

PENGUKURAN GAS RUMAH KACA
(GRK) PADA LAHAN BUDIDAYA

BAWANG MERAH

2022



KEMENTERIAN PERTANIAN
REPUBLIK INDONESIA



**PENGUKURAN GAS RUMAH KACA
(GRK) PADA LAHAN BUDIDAYA
BAWANG MERAH**



**DIREKTORAT PERLINDUNGAN HORTIKULTURA
DIREKTORAT JENDERAL HORTIKULTURA
JAKARTA
2022**

**PENGUKURAN GAS RUMAH KACA (GRK) PADA
LAHAN BUDIDAYA BAWANG MERAH**

Tim Penyusun

Dr. M. Agung Sunusi, SP, M.Si
Ir. Aneng Hermami, M.Si
Ir. Yuliasuti Purwaningsih, MM
Antoni Setiawan, SP

Kontributor

Aprian Aji Santoso, SP, MP
M. Roy Setiawan, SP
Desy Rakhma Caesarani Utomo, SP

Penerbit :



**Kementerian Pertanian
Republik Indonesia**

Jl. Ir. H. Juanda No. 20
Kota Bogor 16122, Indonesia
Telp (0251) 8321746. Fax (0251) 8326561

Cetakan Pertama, Tahun 2022
Hak cipta dilindungi undang-undang

ISBN : 978-979-582-223-3

KATA PENGANTAR

Pengukuran Gas Rumah Kaca (GRK) Sub Sektor Hortikultura merupakan salah satu langkah inventarisasi yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Hortikultura sebagai langkah mitigasi dampak perubahan iklim sub sektor hortikultura. Kegiatan pengukuran ini dilakukan untuk melihat GRK khususnya CO₂ dan N₂O yang dihasilkan dari lahan-lahan pertanian

Peningkatan GRK di sektor pertanian secara berlebihan dapat berpengaruh terhadap kegiatan-kegiatan pertanian, misalnya penentuan pola tanam, panen dan produktivitas pertanian. Salah satu upaya untuk mengurangi GRK yang dihasilkan oleh lahan pertanian dengan budidaya pertanian ramah lingkungan

Pengukuran GRK ini bertujuan untuk mendapatkan data-data GRK yang dihasilkan lahan pertanian sub sektor hortikultura diberbagai lokasi di Indonesia, sehingga kedepannya dapat menerapkan kebijakan secara menyeluruh sebagai langkah mitigasi perubahan iklim subsektor hortikultura

Keberhasilan dalam penanganan dampak perubahan iklim, salah satunya ditentukan dari hasil-hasil pengukuran GRK yang ada pada lahan-lahan pertanian sub sektor hortikultura. Maka dari itu, pengukuran gas rumah kaca pada komoditas hortikultura dapat dilaksanakan dengan tepat, aman, efisien, efektif dan menyeluruh.

Jakarta, Desember 2022
Direktur Perlindungan Hortikultura



Ir. Sukarman

196301061989031001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
I. Pendahuluan	1
II. Gas Rumah Kaca, Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Sub Sektor Hortikultura.....	5
a. Gas Rumah Kaca (GRK)	9
b. Dampak Perubahan Iklim terhadap Sub Sektor Hortikultura	12
c. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Perkembangan OPT	16
III. Adaptasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Sub Sektor Hortikultura	22
IV. Sumber Emisi Sub Sektor Hortikultura Emisi CO ₂ akibat pemupukan urea	25
V. Budidaya Komoditas Bawang Merah (Konvensional dan Ramah Lingkungan).....	27
VI. Teknik Pengukuran Emisi GRK	29
VII. Hasil Pengukuran GRK pada Bawang Merah	35
a. Hasil Pengukuran GRK Bawang Merah Kab. Bantul	35
b. Hasil Pengukuran GRK Bawang Merah Kab. Demak	40
c. Global Warming Potential (GWP).....	44
VIII. Penutup (Kesimpulan dan Tindak Lanjut).....	48
a. Kesimpulan.....	48
b. Tindak Lanjut	49
DAFTAR BACAAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi efek rumah kaca	6
Gambar 2. Alat-alat Pengukuran GRK	10
Gambar 3. Pengambilan sampel GRK	12
Gambar 4. Grafik Gas CO ₂	30
Gambar 5. Graik Gas N ₂ O	30
Gambar 6. Grafik Gas CO ₂	31
Gambar 7. Grafik Emisi N ₂ O	31
Gambar 8. Grafik GWP Bawang Merah (Yogyakarta)	32
Gambar 9. Grafik GWP Bawang Merah (Demak)	32
Gambar 10. Pengambilan sampel GRK	35
Gambar 11. Grafik Pengukuran Gas CO ₂ Kab. Bantul.....	37
Gambar 12. Graik Gas N ₂ O Kab. Bantul.....	39
Gambar 13. Grafik Gas CO ₂	40
Gambar 14. Grafik Emisi N ₂ O	42
Gambar 15. GWP Bawang Merah Kab. Merak	44
Gambar 16. Bauran Emisi GRK pada Tahun 2004	45
Gambar 17. GWP Bawang Merah Kab. Bantul	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengukuran Emisi CO ₂ Kab. Bantul	11
Tabel 2. Hasil Pengukuran Emisi N ₂ O Kab. Bantul	37
Tabel 3. Hasil Pengukuran Emisi CO ₂ Kab. Bantul	39
Tabel 4. Hasil Pengukuran Emisi CO ₂ Kab. Demak	40
Tabel 5. Hasil Pengukuran Emisi CO ₂ Kab. Demak	42

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Iklim sangat erat hubungannya dengan perubahan cuaca dan pemanasan global dapat menurunkan produksi pertanian antara 5-20 persen. Dampak Perubahan Iklim merupakan fenomena terjadinya perubahan pola iklim secara tidak menentu akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca di atmosfer.

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) adalah lepasnya gas-gas yang mempunyai efek rumah kaca pada suatu area ke atmosfer dalam jangka waktu tertentu, baik yang disebabkan oleh proses alamiah dan biologi maupun proses kimia dan fisika akibat aktivitas manusia, termasuk pertanian. Peningkatan emisi GRK secara langsung akan meningkatkan konsentrasi GRK di atmosfer yang menyebabkan pemanasan global '*global warming*' akibat efek rumah kaca atau terhalangnya panas (*heat*) atau radiasi gelombang panjang ke luar atau ke atmosfer oleh GRK. Dampak lain yang ditimbulkan dari GRK ini adalah terjadinya perubahan iklim.

Pemerintah Indonesia telah meratifikasi terkait pemanasan global melalui Undang-Undang No. 17 tahun 2004, artinya Indonesia terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam mengatasi perubahan iklim dengan target penurunan tingkat emisi rata-rata 5,2% sampai pada tahun 2012 untuk negara-negara maju termasuk Indonesia.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) memprediksi bahwa perubahan iklim saat ini berjalan lebih cepat dari perkiraan sebelumnya. Oleh karena itu, perlu upaya ekstrim penurunan GRK sampai tahun 2050.

Indonesia berkomitmen menurunkan emisi GRK 29% dengan kemampuan sendiri dan menjadi 41% dengan bantuan luar negeri sampai tahun 2020. Komitmen ini tertuang dalam Rencana Aksi Nasional (RAN) GRK melalui Peppres 61 tahun 2011. Target pada 5 sektor utama yang terlibat langsung, yaitu kehutanan dan lahan gambut, limbah pertanian, industri, energi dan transportasi, dan pengelolaan limbah, serta Peppres No. 71 tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional. Berdasarkan Peppres RAN (Rencana Aksi Nasional) GRK, pertanian berkewajibannya menurunkan emisinya sekitar 8 juta ton CO₂ sampai tahun 2020.

Sumber utama GRK terdiri atas CO₂, N₂O dan CH₄. Gas CO₂ diserap dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan dilepaskan melalui respirasi, dekomposisi, dan pembakaran bahan organik. Gas N₂O diemisikan sebagai efek samping proses nitrifikasi dan denitrifikasi, sedangkan gas CH₄ diemisikan melalui proses metanogenesis pada kondisi anaerob dalam tanah, penyimpanan pupuk kandang melalui proses enteric fermentation, dan akibat pembakaran bahan organik tidak sempurna. Gas lain yang dihasilkan pada proses pembakaran adalah NO₂, NH₃, NMVOC dan CO yang disebut emisi tidak langsung. Gas-gas tersebut merupakan

pemicu (precursor) dalam pembentukan GRK di atmosfer. Emisi tidak langsung juga terjadi dari proses pencucian atau aliran permukaan yang membawa senyawa nitrogen, terutama NO yang kemudian dapat dikonversi menjadi N_2O melalui proses denitrifikasi.

Strategi Kementerian Pertanian menggenjot produksi komoditas hortikultura yang sehat dan berdaya saing adalah implementasi program Gerakan Mendorong Produksi, Daya Saing dan Ramah Lingkungan Hortikultura (Gedor Horti). Salah satunya dengan melakukan langkah-langkah tepat mengantisipasi dampak perubahan iklim. Pendekatan adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim, pengukuran konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) berupa pengukuran nitrogen oksida (N_2O) dan Karbon dioksida (CO_2).

Komitmen Direktorat Jenderal Hortikultura dalam penurunan emisi GRK adalah dengan melakukan pengukuran GRK bekerja sama dengan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) Pati dan BPTPH Yogyakarta pada tahun 2021 dan BPTPH Jawa Tengah pada tahun 2022. Salah satunya adalah dengan mengukur perbandingan GRK pada tanaman sayuran hortikultura bawang merah yang dibudidayakan secara ramah lingkungan dengan bawang merah yang dibudidayakan secara konvensional.

B. Tujuan

1. Untuk mengetahui emisi gas rumah kaca berupa Nitrogen Oksida (N_2O) dan Karbon dioksida (CO_2) pada lahan budidaya bawang merah ramah lingkungan dan konvensional.
2. Untuk mengetahui potensi pemanasan global (*Global Warming Potential*) pada lahan budidaya bawang merah ramah lingkungan dan konvensional.

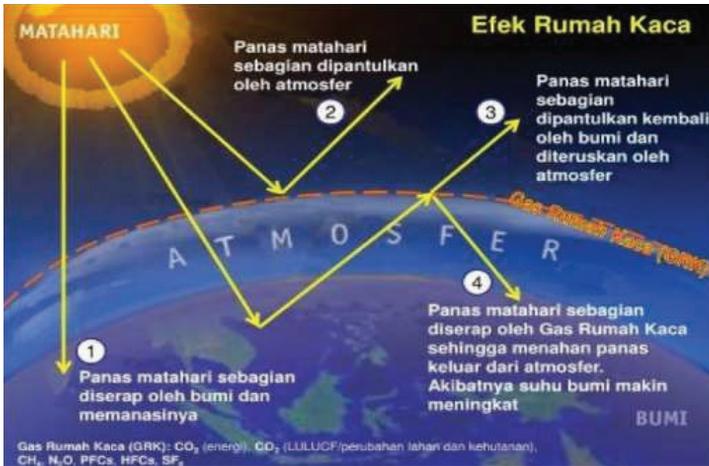
C. Manfaat

1. Sebagai referensi dan rekomendasi kebijakan penanganan dampak perubahan iklim sub sektor hortikultura
2. Meningkatkan pemahaman dan pengetahuan petani/stakeholder terkait dengan pengukuran GRK pada lahan bawang merah ramah lingkungan dan konvensional.

II. Gas Rumah Kaca, Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Sub Sektor Hortikultura

Pemanasan Global (*Global Warming*) merupakan ketidakseimbangan ekosistem di bumi akibat adanya peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan di bumi yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer seperti Karbondioksida (CO_2), Metana (CH_4), Dinitrogen Oksida (N_2O), Hidrofluorokarbon (HFCs), Perfluorocarbon (CFCs), dan Sulfur Heksa Fluorida (SF_6) (Triana, 2008). GRK memiliki sifat khas seperti kaca yaitu meneruskan radiasi gelombang pendek atau cahaya matahari, namun menyerap dan memantulkan radiasi gelombang panjang yang bersifat panas sehingga suhu di atmosfer mengalami peningkatan.

Pemanasan global terjadi karena sinar matahari memancarkan radiasi gelombang pendek dan gelombang panjang dimana sebagian besar radiasi gelombang pendek diserap dan memanaskan permukaan bumi serta radiasi balik gelombang panjang (infra merah) yang dipancarkan permukaan bumi sebagian dipancarkan keluar atmosfer dan sebagian memanaskan atmosfer (Triana, 2008). Oleh karena adanya peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer menyebabkan panas dari matahari sebagian tidak dapat diteruskan (terperangkap) sehingga menyebabkan peningkatan suhu bumi yang mengakibatkan pemanasan global (Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi efek rumah kaca

Sumber: amongguru.com

Dengan meningkatnya GRK terutama (CO₂), akan semakin banyak gelombang panas matahari atau infra merah yang dipantulkan dari permukaan bumi diserap atmosfer sehingga suhu permukaan bumi semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer, semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak panas dari matahari yang dipancarkan ke bumi. Bumi memanaskan akibat dari sinar matahari yang sudah masuk ke bumi tidak bisa keluar karena gas-gas rumah kaca ini membentuk lapisan di atmosfer yang memantulkan sinar matahari. Proses tersebut pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya pemanasan global yang akan berpengaruh terhadap perubahan iklim.

Definisi perubahan iklim menurut Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 yaitu berubahnya iklim yang diakibatkan secara langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta perubahan variabilitas iklim alami yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan. Contohnya curah hujan yang lebih banyak intensitas di musim penghujan atau musim kemarau yang lebih panjang dari tahun-tahun sebelumnya. Dalam istilah modern saat ini, perubahan iklim juga dikenal dengan istilah yang berkaitan dengan berubahnya parameter iklim yang disebabkan oleh hawa panas bumi yang semakin meningkat.

Perubahan iklim terjadi sebagai akibat dari variabilitas internal dalam sistem iklim dan faktor eksternal (baik alami maupun antropogenik). Faktor alami seperti aktivitas gunung berapi turut menyumbang peningkatan GRK di atmosfer, sedangkan faktor antropogenik yang turut memicu peningkatan GRK di atmosfer berasal dari pembakaran bahan bakar fosil.

Besarnya dampak perubahan iklim terhadap pertanian tergantung pada tingkat dan laju perubahan iklim dan sifat dan kelenturan sumberdaya dan sistem produksi pertanian. Sektor pertanian merupakan sektor yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim yang terjadi akibat pemanasan global. Perubahan iklim dapat memicu perubahan musim, pola tanam, waktu tanam, produksi dan kualitas hasil pertanian (Hidayati dan Suryanto, 2015).

Surmaini *et al.*, (2011) menyatakan bahwa terdapat tiga faktor penting dalam perubahan iklim global yang berdampak pada sektor pertanian yaitu perubahan pola hujan, meningkatnya kejadian cuaca ekstrim (banjir dan kekeringan), peningkatan suhu udara dan permukaan air laut.

Perubahan iklim dapat menimbulkan dampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap produksi pertanian. Dampak langsung yang ditimbulkan dari perubahan iklim yaitu menurunnya produksi pertanian akibat dari kenaikan suhu, salinitas tanah, serta musim kemarau atau penghujan yang panjang. Sedangkan dampak tidak langsung yaitu berkurangnya pasokan air irigasi, berkurangnya luas lahan potensial di kawasan pesisir akibat rob, munculnya hama dan penyakit yang baru, dan lain sebagainya (Faqih dan Boer, 2013). Oleh karena itu sektor pertanian harus mampu beradaptasi dengan perubahan iklim untuk tetap dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan produktivitas pertanian untuk beberapa dekade mendatang guna memenuhi kebutuhan pangan yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi penduduk global.

Perubahan iklim mengakibatkan peningkatan curah hujan di wilayah tertentu dan sekaligus kekeringan di tempat yang lain (Kusnanto, 2011). Kejadian banjir dan kekeringan dapat mengganggu tanaman dari persemaian hingga panen. Gangguan tanam bisa berupa gagal tanam setelah semai, tanaman rusak karena banjir, bahkan puso. Selain itu, peningkatan intensitas banjir secara tidak langsung akan

mempengaruhi produksi karena meningkatnya serangan hama dan penyakit tanaman.

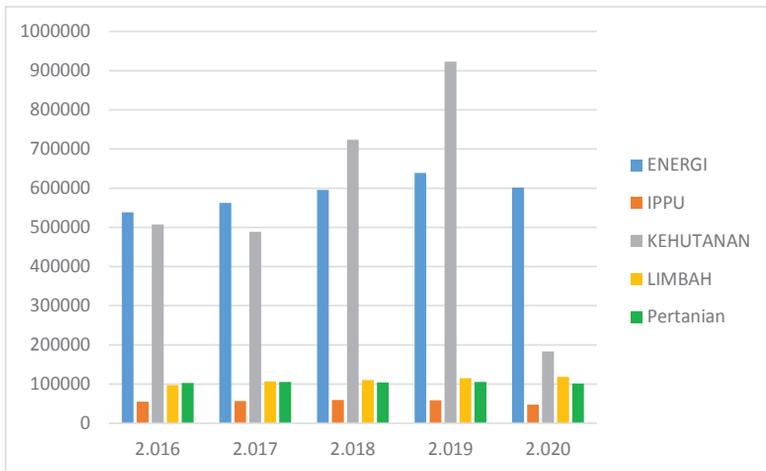
a. Gas Rumah Kaca (GRK)

Gas Rumah kaca merupakan sekumpulan gas di atmosfer yang mampu menahan panas seperti dinding-dinding kaca dari sebuah rumah kaca. Kemampuan GRK menahan panas tersebut biasa dikenal dengan sebutan efek rumah kaca. Efek rumah kaca terjadi secara alamiah untuk melindungi makhluk hidup di muka bumi agar nyaman. Tanpa efek rumah kaca, suhu rata-rata bumi berkisar minus 19°C atau 19°C di bawah suhu air yang membeku (es). Secara alami, GRK berasal dari respirasi tumbuhan, pelapukan bahan organik, aktivitas gunung berapi dan sebagainya. Secara alami, GRK merupakan bagian dari atmosfer bumi yang berfungsi menyerap radiasi matahari dan melepaskan energi yang terserap tersebut ke atmosfer.

Menurut konvensi PBB mengenai Perubahan Iklim (UNFCCC), ada 6 jenis gas yang digolongkan sebagai Gas Rumah Kaca (GRK), yaitu: Karbondioksida (CO_2), Nitrogen oksida (N_2O), Metana (CH_4), Sulfur heksaflorida (SF_6), Perfloro karbon (PFCs), dan Hidrofloro karbon (HFCs) (Killeen 1996). Sumber utama GRK dari sektor pertanian terdiri atas CO_2 , N_2O dan CH_4 . Gas CO_2 diserap dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan dilepaskan melalui respirasi, dekomposisi, dan pembakaran bahan organik. Gas N_2O diemisikan sebagai efek samping proses nitrifikasi dan denitrifikasi, sedangkan gas CH_4 diemisikan melalui proses metanogenesis pada

kondisi anaerob dalam tanah, penyimpanan pupuk kandang melalui proses *enteric fermentation*, dan akibat pembakaran bahan organik tidak sempurna. Gas lain yang dihasilkan pada proses pembakaran adalah NO_2 , NH_3 , NMVOC dan CO yang disebut emisi tidak langsung. Gas-gas tersebut merupakan pemicu (*precursor*) dalam pembentukan GRK di atmosfer. Emisi tidak langsung juga terjadi dari proses pencucian atau aliran permukaan yang membawa senyawa nitrogen, terutama NO_3 yang kemudian dapat dikonversi menjadi N_2O melalui proses denitrifikasi.

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang berperan sebagai penyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sekaligus korban (Surmaini *et al.*, 2011).



Gambar 2. EMISI GRK (Gg CO₂) dari tahun 2016-2020

Sumber Gambar: Balingtan, 2021¹

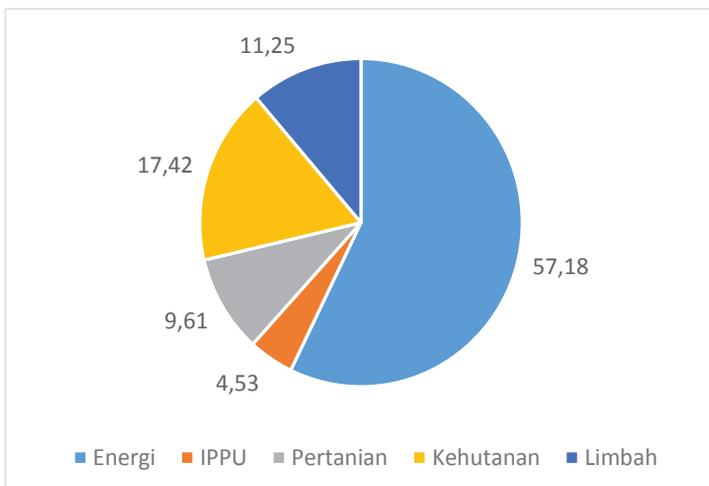
¹ Disampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2021

Tabel 1. Emisi GRK Sektor Pertanian Selama 5 Tahun²

SEKTOR	EMISI GRK (Gg _{CO2}) Pada Tahun				
	2016	2017	2018	2019	2020
ENERGI	538.084	562.306	595.620	638.981	601.756
IPPU	55.232	56.395	59.153	58.701	47.666
PERTANIAN	102.640	105.363	104.053	105.301	101.129
KEHUTANAN	507.652	488.517	723.510	922.825	183.355
LIMBAH	97.382	107.097	110.079	115.113	118.394

Beberapa kategori sumber emisi dari sektor pertanian antara lain: budidaya konvensional, peternakan, pembakaran biomassa residu pertanian, aplikasi kapur pertanian dan pupuk urea pada lahan pertanian, emisi dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung dari tanah terkelola. Selain sebagai penyumbang, sektor pertanian berperan dalam upaya penurunan emisi gas rumah kaca. Upaya untuk menekan meningkatnya pemanasan global dan perubahan iklim sangat mendesak dan penting dilakukan, jika upaya mitigasi tidak dilakukan maksimal yang mengakibatkan peningkatan suhu udara tidak dapat ditekan maka dapat berdampak lebih luas ke segala aspek kehidupan manusia.

² Disampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2021



Gambar 3. Sektor-sektor penghasil GRK pada tahun 2020
 Sumber Gambar: Balingtan, 2021³

b. Dampak Perubahan Iklim terhadap Sub Sektor Hortikultura

Perubahan Iklim juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang tidak stabil sebagai contoh curah hujan yang tidak menentu, sering terjadi badai, suhu udara yang ekstrim, arah angin yang berubah drastis, dan sebagainya (Ratnaningayu, 2009). Perubahan iklim global akan mempengaruhi banyak hal, termasuk empat unsur iklim dan komponen alam yang sangat erat kaitannya dengan pertanian, yaitu: (1) naiknya suhu udara yang juga berdampak terhadap unsur iklim lain, terutama kelembaban dan dinamika atmosfer, (2) berubahnya

³ Disampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2021

pola curah hujan, (3) makin meningkatnya intensitas kejadian iklim ekstrim (anomali iklim) seperti ElNino dan La-Nina, dan (4) naiknya permukaan air laut akibat pencairan gunung es di kutub utara. (Direktorat Pengelolaan Air, 2009).

Hortikultura merupakan salah satu komoditas pertanian andalan yang sangat rentan terhadap perubahan iklim. Peningkatan dan penurunan curah hujan, suhu dan kelembapan, kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hortikultura. Salah satu faktor penting yang menjadi pembatas dalam pengembangan hortikultura adalah faktor keterbatasan air yang erat kaitannya dengan jumlah dan distribusi curah hujan pada suatu wilayah. Curah hujan yang rendah atau distribusi hujan yang tidak merata menyebabkan terjadinya defisit air atau kekeringan fisiologis yang berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman hortikultura. Keterbatasan air akan meningkatkan induksi bunga, sehingga akan meningkatkan produksi pada musim tersebut. Namun imbas dari meningkatnya produksi yang "tidak wajar" pada musim kemarau akan menyebabkan produksi musim berikutnya turun drastis. Pergeseran musim kemarau ke musim hujan yang tidak teratur akan menyebabkan perubahan musim berbunga di suatu lokasi menjadi berubah, sehingga pola musim panen buah berubah.

Perubahan iklim merupakan hal yang alami, karena adanya keragaman proses kosmologi dan geologi. Perubahan iklim mengacu pada perubahan tambahan yang

cepat karena tindakan manusia, yang dapat menghancurkan dasar kehidupan di dunia. Perubahan iklim seperti fenomena banjir dan kekeringan serta terjadinya perubahan pola hujan, fluktuasi suhu dan kelembaban udara dapat memengaruhi usahatani hortikultura yang dampaknya berakibat pada gagal panen dan menurunkan produksi komoditas hortikultura. Kekeringan dapat mengurangi luas tanam dan luas panen, menurunkan hasil produksi utamanya pada tanaman hortikultura yang membutuhkan banyak air khususnya seperti beberapa komoditas sayuran. Ketersediaan air dalam hal ini erat kaitannya dengan jumlah dan distribusi curah hujan yang ada di suatu wilayah. Curah hujan rendah serta distribusi hujan yang tidak merata dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan defisit air pada area pertanaman dan terjadinya kekeringan fisiologis yang kurang baik bagi pertumbuhan tanaman.

Curah hujan ekstrem pada satu musim tertentu juga berimbas buruk pada tanaman sayuran (cabai, bawang merah), yang memiliki pengaruh langsung yaitu menimbulkan kerusakan dan tanaman muda mati, sedangkan secara tidak langsung memicu serangan OPT terutama penyakit dari golongan cendawan (*Antaknosa*, Layu *Fusarium*) dan bakteri (Layu bakteri), sehingga produktivitas rendah sekitar 20-25%, bahkan gagal panen ditambah lagi produksi benih sayuran turun sekitar 50%. Kejadian La Nina atau curah hujan hampir sepanjang tahun selama tahun 2010 menyebabkan anjloknya produksi beberapa komoditas hortikultura baik kuantitas maupun kualitas seperti mangga, apel, pisang dan

jeruk turun produksinya 20-25%, manggis turun 15-20%, beberapa jenis sayuran turun 20-25%.

Bawang merah, salah satu komoditas hortikultura pengendali inflasi dan stabilitas harga komoditas strategis dalam pengembangan hortikultura, sangat peka terhadap perubahan iklim. Peningkatan curah hujan menyebabkan produksi cabai menurun dan kualitas produk menjadi kurang berkualitas, sehingga terjadi kelangkaan komoditas. Secara normal, terjadinya penurunan produksi menyebabkan ketidakseimbangan antara produksi dengan kebutuhan pasar sehingga harga bawang merah meningkat. Tanaman bawang merah yang ditanam pada lahan terbuka selain sangat peka terhadap anomali curah hujan (kekeringan dan banjir), juga peka terhadap suhu dan radiasi. Pada kondisi curah hujan tinggi tanaman cabai sangat peka terhadap wabah penyakit antraknosa dan *Phytophthora* dan berdampak terhadap penurunan hasil bawang merah.

Kondisi curah hujan yang tinggi menyebabkan aerasi tanah menurun sehingga mempengaruhi penetrasi akar dan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan fotosintesis tanaman. Bawang merah juga sangat sensitif terhadap genangan (kebanjiran) terutama pada saat pembentukan umbi dengan risiko kehilangan hasil mencapai 30-40%. Tingkat kerusakan bahkan bisa mencapai lebih dari 50% tergantung pada durasi dan tingkat stresnya.

c. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Perkembangan OPT

Peningkatan emisi gas rumah kaca diketahui telah menimbulkan adanya pemanasan global. Perubahan iklim karena pemanasan global (*global warming*) telah mengubah kondisi iklim global, regional, maupun lokal. Hal ini karena iklim merupakan unsur utama yang berpengaruh dalam sistem metabolisme dan fisiologi tanaman, maka perubahan iklim global akan berdampak buruk terhadap keberlanjutan ketahanan tanaman. Perubahan iklim global akan mempengaruhi setidaknya tiga unsur iklim dan komponen alam yang sangat erat kaitannya dengan pertanian, yaitu : (a) naiknya suhu udara yang juga berdampak terhadap unsur iklim lain, terutama kelembaban dan dinamika atmosfer, (b) berubahnya pola curah hujan, (c) makin meningkatnya intensitas kejadian iklim ekstrim (anomali iklim) seperti *El-Nino* dan *La-Nina*, dan (d) naiknya permukaan air laut akibat pencairan gunung es di kutub. Pemanasan global juga dapat menyebabkan peningkatan intensitas kejadian iklim ekstrim (*el-nino* dan *la-nina*) dan ketidakteraturan musim.

Sektor Hortikultura 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 melalui serangan OPT, fluktuasi suhu dan kelembaban udara yang semakin meningkat yang mampu menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan OPT merupakan beberapa pengaruh

perubahan iklim yang berdampak buruk terhadap pertanian di Indonesia (Iwantoro, 2008).

Organisme pengganggu tumbuhan 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 dinamika faktor iklim, sehingga tidak heran kalau pada musim hujan dunia pertanian banyak disibukkan oleh masalah penyakit tanaman, sementara pada musim kemarau banyak masalah 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 digeneralisasi 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, hama dan penyakit tanaman bersifat dinamis dan perkembangannya dipengaruhi oleh lingkungan biotik (fase pertumbuhan

tanaman, populasi organisme lain, dan lain-lain) dan abiotik (iklim, musim, agroekosistem, dan lain-lain). Pada dasarnya semua organisme dalam keadaan seimbang (terkendali) jika tidak terganggu keseimbangan ekologiannya. Di lokasi tertentu, hama dan penyakit tertentu sudah ada sebelumnya atau datang (migrasi) dari tempat lain karena tertarik pada tanaman padi yang baru tumbuh.

Perubahan iklim, stadia tanaman, budidaya, pola tanam, keberadaan musuh alami, dan cara pengendalian mempengaruhi dinamika perkembangan hama dan penyakit. Pada musim hujan, hama dan penyakit yang biasa merusak.

Beberapa dampak yang disebabkan karena perubahan iklim terhadap perkembangan hama tanaman antara lain sebagai berikut :

1. Terganggunya keseimbangan antara populasi hama, musuh alami dan tanaman inangnya.
2. Pengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap insect survival, perkembangan, daerah sebar dan dinamika populasi.
3. 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.
4. Temperatur yang meningkat dapat menyebabkan serangga hama yang semula hidup di belahan selatan

- bumi dapat melakukan invasi ke belahan utara bumi (contoh: kumbang pinus).
5. Meningkatnya kadar CO₂ udara dapat menurunkan kualitas pakan serangga pemakan tumbuhan, sebagai akibat dari meningkatnya kadar nitrogen pada daun sehingga berakibat pada melambatnya perkembangan serangga.
 6. Perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan fenologi dan kisaran inang serangga.

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/stress yang dialami inangnya.
5. Berkurangnya hari hujan diperkirakan dapat menurunkan serangan patogen yang menyerang daun.

6. Peningkatan konsentrasi CO₂ di udara mengakibatkan meningkatnya fekunditas dan *agresiveness* patogen (Coakley et al., 1999).
7. Beberapa hasil penelitian menunjukkan setiap peningkatan suhu sebesar 1°C dapat mempercepat terjadinya penyakit hawar daun kentang (4-7 hari lebih cepat).

Hama maupun patogen merupakan makhluk hidup yang dalam aktifitasnya sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. Terjadinya suatu penyakit tanaman akan dipengaruhi oleh tiga faktor penting yaitu tanaman inang yang rentan (*susceptible host*), patogen yang virulen serta kondisi lingkungan yang sesuai. Apabila ketiga faktor tersebut tercapai maka penyakit tanaman akan muncul.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan penyakit di antaranya suhu rendah yang dapat meningkatkan intensitas penyakit, kelembaban dan curah hujan yang tinggi cenderung meningkatkan intensitas serangan penyakit. Hal ini tentunya mengindikasikan bahwa faktor lingkungan merupakan faktor penting dalam mendukung terjadinya penyakit tanaman.

Begitu juga dengan serangan hama tanaman akan sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. Beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan hama di antaranya adalah suhu, curah hujan, kelembaban dan kualitas pakan. Setiap peningkatan suhu sebesar 2°C akan mengakibatkan peningkatan satu hingga lima siklus hidup

serangga per musim. Namun, beberapa serangga hama juga akan mengalami penghambatan pertumbuhan ketika terjadi suhu yang esktrim panas atau esktrim dingin.

III. Adaptasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Sub Sektor Hortikultura

Peningkatan Gas Rumah Kaca yang mengakibatkan perubahan iklim menjadi tantangan bagi sektor pertanian khususnya sub sektor hortikultura. Penanganan dampak perubahan iklim memerlukan kerjasama serta peran aktif berbagai pihak melalui upaya adaptasi dan mitigasi. (Surmaini, *et al.* 2011).

Salah satu kontributor terhadap emisi gas rumah kaca berasal dari sektor pertanian yaitu gas CO₂, CH₄ dan N₂O. Penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang berlebihan merupakan salah satu faktor penyebab penurunan kualitas lingkungan. Sehingga harus ada tindakan yang dapat dilakukan terhadap perubahan iklim diantaranya yaitu mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Adaptasi merupakan upaya untuk mengatasi dampak perubahan iklim sehingga mampu mengurangi dampak negatif dan mengambil manfaat positifnya. Sedangkan untuk tindakan mitigasi merupakan upaya dalam mengatasi penyebab perubahan iklim melalui kegiatan yang dapat menurunkan emisi atau meningkatkan penyerapan gas rumah kaca. Tindakan yang dapat dilakukan untuk penurunan emisi di sektor pertanian terutama pada tanaman hortikultura seperti aneka cabai dan bawang merah adalah dengan memilih varietas tanaman yang adaptif terhadap perubahan lingkungan yang ekstrim terutama kekeringan dan banjir serta tahan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT).

Upaya adaptasi yang dapat dilakukan oleh petani untuk menghadapi perubahan iklim diantaranya :

1. Memperoleh pengetahuan dan informasi terkait perubahan iklim, peringatan dini (*Early Warning System*) dan sistem informasi iklim.
2. Menyesuaikan kalender tanam dan jenis komoditas yang akan ditanam.
3. Memilih dan mengembangkan jenis dan varietas tanaman yang tahan terhadap perubahan iklim diantaranya tahan kekeringan, tahan genangan dan tahan terhadap air payau
4. Menerapkan teknologi hemat air, sistem irigasi berselang dan efisiensi penggunaan air seperti irigasi tetes dan pemberian mulsa.
5. Melakukan penanaman lebih dari satu jenis tanaman (tumpang sari).
6. Mengembangkan teknologi pengelolaan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman
 - Mengembangkan sistem integrasi tanaman-ternak (*crop livestock system* atau CLS) untuk mengurangi resiko dan optimalisasi penggunaan sumber daya lahan
 - Mengembangkan sistem perlindungan usaha tani dari kegagalan akibat perubahan iklim atau *crop weather insurance* (Nugroho, 2016).

Adanya upaya adaptasi ini diharapkan dapat mengatasi ancaman perubahan iklim terhadap sektor pertanian diantaranya yaitu kegagalan panen yang berakibat pada penurunan produktifitas

dan ancaman lingkungan seperti peningkatan emisi gas rumah kaca. Upaya adaptasi dilakukan sebagai upaya dalam penyesuaian menghadapi dampak perubahan iklim yang mengakibatkan produksi pertanian tidak maksimal. Teknologi adaptasi meliputi penyesuaian waktu tanam, penggunaan varietas unggul tahan kekeringan, rendaman dan salinitas serta pengembangan pengelolaan air.

Upaya Mitigasi yang dapat dilakukan terhadap sub sektor hortikultura.

1. Pengembangan Kawasan Kebun Pekarangan dengan tanaman kelapa, kopi mangga, lengkung dan lain-lain untuk perbanyak penyerapan CO₂ dan mengurangi pemanasan global
2. Rehabilitasi Lahan-lahan Kritis dalam rangka mengurangi pemanasan global dengan tanaman buah-buahan: durian, mangga, nangka, manggis, rambutan, pisang, matoa, sukun, dll dan tanaman perkebunan: kopi, kakao, pala, kelapa dan lain-lain yang relatif tahan kekeringan sebagai sumber nutrisi dan peningkatan ekonomi
3. Mengurangi *food losses*. *Food losses* mengurangi efisiensi dan meningkatkan emisi gas rumah kaca terutama gas metan (CH₄)
4. Bimbingan teknis Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim

IV. Sumber Emisi GRK Sub Sektor Hortikultura

Sumber emisi dari sektor pertanian berasal dari aktivitas pertanian seperti; sistem pencernaan hewan (*enteric fermentation*), limbah kotoran ternak, pembakaran padang rumput, pembakaran biomassa pertanian, pengolahan tanah pertanian, penggunaan pupuk urea, penggunaan kapur pertanian, dan sistem budidaya padi sawah..

Aplikasi pupuk urea pada lahan pertanian berpotensi menghasilkan emisi CO₂. Emisi CO₂ terjadi karena urea berubah menjadi ammonium (NH₄⁺), ion hidroksil (OH⁻), dan bikarbonat (HCO₃⁻) apabila bertemu dengan air dan enzim urease. Proses ini hampir sama dengan penambahan kapur di tanah, dimana bikarbonat yang terbentuk berubah menjadi CO₂ dan air. Emisi CO₂ yang berasal dari aplikasi pupuk urea bervariasi tergantung pada praktek manajemen budidayanya (Iqbal, dkk. 2009).

Beberapa sumber N yang menyebabkan emisi langsung N₂O (Grace, 2017):

1. N dari pupuk Urea, ZA dan NPK (pupuk buatan)
2. N dari bahan atau pupuk organik (pukan, kompos)
3. N dari sisa tanaman
4. N dari mineralisasi yang berhubungan dengan BO tanah

Emisi N_2O tidak langsung dari tanah yang dikelola merupakan N_2O yang dihasilkan karena perpindahan N sistem pertanian ke dalam tanah dan permukaan air melalui drainase dan aliran permukaan, yang teremisi sebagai amonia atau oksida nitrogen yang terdeposisi dan menyebabkan produksi N_2O .

Beberapa sumber N dari emisi N_2O tidak langsung:

1. Jumlah N dari pupuk Urea, ZA dan NPK (pupuk buatan)
2. Jumlah N dari bahan atau pupuk organik (pukan, kompos)
3. Jumlah N dari sisa tanaman
4. Jumlah mineralisasi N yang berhubungan dengan hilangnya BO tanah

Pemberian secara rutin pupuk organik selain memperbaiki struktur dan aerasi tanah tanah juga dapat mengurangi emisi CO_2 jika sebagian pupuk urea sebagai sumber nitrogen dapat digantikan oleh pupuk organik.

V. Budidaya Komoditas Bawang Merah (Konvensional dan Ramah Lingkungan)

Bawang merah sebagaimana juga cabai merupakan salah satu komoditas strategis yang memiliki nilai ekonomi penting di Indonesia. Hal tersebut dapat dirasakan saat fluktuasi harganya mempengaruhi inflasi. Untuk menopang kebutuhan nasional diperlukan peningkatan produktivitas bawang merah dan ketersediaan lahan yang cukup luas. Namun kebutuhan yang tinggi terhadap bawang merah tersebut tidak diiringi dengan kontinuitas lahan agar tetap produktif. Hal tersebut disebabkan pemakaian pupuk anorganik atau kimia yang cukup tinggi dan pestisida kimia sintetik dengan dosis yang tidak sesuai rekomendasi sehingga menurunkan kualitas lahan dan produksi bawang merah.

Pemakaian pupuk anorganik dan pestisida kimia sintetik yang cukup tinggi akan menyebabkan kerusakan struktur kimia dan biologi tanah. Mutu tanah pertanian ditentukan antara lain oleh kandungan bahan organik tanah. Berbagai hasil penelitian juga mengindikasikan bahwa sebagian besar lahan mengalami degradasi yang disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik atau sintesis secara terus menerus. Dengan latar belakang tersebut, secara tidak langsung turut mempengaruhi kadar pelepasan gas rumah kaca dari lahan ke atmosfer.

Oleh karena itu Direktorat Perlindungan Hortikultura melakukan pengukuran konsentrasi gas rumah kaca pada

beberapa lahan bawang merah di Pulau Jawa. Dengan mengetahui kadar konsentrasi gas rumah kaca di lahan bawang merah baik pada lahan yang teraplikasi pupuk anorganik maupun organik maka petani memiliki landasan yang kuat untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan di lahannya. Teknologi ramah lingkungan tersebut antara lain pemakaian pupuk organik yang sesuai rekomendasi pemerintah sehingga dapat meningkatkan produktivitas bawang merah dan keberlangsungan lahan.

VI. Teknik Pengukuran Emisi GRK

A. Bahan dan Alat yang Digunakan (Balingtan, 2022⁴)

Pengukuran emisi GRK dengan menggunakan *close chamber technique* (IAEA,1993).

- Alat yang digunakan ialah
 - a. Sungkup terbuat dari polycarbonate dengan kerangka dan penampang terbuat dari aluminium. Ukuran sungkup 40 cm x 20 cm x 30 cm berfungsi untuk menangkap contoh gas CO₂ dan N₂O. Bagian-bagiannya adalah :
 - Headspace, berfungsi untuk mengetahui tinggi ruang udara pada sungkup.
 - Pada bagian atas sungkup dilengkapi dengan lubang yang ditutup dengan septum untuk mengambil contoh gas serta lubang untuk tempat termometer.
 - b. Vial
Vial digunakan untuk menampung gas sampel sebelum dianalisis di laboratorium. Vial terbuat dari bahan kaca dan tertutup karet plastik anti bocor untuk menjaga sample tetap aman.

4 Disampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2022



Gambar 4. Vial

c. *Syringe*/Jarum suntik

Syringe ini telah dirangkai dengan dilengkapi *three way stop cock*. *Syringe* difungsikan untuk alat bantu pengambilan sampel gas dari chamber untuk dipindah dalam vial melalui jarum suntik.



Gambar 5. Rangkaian *Syringe* dan *three way stop cock*

d. *Three way stop cock*

alat bantu untuk mengatur/mengunci aliran udara dalam *syringe*. Sehingga, gas yang telah terperangkap dalam *syringe* aman/tidak bocor.



Gambar 6. *Three Way Stop Cock*

e. Septum

Septum/penyumbat/penutup digunakan untuk menutup lubang udara pada chamber sehingga tidak ada kebocoran gas. Gas tetap terperangkap dengan konsentrasi tidak berkurang kecuali pada saat diambil menggunakan *syringe*. Alat ini terbuat dari karet silicon yang kuat.



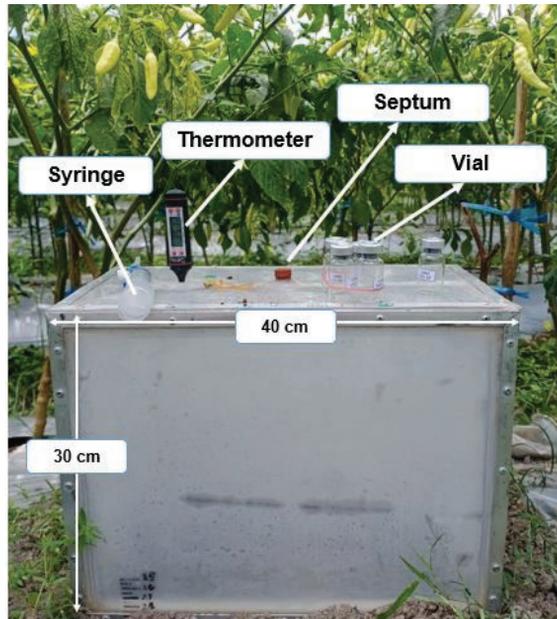
Gambar 7. Septum

- f. Vacuum pump
- g. Thermometer

Termometer digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu di dalam sungkup/chamber. Setiap pengukuran, nilai suhu akan dicatat begitupun setiap perubahannya pada setiap interval waktu yang telah ditentukan.



Gambar 8. Thermometer



Gambar 9. Rangkaian Alat Pengukuran GRK

B. Langkah-langkah Pengambilan Sampel Emisi GRK (Balingtan, 2022⁵)

• Prosedur Pengambilan Sampel

1. Waktu pengambilan terbaik adalah pagi hari (06.00-08.00), namun pengambilan juga dapat dilakukan pada siang (12.00) atau sore hari.
2. Chamber/sungkup diatur pada posisi rata dan terjaga agar gas yang tertampung dalam sungkup tidak bocor.
3. Sungkup diletakkan diantara tanaman dengan pemilihan titik yang dapat mewakili lahan
4. Termometer dipasang pada lubang yang ada pada bagian atas sungkup.
5. Sebelum pengambilan contoh gas, penutup karet (septum) pada tempat pengambilan sampel udara di buka \pm 2-3 menit agar konsentrasi udara dalam sungkup menjadi stabil.
6. Lakukan pengambilan dengan *syringe* secara perlahan (2-3 kali suntikan/injek) agar gas yang diambil homogen
7. Masukkan sampel gas ke dalam vial sesuai dengan waktu pengambilan dan kode perlakuannya
8. Simpan vial di tempat sejuk, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisa

⁵Disampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2022

- **Interval Pengambilan Sampel Lahan Bawang Merah**

Interval waktu pengambilan yakni 10, 20, 30, 40 dan/atau 50 menit.

Pengambilan paling minimal 4 kali selama budidaya bawang merah, yakni:

1. Sebelum tanam (setelah olah tanah) 7-15 hari sebelum tanam,
2. Pertumbuhan (0-30 HST),
3. Pertumbuhan (30-60 HST),
4. Setelah panen (60-70+ HST),

- **Pengambilan terbaik dilakukan setiap 1 minggu sekali atau sebelum dan setelah pemupukan**

C. Perhitungan Emisi GRK

$$E = \frac{dc}{dt} \times \frac{Vch}{Ach} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273.2}{(273.2 + T)}$$

E : Emisi gas CH₄, CO₂ Dan N₂O(mg/m²/hari)

dc/dt : Perbedaan [CH₄ CO₂ dan N₂O] per waktu (ppm/menit)

Vch : Volume sungkup (m³)

Ach : Luas sungkup (m²)

mW : Berat molekul CH₄ , CO₂ , N₂O(g)

mV : Tetapan volume molekul gas (22.41 l)

T : Suhu rata-rata selama pengambilan sampel (°C)

Nilai 273.2 : Tetapan suhu kelvin

VII. Hasil Pengukuran GRK pada Bawang Merah

A. Hasil Pengukuran GRK Bawang Merah Kab. Bantul



Gambar 10. Pengambilan sampel GRK

Pengukuran dilakukan oleh Direktorat Perlindungan Hortikultura bekerjasama dengan Balai Penerlitan Lingkungan Pertanian, Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Prov. Yogyakarta di Desa Selopamioro, Kec. Imogiri, Kab. Bantul Prov. Yogyakarta.

Pengambilan sampel emisi GRK dilakukan sebanyak lima kali selama 2 bulan pada bulan Mei - Juni 2021. Pangambilan sampel GRK dilakukan tiap 2 minggu sekali dari pra-tanam hingga pasca panen.

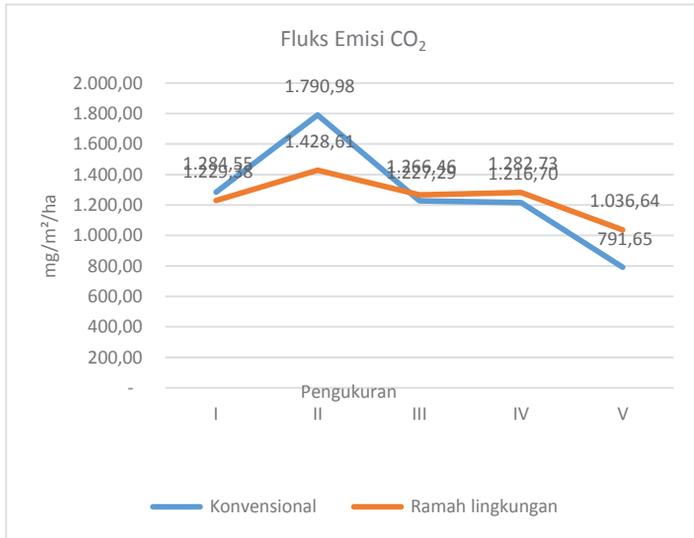
Kawasan pertanaman bawang merah konvensional memiliki luasan ± 54 ha. Pada pengelolaannya, lahan konvensional diberikan 40 kg NPK saat pemupukan pertama, 40 kg NPK setelah 12 hari tanam, dan 40 kg NPK saat 25 hari setelah tanam. Sementara pupuk lain yang digunakan adalah Za dan pupuk kandang sebanyak 30 sak per hektar. Pengolahan lahan menggunakan cultivator dan rotary. Sedangkan, system irigasi dilakukan setiap 2 hari dengan Teknik kocor sampai dengan 60 hari. Pengendalian OPT di lahan dengan menggunakan PGPR dan *Trichoderma*.

Kawasan pertanaman bawang merah ramah lingkungan memiliki luasan ± 110 ha dengan potensi kawasan 160 ha. Pada pengelolaannya, pemupukan pada pertanaman bawang merah ramah lingkungan dilakukan sekali saat menjelang tanam dengan dosis pupuk 2 - 3,5 ton per 1000 m³, dengan jenis pupuk yang diberikan pupuk kandang sapi. Teknik irigasi yang diberikan adalah kocor saat awal pertanaman, setelah 1 bulan dilakukan pengairan dengan springkle. Pengendalian OPT di lahan dengan menggunakan PGPR dan *Trichoderma*.

Pada pengukuran emisi CO₂ yang telah dilakukan didapatkan data fluks CO₂ yang fluktuatif. Data emisi CO₂ konvensional pada pengukuran I sampai ke pengukuran II mengalami peningkatan dan mengalami penurunan pada fase pertumbuhan selanjutnya, hal ini dikarena adanya peningkatan penutupan kanopi tanaman hingga pasca panen (Suwandi, *et al.* 2015).

Tabel 2. Hasil Pengukuran Emisi CO₂ Kab. Bantul

Pengambilan (Emisi CO ₂)	Konvensional (mg/m ² /hr)	Ramah Lingkungan (mg/m ² /hr)
I	1.284,55	1.229,38
II	1.790,98	1.428,61
III	1.227,29	1.266,46
IV	1.216,70	1.282,73
V	791,65	1.036,64



Gambar 11. Grafik Pengukuran Gas CO₂ Kab. Bantul

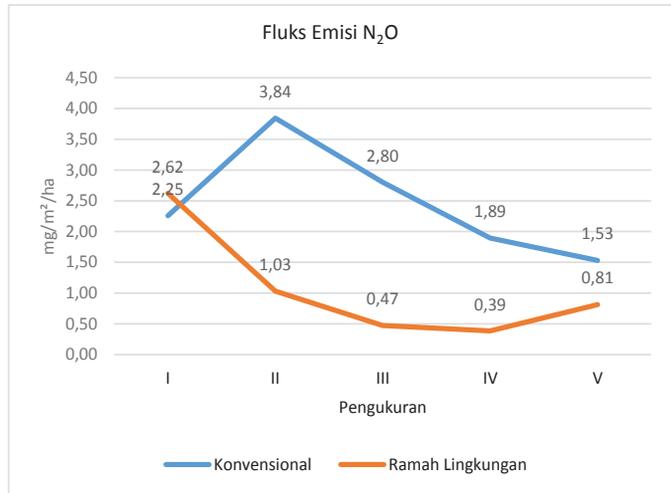
Emisi CO₂ pada budidaya bawang merah ramah lingkungan menghasilkan emisi CO₂ lebih rendah dari budidaya konvensional, hal ini dikarenakan penggunaan pupuk yang bersifat *slow release* dan pupuk organik dapat menekan besaran fluks CO₂ pada tanaman budidaya ramah lingkungan (Suwandi, dkk, 2015).

Pertanian konvensional khususnya dengan pemberian pupuk N yang tinggi merupakan salah satu sumber dari emisi gas rumah kaca N₂O. Dinitrogen oksida (N₂O) dihasilkan secara alami di dalam tanah melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Nitrifikasi adalah oksidasi amonium menjadi nitrat oleh mikroorganisme secara aerobik, sedangkan denitrifikasi adalah reduksi nitrat menjadi gas N₂ oleh mikroorganisme secara anaerobik. N₂O merupakan produk antara dari urutan reaksi denitrifikasi dan merupakan produk samping nitrifikasi yang lepas dari sel mikroorganisme ke dalam tanah dan akhirnya ke atmosfer. Faktor yang berpengaruh dalam pelepasan N₂O adalah ketersediaan nitrogen (N) anorganik di dalam tanah (Balingtan, 2021⁶)

⁶ DIsampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2021

Tabel 3. Hasil Pengukuran Emisi N₂O Kab. Bantul

Pengambilan (Emisi N ₂ O)	Konvensional (mg/m ² /hr)	Ramah Lingkungan mg/m ² /hr)
I	2,25	2,62
II	3,84	1,03
III	2,80	0,47
IV	1,89	0,39
V	1,53	0,81



Gambar 12. Graik Gas N₂O Kab. Bantul

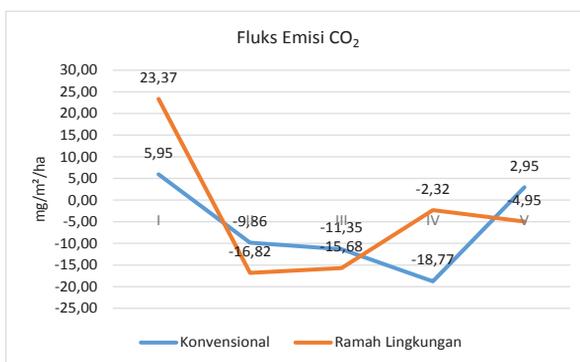
B. Hasil Pengukuran GRK Bawang Merah Kab. Demak

Pengukuran dilakukan oleh Direktorat Perlindungan Hortikultura bekerjasama dengan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Prov. Jawa Tengah di Desa Mijen, Kec. Pasir, Kab. Demak Prov. Jawa Tengah

Pengambilan sampel emisi GRK dilakukan sebanyak lima kali selama 2 bulan pada bulan Juni - Juli tahun 2022. Pengambilan sampel GRK dilakukan tiap 2 minggu sekali dari pra-tanam hingga pasca panen.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Emisi CO₂ Kab. Bantul

Pengambilan (Emisi CO ₂)	Konvensional (mg/m ² /hr)	Ramah Lingkungan (mg/m ² /hr)
I	5,95	23,37
II	-9,86	-16,82
III	-11,35	-15,68
IV	-18,77	-2,32
V	2,95	-4,95



Gambar 13. Grafik Gas CO₂

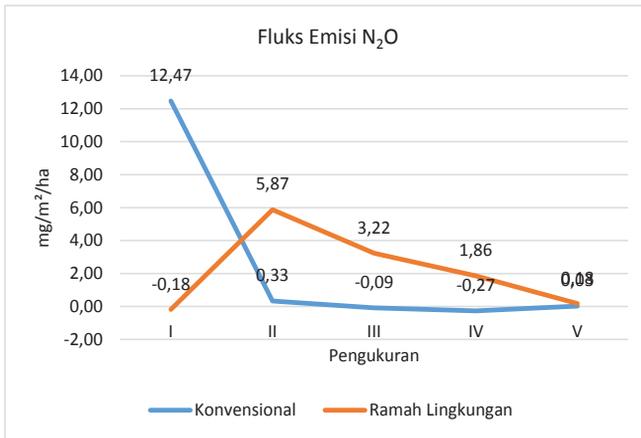
Kawasan pertanaman bawang merah konvensional memiliki luasan ± 54 ha. Pada pengelolaannya, lahan konvensional diberikan pupuk NPK 150 kg/Ha, 60 kg/Ha dan 120 kg/Ha. Sementara pupuk lain yang digunakan adalah KNO Putih 60 kg Ha. Pengolahan lahan menggunakan olah tanah sempurna. Pengairan pada lahan bawang merah menggunakan pompanisasi dari air sungai disekitar

Kawasan pertanaman bawang merah ramah lingkungan memiliki luasan ± 25 ha. Pada pengelolaannya, pemupukan pada pertanaman bawang merah ramah lingkungan menggunakan Kompos 1,44 ton/Ha,. Pengairan pada lahan bawang merah menggunakan pompanisasi dari air sungai disekitar. Pengendalian OPT di lahan dengan menggunakan insektisida nabati, fungisida nabati, *Beauveria bassiana*, *Trichoderma sp.*, PGPR.

Pada pengukuran emisi CO₂ yang telah dilakukan didapatkan data fluks CO₂ yang fluktuatif. Data emisi CO₂ konvensional pada pengukuran I sampai ke pengukuran II mengalami peningkatan dan mengalami penurunan pada fase pertumbuhan selanjutnya, hal ini dikarena adanya peningkatan penutupan kanopi tanaman hingga pasca panen (Suwandi, *et al*, 2015)

Tabel 5. Hasil Pengukuran Emisi CO₂ Kab. Demak

Pengambilan (Emisi N ₂ O)	Konvensional (mg/m ² /hr)	Ramah Lingkungan (mg/m ² /hr)
I	12,47	-0,18
II	0,33	5,87
III	-0,09	3,22
IV	-0,27	1,86
V	0,03	0,18



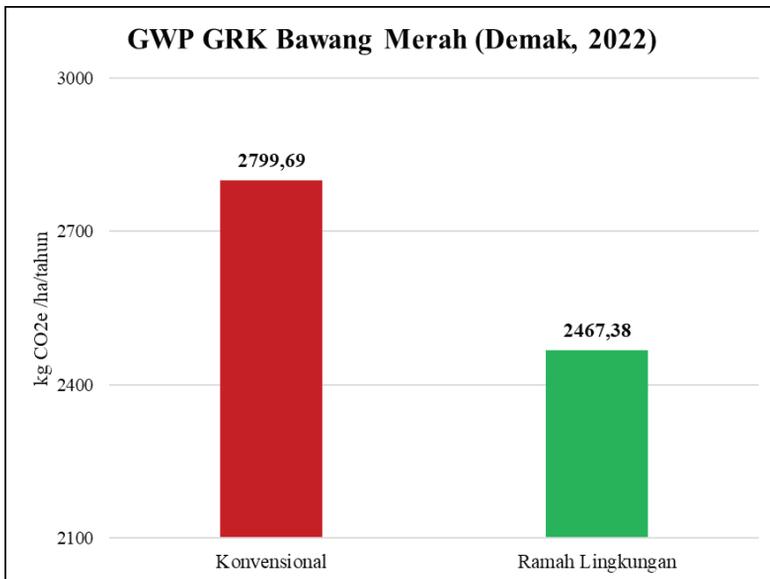
Gambar 14. Grafik Emisi N₂O

Emisi CO₂ pada budidaya bawang merah ramah lingkungan menghasilkan emisi CO₂ lebih rendah dari budidaya konvensional, hal ini dikarenakan penggunaan pupuk yang bersifat *slow release* dan pupuk organik dapat menekan besaran fluks CO₂ pada tanaman budidaya ramah lingkungan (Suwandi, *et al*, 2015).

Pertanian konvensional khususnya dengan pemberian pupuk N yang tinggi merupakan salah satu sumber dari emisi gas rumah kaca N₂O. Dinitrogen oksida (N₂O) dihasilkan secara alami di dalam tanah melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Nitrifikasi adalah oksidasi amonium menjadi nitrat oleh mikroorganisme secara aerobik, sedangkan denitrifikasi adalah reduksi nitrat menjadi gas N₂ oleh mikroorganisme secara anaerobik. N₂O merupakan produk antara dari urutan reaksi denitrifikasi dan merupakan produk samping nitrifikasi yang lepas dari sel mikroorganisme ke dalam tanah dan akhirnya ke atmosfer. Faktor yang berpengaruh dalam pelepasan N₂O adalah ketersediaan nitrogen (N) anorganik di dalam tanah (Balingtan, 2021⁷)

7 Disampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2021

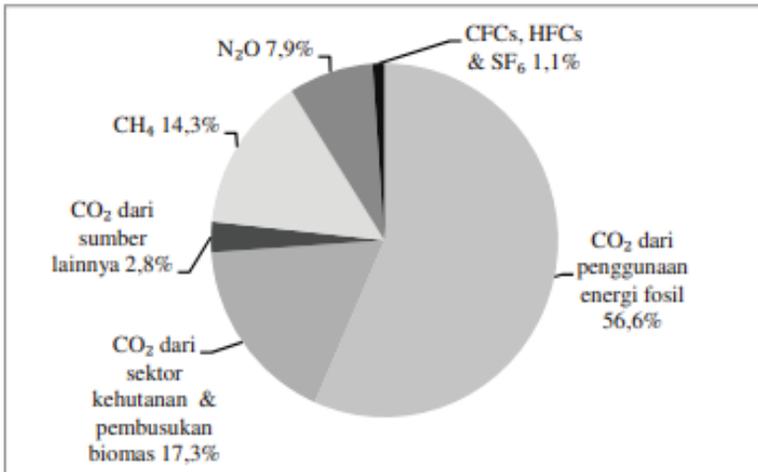
C. Global Warming Potential (GWP)



Gambar 15. GWP Bawang Merah Kab. Merak

Gas-gas yang termasuk golongan GRK yaitu CO₂ dan N₂O akan dihitung besaran nilai potensi pemanasan global (GWP), masing-masing GRK memiliki nilai yang berbeda-beda semakin besar nilai GWP maka akan semakin menyebabkan pemanasan global. Global Warming Potential adalah potensi suatu gas dalam menyebabkan pemanasan global yang diukur secara relatif berdasarkan emisi CO₂ dengan nilai 1 (satu). Sebagai contoh N₂O memiliki nilai GWP 310 artinya setiap unit N₂O memiliki efektivitas 310 kali dibandingkan dengan CO₂ dalam mencegah lepasnya radiasi infra merah

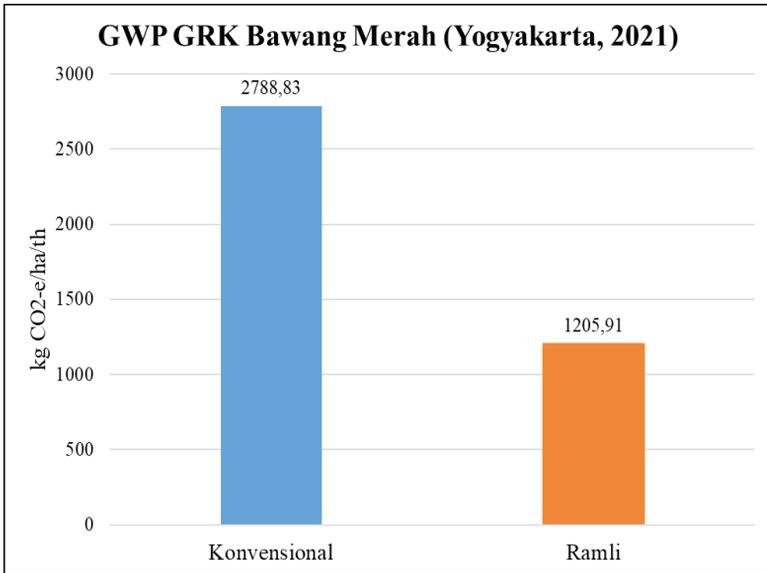
dari atmosfer bumi. Meskipun nilai GWP CO₂ tidak besar, CO₂ merupakan jenis GRK yang konsentrasinya paling besar di atmosfer. Data IPCC (2007) menunjukkan bahwa pada tahun 2004 emisi CO₂ menyumbang 76,7% dari total emisi GRK yang diakibatkan oleh aktivitas manusia, diikuti oleh emisi CH₄ sebesar 14,3%, emisi N₂O sebesar 7,9% dan gas-gas lainnya hanya berkontribusi sebesar 1,1% (Gambar 16)



Gambar 16. Bauran Emisi GRK pada Tahun 2004

Hasil perhitungan GWP pada lahan budidaya bawang merah konvensional lebih besar dari pada lahan ramah lingkungan Gambar 15 dan 17. Hal ini dikarenakan penggunaan pupuk NPK pada lahan konvensional dapat meningkatkan emisi N₂O dan CO₂.

Nilai konsentrasi N₂O pada pengukuran GRK bawang merah relatif lebih kecil dibandingkan dengan konsentrasi CO₂ (Gambar 11, 12, 13 dan 14), namun nilai GWP N₂O sebesar 310 yang artinya kemampuan N₂O dalam menjebak panas dari radiasi sinar inframerah 310 lebih efektif dibandingkan CO₂. Selain itu, N₂O memiliki life time yang relatif lama yaitu 114 tahun yang berarti N₂O lebih lama terurai di atmosfer dibandingkan dengan CO₂ (Naqvi dan Sejian, 2011).



Gambar 17. GWP Bawang Merah Kab. Bantul

Budidaya bawang merah ramah lingkungan bantul dan demak dapat menekan emisi GRK yang dihasilkan sebesar 56% dan 68,71% dibandingkan budidaya konvensional dimasing-masing tempat. Pupuk urea semakin banyak diaplikasikan pada lahan pertanian di Indonesia. Pengaruh aplikasi pupuk urea sangat penting untuk memprediksi trend emisi CO₂ dari lahan pertanian di Indonesia pada masa mendatang dan kemungkinan dapat dijadikan pendekatan untuk mengurangi perubahan iklim melalui praktek pertanian. (Balingtan, 2021⁸).

8 Disampaikan saat pertemuan Penyusunan Bahan Informasi Desember 2021

VIII. Penutup

(Kesimpulan dan Tindak Lanjut)

Perubahan iklim yang terjadi karena akibat pemanasan global yang disebabkan oleh peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang berlangsung dalam jangka waktu lama. Emisi GRK adalah lepasnya gas-gas yang mempunyai efek rumah kaca pada suatu area ke atmosfer dalam jangka waktu tertentu, baik yang disebabkan oleh proses alamiah dan biologi maupun proses kimia dan fisika akibat aktivitas manusia, termasuk pertanian. Peningkatan emisi GRK secara langsung akan meningkatkan konsentrasi GRK di atmosfer yang menyebabkan pemanasan global akibat efek rumah kaca atau terhalangnya panas (*heat*) atau radiasi gelombang panjang ke luar atau ke atmosfer oleh GRK

a. Kesimpulan

1. Perubahan iklim tidak lagi sebagai isu, tetapi telah menjadi kenyataan yang memerlukan tindakan nyata secara bersama pada tingkat global, regional maupun nasional. Dalam menyikapi perubahan iklim, Kementerian Pertanian telah menyusun suatu strategi yang meliputi tiga aspek, yaitu antisipasi, mitigasi, dan adaptasi.

2. Strategi antisipasi dilakukan dengan melakukan pengkajian terhadap perubahan iklim untuk meminimalkan dampak negatifnya terhadap sektor pertanian.
3. Adaptasi merupakan tindakan penyesuaian sistem alam dan sosial untuk menghadapi dampak negatif perubahan iklim. Upaya tersebut akan bermanfaat dan lebih efektif bila laju perubahan iklim tidak melebihi kemampuan upaya adaptasi.
4. Perlu diimbangi dengan upaya mitigasi, yaitu mengurangi sumber maupun peningkatan rosot (penyerap) Gas Rumah Kaca (GRK).

b. Tindak Lanjut

1. Perubahan perilaku curah hujan yang menyebabkan pergeseran musim kemarau dan hujan menyebabkan pola tanam padi saat ini tidak sesuai lagi seperti pada masa-masa lalu.
2. Pada kondisi iklim ekstrem kering, ketersediaan air irigasi menjadi terbatas sehingga menyebabkan produksi menurun karena puso. Pada musim hujan yang ekstrim basah, dimana terjadi genangan banjir juga akan menurunkan produksi. Oleh karena itu, kebutuhan prediksi curah hujan yang akurat yang disertai dengan sosialisasi pergeseran musim tanam di waktu yang tepat akan sangat dibutuhkan di masa yang akan datang untuk meminimalisir kegagalan panen akibat dampak perubahan iklim.

3. Mitigasi perubahan iklim yang bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) dari lahan pertanian serta juga dari sisi mitigasi dapat dilakukan melalui penggunaan varietas rendah emisi, penggunaan pupuk organik, serta penyesuaian teknik budidaya melalui pengelolaan air dan lahan yang dapat menurunkan emisi GRK.
4. Perubahan iklim yang terjadi perlu disikapi dengan meningkatkan konsolidasi dan koordinasi antar stakeholder atas penyebab maupun dampaknya bagi manusia dan lingkungan. Khusus kepada petani, peranan asuransi pertanian perlu lebih disosialisasikan lagi dalam upaya menghindari kerugian petani karena kegagalan panen akibat perubahan iklim baik karena kekeringan maupun serangan hama penyakit.

Daftar Bacaan

- Annisa, W., Pramono, A., Harsanti, E. S., Susilawati, H. L., Santoso, A. A., Yulianingsih, E., & Yunianti, I. F. (2021). *Pengelolaan Lingkungan Pertanian Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Pati: Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Direktorat Pengelolaan Air. (2019). *Pedoman Umum Sekolah Lapang Iklim*. Departemen Pertanian.
- Faqih, A., & Boer, R. (2013). Fenomena Perubahan Iklim Indonesia. In *Politik Pembangunan Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim* (pp. 11-28). IARDD Press.
- Hidayati, I. N., & Suryanto. (2015). Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Produksi Pertanian dan strategi Adaptasi pada lahan Rawan Kekeringan. *Jurnal Ekonomi dan Study Pembangunan*.
- IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, editors. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Hayama: Institute for Global Environmental Strategies (IGES)*.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)]. *Newyork : Cambridge University Press*.

- Kusnanto, H. (2011). *Adaptasi terhadap Perubahan Iklim. Edisi Pertama*. Yogyakarta: Pusat Studi Lingkungan Hidup, UGM,.
- Lestari, F., & Nurlaily, R. (2019). Kajian Persepsi Petani terhadap Teknologi Budidaya Cabai Rawit Ramah Lingkungan dari Persemaian dengan Soil Block di Kab. Temanggung. *Prosiding Konser Karya Ilmiah Nasional* (pp. Hal: 111-118). Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana.
- Naqvi, S., & Sejian, V. (2011). Global CLimate Change: Role of Livestock. *Asian Journal of Agricultural Science*, 19-25.
- Polli, M., Sondakh, T., Raintung, J., Doodoh, B., & T, T. (2019). Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum Annum L.*) Kab. Minahasa Tenggara. *Eugenia* 25 (3):73-77.
- Smith, P., & Olessen, J. E. (2010). Synergies Between The Mitigation of, and Adaptation to, CLimate Change in Agriculture. *Journal Of Agricultural Sciernce. Vol. 148: 543-522*.
- Surmaini, E., Runtunuwu, E., & Las, I. (2011). Upaya Sektor Pertanian dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(1).
- Suwandi, Sopha, GA, & Yufdy, M. (2015, September). Efektivitas Pengelolaan Pupuk Organik, NPK, dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah. *J. Hort. Vol. 25*.
- Wahyudi, J. (2016). Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Litbang Vol. 12*, 104-112.

