkeng: 120 kampung
3. Bawang merah: 199 kampung
4. Bawang putih: 100 kampung

Kelompok II: 441 Kampung Hortikultura

1. Mangga: 65 kampung
2. Alpukat: 159 kampung
3. Cabai besar: 124 kampung
4. Cabai rawit: 78 kampung
5. Aneka cabai: 15 kampung

Kelompok III: 333 Kampung Hortikultura

1. Manggis: 40 kampung
2. Jeruk: 52 kampung
3. Durian: 197 kampung
4. Sayuran daun: 26 kampung
5. Kentang: 18 kampung

Kelompok IV: 86 Kampung Hortikultura

1. Buah naga: 2 kampung
2. Flori: 20 kampung
3. Tanaman obat: 61 kampung
4. Bawang bombai: 3 kampung

Kampung hortikultura yang jumlahnya 1.335 kampung tersebut memiliki potensi produksi per musim sebagai berikut:

Tabel 2. Potensi Produksi Kampung Hortikultura Per Musim

No	Komoditas	Satuan	2020	2021
1	Bawang Daun	Kuintal/Hektar	5.797.477,81	6.278.531,14
2	Bawang Merah	Kuintal/Hektar	18.154.453,36	20.045.903,81
3	Bawang Putih	Kuintal/Hektar	818.045,99	450.915,73
4	Cabai Besar	Kuintal/Hektar	12.641.895,91	13.605.711,18
5	Cabai Rawit	Kuintal/Hektar	15.084.041,66	13.864.469,14
6	Kentang	Kuintal/Hektar	12.827.677,56	13.610.639,98
7	Lengkeng	Kuintal/Pohon	-	903.775,82
8	Pisang	Kuintal/Rumpun	81.827.560,51	87.411.467,01
9	Mangga	Kuintal/Pohon	28.985.881,34	28.354.423,42
10	Alpukat	Kuintal/Pohon	6.090.489,85	6.692.604,56
11	Jeruk	Kuintal/Pohon	27.229.518,36	25.481.068,74
12	Durian	Kuintal/Pohon	11.331.948,50	13.530.370,07
13	Naga	Kuintal/Rumpun	-	4.840.830,28

Berdasarkan data pada tabel di atas maka potensi luas lahan yang digunakan untuk Kampung Hortikultura adalah 6.675 ha (5 ha/kampung) sampai 13.350 ha (10 ha/kampung). Potensi produksi per musim panen sekitar 98.790 ton sampai 197.580 ton dan 1,248 juta sampai 2,496 juta bunga potong (kampung flori). Sedangkan potensi nilai hasil produknya adalah 1,35 T-2,7 T per musim panen.

4.3.2. Kebijakan Operasional Perlindungan Hortikultura

Perlindungan tanaman berdasarkan pada pendekatan sistem Pengendali Hama Terpadu (preventif dan kuratif) merupakan gerakan pengendalian OPT, penerapan PHT (PPHT), penguatan kelembagaan – klinik PHT, dan penanganan dampak perubahan iklim (DPI). Peran perlindungan hortikultura adalah sebagai berikut.

- 1) Pengamanan produksi dari OPT dan dampak perubahan iklim (DPI);
- 2) Memperkuat ketahanan pangan dengan peningkatan mutu yang baik dan berdaya saing (aman konsumsi) bagi konsumen domestik dan luar negeri, dan dalam rangka menghadapi pasar global (SPS-WTO);
- 3) Pemberdayaan petani yang mandiri dalam penguasaan dan penerapan teknologi PHT;
- 4) Mendukung akselerasi ekspor produk hortikultura.

Untuk kesuksesan pengembangan Kampung Hortikultura maka dikembangkan kegiatan pendukung berupa gerakan pengendalian (gerdal) OPT hortikultura yang bertujuan untuk:

- 1) Sosialisasi pengelolaan OPT ramah lingkungan;
- 2) Pengendalian secara pre-emptif (pencegahan) dan kuratif (telah terjadi serangan);
- 3) Dilakukan serempak dalam wilayah yang luas;
- 4) Berkesinambungan;
- 5) Penyediaan bahan pengendali OPT secara mandiri; dan
- 6) Pengendalian OPT sesuai prinsip PHT.

Pelaksanaan PPHT bertujuan untuk:

1. Meningkatkan pengetahuan, kemampuan dan keahlian petani/kelompok tani dalam menganalisa data dan informasi agroekosistem.
2. Meningkatkan kemampuan petani dalam pengambilan keputusan tindakan pengendalian OPT berdasarkan hasil pengamatan rutin.
3. Memasyarakatkan dan melembagakan penerapan PHT dalam pengelolaan OPT sesuai dengan prinsip-prinsip PHT.

Sasaran dari PPHT adalah terlaksananya kegiatan penerapan PHT di sentra produksi hortikultura/kampung hortikultura dan

terlaksananya metode pembelajaran petani dengan pendekatan pendidikan orang dewasa (andragogi).

Metode pelaksanaan PPHT sebagai berikut.

1. persiapan dan koordinasi: pertemuan sebanyak 10 kali yang terdiri dari:
 - 1 kali pertemuan koordinasi
 - 8 kali pertemuan pembelajaran
 - 1 kali pertemuan lapang.
2. fasilitasi pelaksanaan penerapan PHT: bantuan sarana produksi budidaya dan sarana bahan pengendali OPT ramah lingkungan.
3. pendampingan dan pengawalan: Petugas Perlindungan/Pemandu Lapang/POPT

Lembaga yang terlibat dalam kegiatan perlindungan hortikultura adalah:

- 1) UPTD BTPPH: 32 provinsi
- 2) LPHP/LAH: 108 unit
- 3) Klinik PHT: 31 unit
- 4) POPT: 3.902 PNS/THL.

4.4. Kegiatan Operasional untuk Strategi Antisipasi

Strategi antisipasi ditujukan untuk menyiapkan strategi mitigasi dan adaptasi berdasarkan kajian dampak perubahan iklim terhadap:

- a) Sumberdaya pertanian seperti pola curah hujan dan musim (aspek klimatologis), sistem hidrologi dan sumberdaya air (aspek hidrologis), keragaan dan penciptaan luas lahan pertanian di sekitar pantai;
- b) Infrastruktur/sarana dan prasarana pertanian, terutama sistem irigasi dan waduk;

- c) Sistem usahatani dan agribisnis, pola tanam, produktivitas, pergeseran jenis dan varietas dominan, produksi;
- d) Aspek sosial, ekonomi, dan budaya.

Berdasarkan kajian tersebut ditetapkan strategi yang harus ditempuh dalam upaya:

- a) Mengurangi laju perubahan iklim (mitigasi) melalui penyesuaian dan perbaikan aktivitas/praktik dan teknologi pertanian.
- b) Mengurangi dampak perubahan iklim terhadap sistem dan produksi pertanian melalui penyesuaian dan perbaikan infrastruktur (sarana dan prasarana) pertanian dan teknologi pertanian (adaptasi).

Dengan demikian strategi antisipasi adalah pengkajian terhadap perubahan iklim untuk meminimalkan dampak negatif terhadap sektor pertanian.

Sesuai dengan protokol Kiyoto, Indonesia harus senantiasa berupaya mengurangi GRK, antara lain melalui:

- a) *Clean development mechanism*
- b) Perdagangan karbon melalui pengembangan teknologi budidaya yang mampu menekan GRK.
- c) Penerapan teknologi budidaya seperti penanaman varietas dan pengelolaan lahan dan air dengan tingkat emisi GRK yang lebih rendah.

4. 5. Kegiatan Operasional untuk Strategi Adaptasi

Strategi adaptasi berupa pengembangan berbagai upaya adaptif dengan situasi yang terjadi akibat dampak perubahan iklim yang terhadap sumberdaya infrastruktur dan lain-lain melalui:

- a) Reinvestasi dan redelineasi potensi dan karakterisasi sumberdaya lahan dan air.
- b) Penyesuaian dan pengembangan infrastruktur terutama irigasi sesuai dengan perubahan sistem hidrologi dan potensi sumber daya air.
- c) Tindakan penyesuaian sistem alam dan sosial untuk menghadapi dampak negatif terhadap perubahan iklim. Penyesuaian sistem usahatani dan agribisnis, terutama pola tanam, varietas dan pengolahan tanah.

Dengan demikian langkah adaptasi merupakan suatu tindakan penyesuaian sistem alam dan sosial untuk menghadapi dampak negatif terhadap perubahan iklim.

Beberapa langkah adaptasi yang telah dilakukan oleh Direktorat Jenderal Hortikultura dalam rangka adaptasi subsektor hortikultura sebagai berikut.

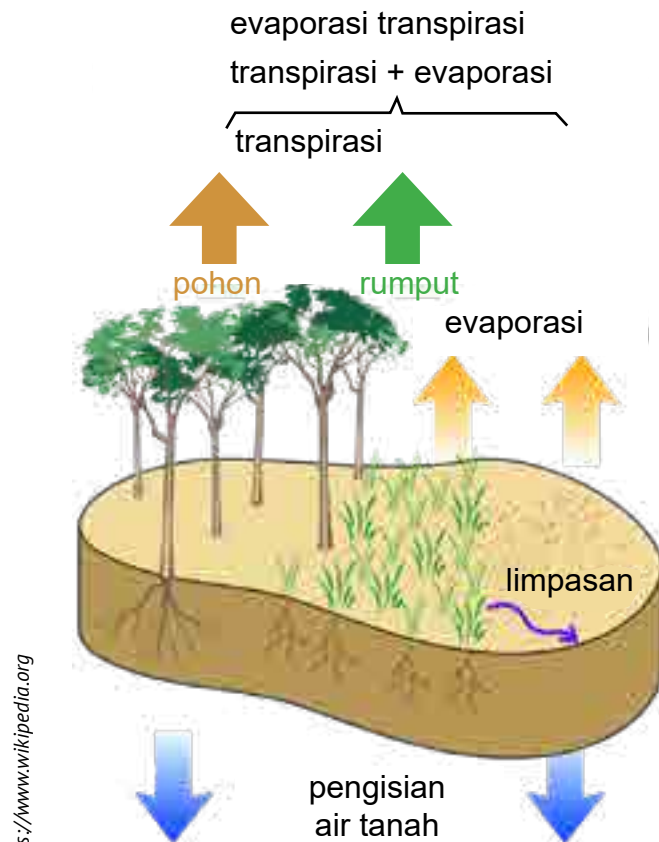
4.5.1. Penggunaan Mulsa

Penggunaan mulsa di sektor budidaya hortikultura sudah dilakukan sejak tahun 2019-2021 dan terus dilakukan dirancang sesuai rencana strategis. Tujuan penggunaan mulsa adalah:

- a) menjaga kelembapan tanah
- b) mengurangi evapotranspirasi
- c) menekan perkembangan gulma
- d) mengurangi kehilangan pupuk akibat penguapan
- e) menekan perkembangan OPT
- f) memperbanyak intensitas matahari
- g) mengurangi aliran air di permukaan tanaman
- h) melindungi tanah dari erosi
- i) menjaga struktur tanah agar tetap baik
- j) menjaga kelembapan tanah

Manfaat penggunaan mulsa dalam budidaya tanaman hortikultura adalah mencegah perubahan suhu tanah yang besar dan bisa berbahaya bagi tanaman. Di iklim hangat, mulsa menjaga tanah agar tidak menjadi panas, dan dehidrasi atau kebarakaran tanaman. Di iklim dingin, mulsa membuat tanah lebih hangat, dan mencegah tanah membeku atau setidaknya mencegah membeku terlalu dalam.

4.5.2. Diversifikasi Pangan Lokal



Mulsa di permukaan dapat mencegah perubahan suhu

Diversifikasi atau penganekaragaman adalah suatu cara mengadakan lebih dari satu jenis barang/komoditi yang dikonsumsi. Di bidang pangan, diversifikasi memiliki dua makna, yaitu diversifikasi tanaman pangan dan diversifikasi konsumsi pangan. Kedua bentuk diversifikasi tersebut masih berkaitan dengan teknis pengaturan pola bercocok tanam, maka diversifikasi konsumsi pangan akan mengatur dan mengelola pola konsumsi masyarakat dalam rangka mencukupi kebutuhan pangan.

Pemanasan global merupakan suatu keniscayaan, sehingga tidak dapat dihindari dan harus dihadapi. Oleh karena itu harus mempersiapkan diri dengan sebaik-baiknya. Indonesia perlu menyiapkan dengan sungguh-sungguh untuk menghadapi perubahan iklim global terutama dalam menyediakan pangan berupa kebutuhan karbohidrat.

Tanaman pisang merupakan tanaman keempat terpenting di negara berkembang, setelah beras, gandum dan jagung. Pada tahun 2019, nilai produksi pisang dunia mencapai 117 juta ton. Sedangkan produksi pisang Indonesia pada tahun 2020 mencapai 8.182.756 ton. Dari segi nutrisi, pisang merupakan salah satu komoditas yang berpeluang sangat tinggi untuk diversifikasi bahan pangan pokok di Indonesia.

Tingkat produktivitas pisang juga sangat tinggi dibandingkan dengan sumber karbohidrat yang lain. Beberapa pisang yang unggul dapat mencapai 30-40 ton/ha/tahun. Apabila dikonversi dengan jumlah karbohidrat dengan asumsi kandungan patinya 25% maka pisang unggul dapat memproduksi 7,5-10 ton/ha/tahun.

Pisang memiliki daya adaptasi luas dan secara teknis dapat tumbuh baik pada lahan kering atau daerah dengan curah hujan rendah. Akan tetapi produksi pisang turun-naik, sering terjadi penurunan produksi pisang. Permasalahan utama dalam penurunan

produksi pisang di Indonesia adalah tingginya serangan penyakit serta budidaya pisang belum diterapkan dengan baik, seperti belum digunakannya benih yang sehat dan bermutu, belum diterapkannya sistem produksi untuk menghasilkan buah bermutu, belum terbiasanya petani memastikan produksi yang aman bagi konsumen, serta belum diterapkannya sistem pertanian yang juga menjaga kelestarian lingkungan.

Untuk meningkatkan produksi pisang yang bermutu Direktorat Jenderal (Ditjen) Hortukultura telah melakukan pengembangan kawasan Kampung Pisang, baik secara intensifikasi maupun ekstensifikasi pada tahun 2019 seluas 1.282 ha, tahun 2020 seluas 1.500 ha, tahun 2021 seluas 550 ha dan tahun 2022 diusulkan 1.200 ha dengan nilai anggaran sebesar Rp32.831.500.000 (Tabel 2). Jumlah Kampung Pisang sampai tahun 2021 sebanyak 56 kampung.

Tabel 3. Luasan Pengembangan Kawasan Pisang

No	Tahun	Luas (Ha)
1	2019	1.282
2	2020	1.500
3	2021	550
4	2022	1.200
	Total	4.852

4.5.3. Pemanfaatan Teknologi Informasi Iklim

Menghadapi perubahan iklim maka petani harus melakukan adaptasi melalui pemanfaatan teknologi. Pemanfaatan informasi iklim dari lembaga resmi pemerintah seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menjadi hal penting.

Secara rutin BMKG memberikan kajian dan perkiraan cuaca dan iklim, seperti histori kejadian El Nino yang disebarluarkan

ke masyarakat melalui seminar, media utama, media sosial, dan sebagainya yang dimaksudkan untuk memberi informasi seluas-luasnya kepada masyarakat, khususnya petani. Salah satu informasi untuk membuat masyarakat memahami adanya perubahan iklim yang harus disikapi adalah analisa peningkatan kejadian El Nino. Peningkatan kejadian El Nino pada kurun waktu 1981-2016 sebanyak 2-3 tahun sekali, padahal kurun waktu 1950-1980 terjadinya setiap 5-7 tahun sekali. Saat ini, keadaannya tidak lebih baik karena El Nino dan La Nina bisa terjadi 1-2 tahun sekali.

Fenomena El Nino setidaknya dapat menjelaskan sekitar 70% dari faktor yang memengaruhi produksi pertanian dalam hal perubahan iklim, sisanya dipengaruhi oleh faktor iklim lainnya.

Informasi yang presisi mengenai iklim sangat penting dan bermanfaat bagi sektor pertanian di antaranya untuk:

- a) Perencanaan budidaya tanaman melalui pengaturan pola tanam sesuai dengan ketersediaan air, memilih komoditas dan varietas sesuai dengan prediksi iklim, upaya adaptasi lebih fokus dan tepat lokasi, serta menekan kehilangan hasil akibat kekeringan atau serangan OPT.
- b) Penentuan musim/ jadwal tanam dan jenis tanaman/ varietas yang sesuai, misal varietas yang tahap kering.
- c) Waspada terhadap Dampak Perubahan Iklim (DPI) berupa banjir, kekeringan, dan serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT)
- d) Penggunaan teknologi tepat guna untuk adaptasi.

Salah satu upaya untuk mengantisipasi dampak El Nino adalah dengan menanam varietas tanaman yang adaptif terhadap kekeringan. Peran pemulia tanaman dan perusahaan perbenihan sangat penting untuk memberikan akses terhadap benih unggul yang adaptif terhadap kekeringan kepada petani. Beberapa contoh varietas yang tahan terhadap kekeringan saat ini sudah

ada, misalnya cabai besar Baja MK, cabai keriting Laba F1, dan bawang merah Sanren.

Informasi tentang iklim dapat diakses masyarakat secara bebas melalui situs www.bmkg.go.id dan www.balitklimat.litbang.pertanian.go.id. Selain itu, akses terhadap informasi perubahan iklim juga dapat diakses melalui aplikasi pengolahan dan pemantauan DPI Hortikultura. Sistem ini beroperasi secara online yang dapat menerima laporan dan mengelolanya secara elektronik. Aplikasi ini dapat diunduh melalui: www.horti.pertanian.go.id.

Aplikasi pengolahan dan pemantauan DPI berisi fitur-fitur sebagai berikut.

- a) Basis data kebanjiran dan kekeringan
- b) *Early warning system* DPI pada hortikultura
- c) Laporan rutin kebanjiran dan kekeringan provinsi/ daerah
- d) Pemetaan wilayah rawan banjir dan kekeringan
- e) Visualisasi dan bahan informasi data DPI dan iklim di Indonesia
- f) Sinkronisasi data iklim, DPI, dan OPT pada Hortikultura.

Untuk lebih jelas perihal pemanfaatan informasi iklim, berikut ini contoh implementasi pemanfaatan informasi iklim di Kabupaten Brebes dan Garut. Pola curah hujan di Brebes dimulai awal Oktober. Sedangkan Garut memiliki pola curah hujan Monsunal yang artinya memiliki satu kali periode basah dan satu kali periode kering dengan perbedaan curah hujan yang jelas antara kedua periode tersebut. Bulan terbasah umumnya Januari sampai Maret, dan bulan terkeringnya Juli.

Kedua daerah tersebut memiliki pola tanam yang berbeda. Di kabupaten Garut informasi iklim berguna untuk penentuan pola tanam di lahan tadah hujan dan lahan kering.



https://www.langkung.com

Aplikasi pengolahan dan pemantauan DPI mengurangi risiko pertanian

Tabel 4. Pola Budidaya Berdasarkan Adaptasi Informasi Iklim di Kabupaten Garut

Bulan	Komoditas
Lahan Tadah Hujan	
Januari-Awal Februari	Padi
Awal Februari-Awal April	Bawang Merah
Awal April-Awal Juni	Bawang Merah
Awal Juni-Awal Oktober	Palawija Atau Bera
Awal Oktober-Awal Desember	Padi
Lahan Kering	
Jan-Awal Februari	Padi
Awal Februari-Awal Juni	Padi/Palawija
Awal Juni-Awal Agustus	Bawang Merah
Awal Agustus Awal Oktober	Bera
Awal Oktober-Desember	Padi

4.5.4. Pengelolaan Tanah

Teknologi pengelolaan tanah sebagai langkah adaptasi terhadap perubahan iklim berupa penggunaan bahan organik, konservasi tanah, dan pupuk berimbang. Penggunaan bahan organik berupa kompos, biochar, dan mulsa, terasering, penanaman lorong, tanaman penutup tanah, olah tanah konservasi, pemupukan berimbang, pupuk hayati. Lalu, pengelolaan air intermitten, dan macak-macak pada tanaman padi merupakan teknik yang dapat diterapkan untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

Tata laksana pengelolaan tanah untuk adaptasi pertanian terhadap perubahan iklim, sehingga Indonesia mampu memenuhi kebutuhan pangan tanpa terkendala perubahan iklim dan mampu mewujudkan pertanian berkelanjutan.

4.5.4.1. Penggunaan Bahan Organik

a) Memanfaatkan kompos

Salah satu cara membuat tanaman lebih sehat dan subur adalah dengan membuat kompos dari semua bahan organik. Kompos dapat difungsikan sebagai mulsa yang selain memberi nutrisi tanah juga melindungi tanah. Kompos daur ulang berasal dari robekan kardus yang dicampur ke dalam tumpukan kompos atau diletakkan di tanah dapat menekan gulma. Cara ini juga mencoba untuk tidak membiarkan tanah kosong dalam waktu lama. Jangan mencabuti daun, biarkan cacing menarik daun tanaman ke dalam tanah untuk meningkatkan kesehatan tanah dan karbon.

b) Memanfaatkan biochar

Biochar adalah bahan padat kaya karbon hasil konversi dari limbah organik (biomassa pertanian) melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (*pyrolysis*).

Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau pirolisator dengan suhu 250-350°C selama 1 – 3,5 jam, tergantung pada jenis biomassa dan alat pembakaran yang digunakan.

Pembakaran juga dapat dilakukan tanpa pirolisator, tergantung kepada jenis bahan baku. Kedua jenis pembakaran tersebut menghasilkan biochar yang mengandung karbon untuk diaplikasikan sebagai pembenah tanah.

Biochar bukan pupuk, tetapi berfungsi sebagai pembenah tanah. Sumber bahan baku biochar terbaik adalah limbah organik khususnya limbah pertanian. Potensi bahan baku biochar tergolong melimpah yaitu berupa limbah sisa pertanian yang sulit terdekomposisi atau dengan rasio C/N tinggi.

Di Indonesia, potensi penggunaan biochar sangat besar mengingat bahan bakunya seperti tempurung kelapa, sekam padi, kulit buah kakao, tempurung kelapa sawit, tongkol jagung, dan bahan sejenis lainnya, banyak tersedia.

Biochar dapat meningkatkan serapan unsur hara, mengurangi pencucian hara, menambah daya tampung air, mengurangi cucian hara dan degradasi kesehatan tanah, meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK), meningkatkan biomassa dan kelimpahan mikro organisme, serta membantu menetralkan pH tanah.

Biochar juga bermanfaat untuk memitigasi perubahan iklim dan pemanasan global. Biochar yang dikembalikan ke tanah akan menurunkan jumlah GRK di udara. Biochar yang dimasukkan ke tanah tidak mengalami dekomposisi sehingga bisa bertahan di tanah dalam jangka waktu yang lama.

Biochar yang sangat kaya akan karbon akan mengurangi potensi lepasnya CO₂ di udara secara signifikan. Mikroba yang berkembang dengan baik di biochar juga akan meningkatkan rasio karbon terhadap nitrogen, mengurangi kehilangan nitrogen dan emisi NO₂ dengan mencegah/membatasi produksi anaerobik NO₂ dan meningkatkan ketersediaan/efisiensi nitrogen untuk pertumbuhan tanaman.

4.5.4.2. Konservasi tanah

Olah Tanah Konservasi (OTK) adalah suatu sistem pengolahan tanah dengan tetap mempertahankan setidaknya 30% sisa tanaman menutup permukaan tanah (Fahmuddin dan Widiyanto, 2004). Menurut Hasibuan (2009) tujuan dari OTK adalah mengurangi intensitas pengolahan tanah.

Petani, pada awalnya, mendapatkan hasil panen yang tinggi, namun karena tanah terus-menerus diolah, akibatnya tanah mengalami penurunan produktivitas. Tanah yang diolah berlebihan tanpa tindakan konservasi akan menjadi lebih cepat kering, lebih halus (*powdery*), berstruktur buruk, dan berkadar bahan organik tanah rendah. Sebagai akibat dari pengolahan yang sangat intensif ini, pada tahun 1930-an, misalnya, terjadi tragedi hujan debu di Amerika Serikat yang menerbangkan debu dari lahan pertanian ke lautan Atlantik.

Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah. Tujuannya adalah untuk mencampur dan menggemburkan tanah, mengontrol tanaman pengganggu, mencampur sisa tanaman dengan tanah, dan menciptakan kondisi kegemburan tanah yang baik untuk pertumbuhan akar (Gill and Vanden Berg, 1967).

Setiap upaya pengolahan tanah akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat tanah. Tingkat perubahan yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis alat pengolah tanah yang digunakan. Penggunaan cangkul, misalnya, relatif tidak akan banyak menyebabkan terjadinya pemadatan pada lapisan bawah tanah. Namun demikian karena seringnya tanah terbuka, terutama antara dua musim tanam, maka lebih riskan terhadap dispersi agregat, erosi dan proses iluviasi yang selanjutnya dapat memadatkan tanah.

a) Penanaman lorong

Sistem pertanaman lorong (*alley cropping*) merupakan teknik konservasi vegetatif, pada lahan berlereng ataupun datar. Tanaman legum pohon/ semak ditanam rapat dalam baris/ pagar searah kontur, dengan jarak antar baris 5-10 meter, sehingga membentuk lorong. Tanaman pangan semusim ditanam pada lorong-lorong di antara dua baris tanaman legum tersebut.

Pada lahan berlereng, tanaman pagar (legum) berfungsi menyaring tanah yang tererosi, dan penghasil pakan ternak, bahan mulsa, dan sumber kayu bakar.

Pada lahan datar, fungsi utamanya adalah sebagai sumber pakan ternak, bahan mulsa, dan sumber kayu bakar.

b) Tanaman penutup tanah

Tanaman penutup tanah adalah tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan / atau untuk memperbaiki sifat kimia dan sifat fisik tanah.

Tanaman penutup tanah berfungsi untuk:

- (1) menahan atau mengurangi daya perusak butir-butir hujan yang jatuh dan aliran air di atas permukaan tanah,

- (2) menambah bahan organik tanah melalui batang, ranting dan daun mati yang jatuh, dan
- (3) melakukan transpirasi, yang mengurangi kandungan air tanah. Peranan tanaman penutup tanah tersebut menyebabkan berkurangnya kekuatan dispersi air hujan, mengurangi jumlah serta kecepatan aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi air ke dalam tanah, sehingga mengurangi erosi.

Tumbuhan atau tanaman yang sesuai sebagai penutup tanah dan digunakan dalam sistem pergiliran tanaman harus memenuhi syarat-syarat (Osche *et al*, 1961):

- (a) mudah diperbanyak dengan biji,
 - (b) mempunyai sistem perakaran yang tidak menimbulkan kompetisi berat bagi tanaman pokok, tetapi mempunyai sifat pengikat tanah yang baik dan tidak mensyaratkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi,
 - (c) tumbuh cepat dan banyak menghasilkan daun,
 - (d) toleransi terhadap pemangkasan,
 - (e) resisten terhadap gulma, penyakit, dan kekeringan,
 - (f) mampu menekan pertumbuhan gulma,
 - (g) mudah diberantas jika tanah akan digunakan untuk penanaman tanaman semusim atau tanaman pokok lainnya,
 - (h) sesuai dengan kegunaan untuk reklamasi tanah, dan
 - (i) tidak mempunyai sifat-sifat yang tidak menyenangkan seperti duri dan sulur-sulur yang membelit.
- c) Mulsa
- Mulsa adalah material penutup tanaman budidaya yang dimaksudkan untuk menjaga kelembapan tanah serta menekan pertumbuhan gulma dan penyakit sehingga membuat tanaman tumbuh dengan baik. Mulsa dapat bersifat permanen, seperti serpihan kayu, atau sementara seperti mulsa plastik.

Mulsa dapat diaplikasikan sebelum penanaman dimulai maupun setelah tanaman muncul. Mulsa organik akan secara alami menyatu dengan tanah dikarenakan proses alami yang melibatkan organisme tanah dan pelapukan non-biologis.

Manfaat mulsa sebagai berikut :

- *Mulsa memperlambat penguapan*
Nutrisi itu penting, begitu juga air. Tanpa mulsa, tanah dibiarkan terbakar di bawah sinar matahari, yang meningkatkan laju penguapan.

Hal ini terutama menjadi masalah bagi tanaman yang kekurangan gizi atau tanaman dengan akar yang terbuka. Mulsa inilah yang dapat memperbaiki masalah ini dengan menjadi pelindung yang sangat baik. Pelindung ini akan mencegah matahari mencapai tanah sehingga meminimalkan penguapan.

Yang terbaik dari semuanya, mulsa juga berfungsi seperti spons penyerap air.
- *Mulsa mencegah pertumbuhan gulma*
Ketika benih gulma terkena sinar matahari, mereka akan berkecambah. Namun, ketika benih berada di bawah lapisan mulsa, benih tidak akan berkecambah.
- *Perkaya tanah dengan nutrisi*
Mulsa organik, jenis yang terbuat dari bahan organik seperti kulit kayu atau serpihan kayu, terurai seiring waktu dan menambah nutrisi dan tekstur pada tanah selama proses tersebut. Unsur hara tambahan ini meningkatkan kesehatan dan kesuburan tanah.
- *Mulsa menyeimbangkan suhu tanah*
Fungsi mulsa yang terakhir, yaitu digunakan untuk menyeimbangkan suhu ekstrem. Tidak peduli iklimnya,

panas atau dingin. Mulsa mencegah perubahan suhu tanah yang besar dan berbahaya bagi tanaman. Di iklim hangat, mulsa menjaga tanah agar tidak menjadi panas, dan dehidrasi atau pembakaran tanaman. Di iklim dingin, mulsa membuat tanah lebih hangat, dan mencegah tanah membeku.

4.5.4.3. Pemupukan Berimbang

Pupuk berimbang adalah pemberian sejumlah pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kesuburan tanah agar terjadi bila menerapkan keberimbangan maka dihasilkan produktivitas, mutu hasil, kesuburan tanah dan keuntungan ekonomis dan ekologis akan meningkat.

Saat ini konsumen bukan hanya berpikir pada kualitas komoditas, tetapi pada kesehatannya juga. Untuk itu, perlakuan budidaya secara organik lebih dipilih. Pupuk yang digunakan pun kemudian bergeser ke pupuk berimbang, demikian juga dengan pestisidanya, dipilih yang hayati.

Prinsip dalam pemupukan berimbang adalah pemupukan yang tepat dosis, tepat waktu, tepat cara, dan tepat jenis. Pemupukan berimbang tersebut dapat memberikan manfaat mulai dari meningkatkan produktivitas dan mutu hasil tanaman, meningkatkan efisiensi pemupukan, meningkatkan kesuburan tanah, menghindari pencemaran lingkungan, dan hasil optimum yang bisa membuat petani untung.

Pemupukan berimbang perlu dipahami dan diimplementasi para *stakeholder* pertanian secara menyeluruh, karena pemupukan berimbang dapat membantu penghematan pupuk, meningkatkan produksi dan mutu produk, serta menjaga kelestarian lingkungan pertanian

Pupuk hayati

Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diterapkan pada benih, permukaan tanaman, atau tanah, akan mendiami rizosfer atau bagian dalam dari tanaman dan mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan pasokan nutrisi utama dari tanaman.

Istilah pupuk hayati digunakan sebagai nama kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah, sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Pupuk hayati dapat didefinisikan sebagai inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman.

4.5.5. Teknologi Pengelolaan Air

4.5.5.1. Penyiraman dengan *Sprinkle* & Irigasi Tetes

Adaptasi perubahan iklim dapat dilihat juga dari penerapan teknologi pengelolaan air secara efisien, seperti penggunaan irigasi sistem kabut dan irigasi *sprinkle*. Untuk memelihara sumber air dan memastikan ketersediaannya untuk kegiatan pertanian maka dapat dikembangkan sistem embung dan irigasi tetes.

<https://www.dinas pertanian kabupatengrogan>



Sprinkle. Salah satu teknik menghemat air penyiraman



Irigasi tetes upaya pengelolaan air yang efisien

4.5.5.2. Pengelolaan Air Intermitten

Sistem pengairan berselang (*intermittent irrigation*) atau yang sering disebut juga dengan sistem pengairan basah-kering (*alternate wetting and drying*) adalah suatu konsep penghematan penggunaan air melalui pengaturan kondisi air di lahan persawahan. Prinsip sistem pengairan ini adalah untuk mengurangi aliran air yang tidak produktif, seperti rembesan, penguapan, serta untuk memelihara aliran transpirasi. Pada irigasi berselang, lahan diatur pada kondisi tergenang dan kering secara bergantian sesuai dengan kondisi lahan dan fase pertumbuhan.

Manfaat irigasi berselang sebagai berikut :

- Menghemat air irigasi sehingga areal yang dapat diairi menjadi lebih luas.
- Tanah menjadi berongga sehingga N dalam tanah menjadi banyak yang dapat memberi kesempatan kepada akar tanaman untuk mendapatkan udara sehingga akar dapat berkembang lebih dalam.

- Mencegah timbulnya keracunan besi (kandungan Fe di tanah turun).
- Mencegah penimbunan asam organik dan gas H_2S yang menghambat perkembangan akar.
- Mengaktifkan jasad renik mikroba yang bermanfaat.
- Mengurangi kerebahan karena akar dapat berkembang lebih dalam sehingga tanaman menjadi lebih kokoh.
- Memudahkan pembenaman pupuk ke dalam tanah (lapisan olah).
- Memudahkan pengendalian hama keong mas, mengurangi penyebaran hama wereng cokelat dan penggerek batang, serta mengurangi kerusakan tanaman padi karena hama tikus.

4.5.5.3. Pemanfaatan Embung

Embung atau cekungan penampung (*retention basin*) adalah cekungan yang digunakan untuk mengatur dan menampung suplai aliran air hujan serta untuk meningkatkan kualitas air di badan air yang terkait (sungai, danau). Embung digunakan untuk menjaga kualitas air tanah, mencegah banjir, estetika lingkungan, hingga untuk pengairan. Embung menampung air hujan di musim hujan dan lalu digunakan petani untuk mengairi lahan di musim kemarau.

Perubahan iklim juga harus disikapi melalui adaptasi baru dalam pengelolaan air. Air menjadi faktor penting dalam pertanian. Oleh karenanya, air harus dipelihara sumbernya dan digunakan secara baik dan benar. Pembuatan saluran irigasi sistem intermitten (terputus), membuat drainase, meningkatkan efisiensi penggunaan air, dan panen air dalam bentuk pengumpulan air di embung.

Saat kekeringan melanda pemerintah memberi fasilitas penanganan dampak kekeringan melalui bantuan pompa air.



Embung menjamin ketersediaan air untuk tanaman

Penerapan teknologi DPI berupa saluran irigasi yang hemat air, irigasi kabut, irigasi tetes, sumur dangkal/dalam, dan penampungan air.

4.5.6. Pengembangan Hortikultura Berbasis Lingkungan

Yang dimaksud dengan pengembangan hortikultura berbasis lingkungan adalah pengembangan budidaya tanaman hortikultura melalui pendekatan kawasan. Pendekatan kawasan dirancang untuk meningkatkan efektivitas kegiatan, efisiensi biaya, dan mendorong keberlanjutan kawasan komoditas unggulan. Melalui pengembangan kawasan diharapkan dapat terwujud pelayanan

pembangunan yang lebih bersifat partisipatif dan efisien dengan fokus pada upaya pengembangan komoditas unggulan. Dalam pembangunan kawasan mutlak diperlukan suatu perencanaan yang disusun dengan melibatkan masyarakat setempat dan seluruh pemangku kepentingan.

Pada hakekatnya pengembangan kawasan hortikultura dibangun atas kerjasama di antara setiap pelaku usaha, dan kontribusi dari berbagai sektor terkait, antara lain pertanian, perindustrian, perdagangan, koperasi, UKM, infrastruktur, pusat penelitian, perguruan tinggi, swasta, asosiasi, dan perbankan.

Keberhasilan dalam pengembangan kawasan hortikultura dapat ditunjukkan oleh indikator-indikator sebagai berikut :

- a) Meningkatnya produktivitas dan kualitas produk hortikultura, yang dicirikan dengan diterapkannya GAP dan SOP, serta teregistrasinya lahan usaha hortikultura.
- b) Tertatanya manajemen rantai pasokan, yang dicirikan dengan terdistribusikannya secara proporsional keuntungan dalam setiap mata rantai pasar.
- c) Terjalinnya kemitraan antara kelompok tani dengan pengusaha.
- d) Berkembangnya industri pengolahan hasil komoditas hortikultura unggulan yang merupakan usaha peningkatan nilai tambah produk segar.
- e) Meningkatnya penggunaan benih bermutu.
- f) Meningkatnya jumlah dan kualitas kelembagaan tani.
- g) Meningkatnya kualitas lingkungan, dengan diterapkannya aspek konservasi lahan, pola tanam dan penanganan PHT dalam pengelolaan OPT.

Inti dari pengembangan hortikultura berbasis lingkungan adalah:

- a) Penggunaan input bahan organik dan minimalisasi penggunaan bahan anorganik.



<https://www.kabartani.com>

Penggunaan bahan organik di pertanian

- b) Pemberdayaan kelompok tani sebagai agen perubahan budaya ramah lingkungan melalui desiminasi, bimtek (bimbingan teknologi), dan pelatihan.



<https://www.bbplm-jakarta.kemendesa.go.id>

Pemberdayaan kelompok tani

- c) Peningkatan kapasitas petani terhadap prakiraan kejadian perubahan iklim, perubahan pola tanam, dan siklus organisme pengganggu tanaman (OPT).



<https://www.balitikabi.litbang.pertanian.go.id>

Pengenalan siklus OPT menekan risiko gagal panen

Pengembangan hortikultura berbasis lingkungan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

- a) Memungkinkan penanganan berbasis komoditas hortikultura secara terpadu sesuai dengan kesamaan karakteristiknya.
- b) Memberikan peluang bagi semua komoditas potensial di kawasan untuk ditangani secara proporsional.
- c) Merupakan wadah dan wahana pelaksanaan desentralisasi pembangunan secara nyata, sinergis, dan harmonis, di antara Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi, dan Pemerintah Kabupaten/Kota.
- d) Meningkatkan kegiatan ekonomi di kawasan dan sekitarnya.

4.6. Kegiatan Operasional Strategi Mitigasi

Strategi mitigasi adalah segala upaya untuk mengurangi risiko bencana. Program mitigasi bencana dapat dilakukan pembangunan secara fisik maupun peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.

Langkah mitigasi yang dapat dilakukan untuk menanggapi potensi yang muncul akibat perubahan iklim diantaranya adalah:

- a) Pengenalan dan pemantauan risiko perubahan iklim
- b) Perencanaan partisipatif penanggulangan perubahan iklim
- c) Pengembangan budaya sadar perubahan iklim
- d) Penerapan upaya fisik, non-fisik, dan pengaturan penanggulangan perubahan iklim
- e) Identifikasi dan pengenalan terhadap sumber bahaya atau ancaman perubahan iklim

Sedangkan untuk langkah mitigasi khusus untuk subsektor hortikultura adalah sebagai berikut:

4.6.1. Pengembangan Kampung Sayuran/Pekarangan Sayuran

Beberapa manfaat budidaya sayuran di lahan pekarangan adalah merupakan ruang terbuka keluarga, dapat memenuhi gizi keluarga, berfungsi sebagai warung hidup, apotik hidup, dan bank hidup, serta dapat menambah penghasilan keluarga.

Melalui program Kampung Sayuran, sampai tahun 2021 telah terbentuk sejumlah kampung sayuran sebagai berikut.

- 1) Bawang merah : 199 kampung
- 2) Bawang putih : 100 kampung
- 3) cabai besar : 124 kampung
- 4) cabai rawit : 78 kampung
- 5) aneka cabai : 15 kampung
- 6) sayuran daun : 26 kampung
- 7) kentang : 18 kampung
- 8) bawang bombai : 3 kampung



<https://cdn.timesmedia.co.id/>

Kampung sayur



<https://www.radartanggamus.co.id/>

Sayuran pekarangan

4.6.2. Menanam Sayuran Langsung di Pekarangan

Sebelum menanam sayuran setidaknya diteliti dahulu bagian pekarangan yang subur, gembur, cukup sinar matahari, maupun yang tidak subur dan kurang mendapat sinar matahari.

4.6.3. Menanam Sayuran pada Wadah

Pada lahan pekarangan yang sempit, untuk mengefisienkan pemakaian halaman, sayuran dapat ditanam di wadah yang bentuk, jenis, dan bahannya sangat bervariasi, tergantung dari kebutuhan dan kreativitas. Wadah yang dimaksud dapat berupa pot, pot gantung, kaleng bekas, ember, pipa, botol air minum, balok berongga, dan bambu.

Namun tidak semua jenis sayuran dapat ditanam dalam pot. Selain memperhatikan unsur estetikanya, kondisi iklim setempat juga harus dipertimbangkan. Sayuran dan buah potong yang dapat ditanam dalam pot adalah cabai merah, cabai rawit, terung, tomat, kacang panjang, buncis, kapri, paprika, kecipir. Sayuran daun yang dapat ditanam dalam pot adalah bayam, sawi, kemangi, kubis, bawang daun, caisim, dan seledri. Sedangkan sayuran umbi jarang ditanam dalam pot karena umbi yang dihasilkan kurang besar.

4.6.4. Menanam Sayuran dengan Sistem Vertikultur

Cara lain penanaman di pekarangan yang sempit adalah sistem vertikultur, yaitu penanaman bertingkat atau disusun secara vertikal. Penanaman dengan sistem vertikultur dapat dijadikan alternatif bagi masyarakat yang tinggal di perkotaan, yang ketersediaan lahannya sempit atau bahkan tidak memiliki lahan yang tersisa untuk budidaya tanaman. Dengan sistem vertikultur, pemanfaatan lahan sempit bisa efisien dan memperoleh hasil panen yang optimal.

Pada prinsipnya, cara bercocok tanam vertikultur ini tidak berbeda dengan cara bercocok tanam di kebun atau di lahan datar. Perbedaan mendasar adalah dalam hal penggunaan bahan produksi tanaman. Teknik vertikultur memungkinkan penanaman sayuran dengan jumlah yang lebih banyak dalam luasan yang sama jika dibandingkan dengan penanaman di lahan datar. Anggota keluarga dapat menyalurkan hobinya bercocok tanam dengan teknik vertikultur ini. Selain memenuhi kebutuhan dapur, hasilnya dapat dipastikan lebih sehat.

Sistem bertanam vertikultur memiliki beberapa kelebihan berikut:

- a) Populasi tanaman per satuan luasan jauh lebih banyak karena penanaman dilakukan dengan penyusunan ke atas.
- b) Bahan dasar yang dipakai dapat menggunakan barang bekas atau yang tidak terpakai, seperti pipa paralon, bambu, botol bekas kemasan air mineral.
- c) Dapat mengubah nilai estetika lahan pekarangan.
- d) Dapat dipindah-pindah sesuai dengan keinginan, kebutuhan cahaya matahari, kelembapan udara, dan temperatur.
- e) Dapat menghindari pemakaian pestisida yang dapat mencemari sayuran dan mengganggu kesehatan.
- f) Bangunan vertikultur bisa dipakai beberapa kali.

4.6.5. Pengembangan Kawasan Buah Tahunan

a. Pemanfaatan lahan kritis

Pada tahun 2018, luas lahan kritis telah mencapai 14.006.450 ha (BPS, 2018). Peningkatan data luas lahan kritis yang sangat besar tersebut menunjukkan bahwa laju kerusakan sumberdaya lahan semakin mengkhawatirkan akibat pengelolaan yang kurang terkendali. Kerusakan lahan yang semakin nyata dan meluas, ditandai oleh kejadian banjir, kekeringan, dan longsor yang makin sering terjadi.

Penanaman kebun buah merupakan salah satu upaya mengoptimalkan produktivitas lahan kritis dan meningkatkan pendapatan masyarakat tani.

Adapun tujuan penanganan lahan kritis dan sumber daya air adalah sebagai berikut :

- 1) meningkatnya produktivitas lahan
- 2) terciptanya area resapan air
- 3) meningkatkan pendapatan masyarakat/petani

Komoditas hortikultura khususnya tanaman buah tahunan seperti manggis, mangga, durian, alpukat, dan jeruk merupakan tanaman buah yang mempunyai nilai komersial/ekonomis tinggi, juga dapat berfungsi sebagai tanaman konservasi pada lahan kritis.

b. Pengembangan kawasan buah tahunan (serapan karbon)

Hutan merupakan salah satu ekosistem yang ada di biosfer dengan komposisi tumbuhan yang relatif dominan. Secara otomatis dengan komposisi seperti itu hutan menjadi salah satu ekosistem yang paling dominan dalam mengonsumsi CO₂. Dengan demikian hutan mempunyai kontribusi penting sebagai penyerap CO₂ atau dikenal sebagai resot (sink) karbon.

Tanaman hortikultura tahunan mampu memberikan fungsi selain sebagai resot karbon juga memberikan keuntungan secara ekonomi. Namun, pengukuran stok karbon untuk melihat efektivitas dari tanaman hortikultura tahunan, khususnya durian, mangga, dan manggis sebagai resot karbon masih belum banyak dilakukan.

Tabel 5. Data Pengembangan Kawasan Buah Tahunan sebagai Stok Karbon Tahun 2019-2022.

NO	KOMODITAS	LUAS PENGEMBANGAN KAWASAN (Ha)			
		2019	2020	2021	2022
1	Manggis	1.560	1.500	330	700
2	Mangga	2.000	1.385	650	650
3	Jeruk	3.285	448	490	500
4	Durian	340	1.800	1.340	1.100
5	Alpukat	-	200	440	1.000

Tabel 6. Stok Karbon pada Tanaman Buah di Indonesia

KOMODITAS	JUMLAH POHON*	STOK KARBON **(TON/POHON)	TOTAL STOK KARBON
Durian	9.257.892	0,664	6.147.240
Manggis	26.464.666	1,395	36.918.209
Mangga	3.105.210	0,86	2.670.481
Jeruk	24.616.325	0,023	566.175
Alpukat	3.914.743	0,068	266.203
Nangka	6.488.755	0,059	382.837
TOTAL			46.951.145

*Sumber: ATAP Hortikultura

**Umur tanaman:

- 1) durian 10-20 tahun
- 2) manggis 10-20 tahun
- 3) mangga, 5-10 tahun
- 4) jeruk 5-10 tahun
- 5) alpukat 5-10 tahun
- 6) nangka 5-10 tahun

c. Pemanfaatan biopori

Biopori adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktivitas organisme yang ada di dalam tanah, seperti cacing, rayap, semut, dan perakaran tanaman. Biopori yang terbentuk akan terisi udara dan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah.

Prinsip kerja lubang peresapan biopori sangat sederhana. Lubang yang sudah dibuat diberi sampah organik yang akan memicu biota tanah, seperti cacing dan semut serta akar tanaman untuk membuat rongga-rongga (lubang) di dalam tanah yang disebut biopori. Rongga-rongga (lubang) ini menjadi saluran bagi air untuk meresap ke dalam tanah.

Lubang resapan biopori adalah teknologi sederhana yang tepat guna dan ramah lingkungan. Lubang biopori mampu meningkatkan daya resap air hujan ke dalam tanah. Selain itu, teknologi biopori juga mampu mengurangi risiko banjir akibat meluapnya air hujan sehingga mampu meningkatkan jumlah cadangan air bersih di dalam tanah. Jika diperinci manfaat biopori sebagai berikut.

1) Meningkatkan daya resapan air

lubang resapan biopori mampu meningkatkan daya resap air hujan ke dalam tanah. Hal ini akan bermanfaat untuk:

- mencegah genangan air yang mengakibatkan banjir
- peningkatan cadangan air bersih di dalam tanah
- mencegah erosi dan longsor

Dengan adanya lubang biopori akan mencegah terjadinya genangan air yang secara fisik langsung dapat meminimalisir berbagai masalah yang diakibatkannya, seperti wabah penyakit malaria, demam berdarah, dan kaki gajah.

2) Mengubah sampah organik menjadi kompos

Sampah organik yang dimasukkan ke dalam lubang biopori



Biopori bermanfaat untuk pertanian yang berkelanjutan

akan diubah menjadi kompos oleh satwa tanah seperti cacing dan rayap. Kompos atau humus ini sangat bermanfaat bagi kesuburan tanah. Selain itu, sampah organik yang diserap oleh biota tanah tidak cepat diemisikan ke atmosfer sehingga mengurangi emisi GRK (CO_2 dan metan) yang mengakibatkan pemanasan global dan menjaga biodiversitas dalam tanah.

3) Memanfaatkan fauna tanah dan akar tanaman

Lubang biopori memicu biota tanah dan akar tanaman untuk membuat rongga-rongga di dalam tanah yang menjadi saluran air untuk meresap ke dalam tanah. Dengan adanya aktivitas ini kemampuan lubang peresapan biopori senantiasa terjaga dan terpelihara.

Dukungan Direktorat Jenderal Hortikultura untuk mengatasi masalah resapan air dilakukan dengan memberikan bantuan pengadaan biopori dan pompa air dengan anggaran Rp25 juta/unit. Anggaran yang ditetapkan untuk tahun 2020 sebesar Rp2,5 milyar, tahun 2021 anggaran naik menjadi Rp1,875 milyar, sedangkan tahun 2022 anggaran diusulkan sebesar Rp5,25 milyar untuk luasan 250 hektar.

V. TEKNOLOGI INOVATIF MENDUKUNG ADAPTASI DAN MITIGASI PERUBAHAN IKLIM

5.1. Teknologi Inovatif untuk Mendukung Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim

Istilah adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim dicetuskan oleh panel antar-pemerintah untuk perubahan iklim (IPCC). Ide ini bertujuan untuk mereduksi emisi karbon global dan dampaknya bagi makhluk hidup. Keduanya memiliki makna khusus dalam kebijakan perubahan iklim.



Adaptasi dampak perubahan iklim pada pertanian adalah apa yang dapat dilakukan petani untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Sedangkan mitigasi terhadap perubahan iklim di bidang pertanian, khususnya hortikultura mengandung makna apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi akar penyebab dari perubahan iklim, yaitu mengurangi polusi GRK dari praktik budidaya pertanian, khususnya hortikultura.

Menghentikan perubahan iklim atau mengurangi emisi GRK mendekati nol merupakan hal yang tidak mungkin. Oleh karenanya, target global hanya mencegah kenaikan suhu tidak melebihi 2°C. Target ini akan menurunkan konsentrasi CO₂ di atmosfer antara 35-400 ppm.

Teknologi yang digunakan dalam rangka melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim di antaranya adalah:

5.1.1. Teknologi Informasi Iklim

Informasi iklim yang digunakan untuk menentukan jadwal tanam, dan penggunaan varietas yang adaptif terhadap perubahan yang terjadi. Pemanfaatan informasi terkait iklim dari BMKG/Stasiun Klimatologi, Balitklimat dapat membantu untuk memberikan informasi yang lebih akurat sebagai acuan untuk menentukan jadwal tanam produk tertentu. Selain itu, penggunaan varietas yang adaptif juga penting, mengingat perubahan iklim ini selain dapat menyebabkan kekeringan, juga dapat menimbulkan berbagai masalah baru seperti meningkatnya potensi serangan OPT yang dapat menyebabkan gagal panen.

Pemanfaatan informasi iklim sudah menjadi kebutuhan karena berguna untuk:

- perencanaan budidaya tanaman,
- penentuan musim/jadwal tanam dan jenis tanaman/varietas,

- Waspada terhadap DPI (kebanjiran, kekeringan, dan serangan OPT).

Penggunaan teknologi tepat guna untuk adaptasi dapat berupa penggunaan varietas adaptif musim, seperti cabai VUB Kencana yang adaptif terhadap musim hujan, varietas Lingga yang adaptif pada kemarau basah, dan varietas Ciko, cabai rawit yang adaptif terhadap kemarau basah.

Kementerian Pertanian RI telah mengembangkan teknologi sistem informasi untuk menghadapi perubahan iklim yang berbentuk aplikasi. Aplikasi pengolahan dan pemantauan DPI (dampak perubahan iklim) hortikultura sebuah sistem online untuk menerima laporan dan mengelolanya secara elektronik/online. Dapat diakses di www.horti.pertanian.go.id/ewsditlin. Berikut ini contoh data yang dapat diperoleh dari aplikasi SI-DPI.

Tabel 7. Persentase Luas DPI (Kekeringan/Kebanjiran) terhadap Luas Tanam

Komoditas	Luas Tanam 2020 (Ha)	Luas Banjir 2020 (Ha)/(%)	Luas Kekeringan 2020 (%)
Bawang Merah	187.919,52	1.757,2 Ha/(0,9%)	7,4 Ha/0,003%
Cabai	282.892,31	732,85Ha/0,26%	5,5 Ha/0,001%

5.1.2. Teknologi Pengelolaan Tanah

Pengelolaan tanah yang mencakup penggunaan bahan dan sistem pertanian yang organik, konservasi tanah, dan penggunaan pupuk berimbang.

5.1.3. Teknologi Pengelolaan Air

Pengelolaan air yang meliputi sistem irigasi, drainase, penggunaan air yang efisien, dan panen air. Teknologi pengelolaan air penting



terutama untuk menghadapi perubahan iklim yang menyebabkan perubahan curah hujan yang dapat menyebabkan banjir maupun kekeringan. Selain itu juga dengan adanya potensi kelangkaan air bersih untuk pengairan, dapat digunakan sistem irigasi yang lebih efisien seperti irigasi tetes.

5.1.4. Teknologi Mitigasi Perubahan Iklim

Langkah mitigasi perubahan iklim juga dilakukan implementasi melalui pengukuran emisi GRK di subsektor hortikultura. Sebagai contoh dapat dilakukan dengan cara membandingkan besaran emisi N₂O dan CO₂ yang dihasilkan budidaya tanaman secara konvensional dan ramah lingkungan. Komoditas cabai dan bawang merah. Kegiatan ini melibatkan Balai Penelitian Pertanian (Balingtan) dan BPTPH/LPHP.

Potensi Pemanasan Global	Budidaya Konvensional	Budidaya Organik
Total Emisi Co ₂ ⁻⁸	10.968,58	4.686,69
	Penurunan Emisi Grk = 57%	

5.1.5. Pengembangan Sistem Asuransi Pertanian

Pengembangan sistem asuransi pertanian berbasis indeks iklim untuk petani hortikultura dalam mendorong adopsi teknologi adaptif perubahan iklim. Asuransi iklim adalah produk asuransi pertanian berbasis indeks iklim yang dikenal dengan istilah *Climate Indexed Insurance*. Asuransi jenis ini sudah banyak dikembangkan di negara berkembang, seperti India, Filipina, dan Afrika. Sistem ini memberikan pembayaran pada pemegang polis ketika terpenuhi kondisi cuaca/iklim yang tidak diharapkan (indeks iklim) tanpa harus ada bukti kegagalan panen.



Asuransi untuk tanaman hortikultura

5.1.6. Pengukuran Stok Karbon

Secara alami, tumbuhan diberi kemampuan untuk mengonsumsi karbondioksida di atmosfer dan mengubahnya menjadi bentuk energi yang bermanfaat bagi kehidupan melalui fotosintesis.

Sebagian besar energi ini disimpan oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa dan sekitar 50% dari biomassa merupakan karbon.

Pengukuran stok karbon bertujuan untuk menginventarisasi kemampuan dan potensi beberapa jenis tanaman buah dalam menyimpan karbon sebagai langkah mitigasi dampak perubahan iklim. Komoditi yang diukur adalah durian, mangga, manggis, jeruk, dan nangka.

Tahapan pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan cara berikut.

- a) Identifikasi nama jenis pohon
- b) Ukur diameter setinggi dada orang dewasa atau *diameter breast height* (dbh)
- c) Catat dan data dbh dan nama jenis ke dalam tally sheet
- d) Hitung biomassa pohon

Pengukuran diameter setinggi dada (diameter at breast height, DBH) adalah standar pengukuran untuk menghitung dimensi suatu pohon. Pengukuran dbh untuk menghitung pertumbuhan pohon, membandingkan dimensi berbagai pohon, dan menghitung



Cara mengukur dbh

biomassa atau simpanan karbon pohon yg diukur. Pengukuran pada berbagai kondisi pohon di lapangan dapat mengacu pada gambar berikut:



- 1) Pohon normal, dbh diukur 1,3 m dari permukaan tanah



- 2) Pohon miring, dbh diukur 1,3 m dari permukaan tanah terdekat, atau serasah kemiringan pohon.



- 3) Pohon normal pada tanah miring, dbh diukur 1,3 m dari permukaan tanah tertinggi.



- 4) Pohon cabang, jika 1,3m tepat berada pada awal percabangan, dbh diukur di bagian bawah cabang yang masih normal.



- 5) Pohon cabang, jika 1,3 m berada di atas cabang, ukur dbh di kedua cabang dan dianggap dua batang.



- 6) Pohon cacat, jika 1,3 m tepat berada pada batang cacat (kembung), dbh diukur pada batas bagian yang mulai normal, di atas atau di bawah tergantung yang terdekat.



- 7) Pohon berakar penunjang, dbh diukur 1,3 m dari batas atas akar penunjang.



- 8) Pohon berbanir, dbh diukur 20 cm dari batas banir



- 9) Pohon Trubusab, dbh diukur 1,3 m dari tanah di kedua batang, tergantung yang terdekat

DAFTAR PUSTAKA

- BBC. 2019. "The cows that could help fight climate change". <https://www.bbc.com/future/article/20190806-how-vaccines-could-fix-our-problem-with-cow-emissions>.
- EPA. 2022) "Sources of Greenhouse Gas Emissions". <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>.
- Herring, D. 2021. "What can we do to slow or stop global warming". <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/what-can-we-do-slow-or-stop-global-warming>.
- Hortikultura, D. J. 2021. "Terapkan Budidaya Hortikultura Ramah Lingkungan Bantul Siap Antisipasi Dampak Pemanasan Global". Kementerian Pertanian. <http://hortikultura.pertanian.go.id/?p=7431>.
- Jadmiko, S. D. 2021. "Perubahan Iklim dan Strategi Adaptasi pada Sektor Hortikultura." Center for Climate Risk and Opportunity Management in Southeast Asia and Pacific.
- Khasnis, A. A., & Nettleman, M. D. 2005. "Global Warming and Infectious Disease (Review article)". Archives of Medical Research, 36, 689–696.
- Media Indonesia. 2018. "Perubahan iklim jadi tantangan sektor pertanian". <https://mediaindonesia.com/ekonomi/202437/perubahan-iklim-jadi-tantangan-sektor-pertanian>.
- NASA. 2022. "Climate Change: How Do We Know. Global Climate Change: Vital Signs of The Planet". <https://climate.nasa.gov/evidence/>.

- NASA. 2022b. "What's the difference between climate change and global warming?" <https://climate.nasa.gov/faq/12/whats-the-difference-between-climate-change-and-global-warming/>.
- Nashwari, I. P. 2021. "Kebijakan Direktorat Jenderal Perlindungan Hortikultura dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim."
- Surmaini, E., & Runtunuwu, E. 2015. "Upaya Sektor Pertanian dalam Menghadapi Perubahan Iklim, 30(1)", 1–7. <https://doi.org/10.21082/jp3.v30n1.2011.p1-7>.
- Sustainable Landscape. 2016. "Sustainable Landscape Newsletter "Edition 3 December 2016 Light Version. December, 3–6.
- UCSUSA. 2017. "Ten Signs of Global Warming". <https://www.ucsusa.org/resources/ten-signs-global-warming>.
- UN. 2021. "*The UN Campaign for Individual Action*". <https://www.un.org/actnow>.
