



MODUL MATA KULIAH

AGROKLIMATOLOGI PERTANIAN

PENYUSUN

Anita Ninasari, SP., M.Si.
Dr. Abdul Rahmat Mande'a, SP., MP.
Hayun Abdullah, SP., MP.



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS KHAIRUN
2023

KATA PENGANTAR

Segenap Puji Syukur disampaikan Kehadirat Allah SWT Atas Rahmat dan Ridho-Nya sehingga penyusunan modul ini bisa diselesaikan dengan baik. Modul ini disusun sebagai modul pegangan Mahasiswa Universitas Khairun, Fakultas Pertanian Unkhair pada Mata Ajaran Agroklimatologi/Klimatologi Pertanian, untuk memenuhi kebutuhan kompetensi bidang ke agroteknologi, diharapkan modul ini dapat dilaksanakan dengan lancar.

Penyusunan modul ini masih banyak kekurangan, untuk ini diharapkan kritik dan saran untuk pebaikkan dimasa datang tentunya sangat diharapkan.

Ternate, Desember 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

MoDUL 1	6
Pengertian Dan Ruang Lingkup Agroklimatologi Pertanian, Dan Pengaruh Atmosfer Terhadap Kehidupan Dan Pertanian	6
KEGIATAN BELAJAR.....	9
Pengertian Dan Ruang Lingkup Klimatologi Pertanian	9
Latihan	14
Rangkuman.....	14
Tes Formatif 1	16
KEGIATAN BELAJAR 2	20
Atmosfer.....	20
Kunci Jawaban Tes Formatif.....	37
Kegiatan Belajar 3	38
Agroklimatologi Pertanian	38
Penutup	46
Daftar Pustaka.....	47

DAFTAR TABLE

Table 1. Perbedaan antara cuaca dan iklim	9
Table 2. Perbedaan antara meteorologi dan klimatologi	27
Table 3. Perubahan tekanan udara terhadap ketinggian dinyatakan dengan persentase tekanan.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Komposisi Normal Udara Kering di Atmosfer 21

Gambar 2. Pelapisan atmosfer berdasarkan perubahan suhu dan menurut ketinggian di atas permukaan laut 30

MODUL 1

Pengertian dan Ruang Lingkup Agroklimatologi Pertanian, dan Pengaruh Atmosfer terhadap Kehidupan dan Pertanian

PENDAHULUAN

Agroklimatologi berasal dari kata **agro** dan **klimatologi**, yang mana agro berarti pertanian dan klimatologi adalah ilmu yang mempelajari tentang iklim. Kita dapat mengambil kesimpulan bahwa agroklimatologi adalah ilmu yang mempelajari tentang iklim yang berhubungan langsung dengan pertanian. Klimatologi sebagai dasar untuk mempelajari cuaca dan iklim, perlu dipelajari dan dipahami terlebih dahulu yang dimaksud dengan cuaca dan iklim serta perbedaan-perbedaan diantara keduanya, dan hal-hal yang termasuk unsur-unsur cuaca dan iklim. Klimatologi sangat luas penerapannya dalam memecahkan permasalahan praktis di masyarakat seperti perkotaan, bangunan, kelautan, kehidupan makhluk hidup dan pertanian. Dalam modul ini, mengetahui apa yang dimaksud dengan klimatologi pertanian dan manfaatnya sebagai dasar strategi dalam penyusunan rencana dan kebijakan pengelolaan usahatani pertanian dan peternakan.



Bangsa Indonesia sebagai salah satu negara berkembang tidak akan bisa maju selama belum memperbaiki kualitas sumber daya manusia bangsa kita. Kualitas hidup bangsa dapat meningkat jika ditunjang dengan sistem pendidikan

yang mapan. Dengan sistem pendidikan yang mapan, memungkinkan kita berpikir kritis, kreatif, dan produktif. Ilmu pengetahuan dan teknologi selalu berkembang dan mengalami kemajuan, sesuai dengan perkembangan zaman dan perkembangan cara berpikir manusia.

Bagaimana faktor iklim mempengaruhi keadaan tanah, mempengaruhi hama tanaman, perkecambahan benih, dan bagaimana pula fenomena produksi tanaman dan perubahan iklim. Dunia Pertanian Perkembangannya sangat dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk faktor iklim di dalamnya. Seperti dilihat dari pengertian Agroklimatologi itu sendiri yaitu ilmu yang mempelajari tentang hubungan antara dunia pertanian dan keadaan iklim atau cuaca, sebaliknya bagaimana pengaruh iklim atau cuaca terhadap dunia pertanian.

Berikutnya dalam modul ini akan dibahas pula tentang atmosfer. Atmosfer tersusun atas tiga kelompok bahan yaitu udara kering, uap air, dan aerosol yang menyelimuti permukaan bumi. Selimut alami ini terdistribusi pada berbagai ketinggian dengan komposisi tertentu. Adanya selimut alami ini bermanfaat bagi kehidupan makhluk hidup diantaranya bumi terlindung dari radiasi surya yang terlalu besar dan berbahaya pada siang hari dan menjaga agar bumi tidak menjadi terlalu dingin pada malam hari.

Tabel 2.1 Susunan Normal Udara Kering di Atmosfer.

Kelompok	Nama Gas	Lambang Kimia	Konsentrasi (% vol/ppm)	Berat Molekul
A. Gas Utama	Nitrogen	N ₂	78,08	28.02
	Oksigen	O ₂	20.94	32.00
	Argon	Ar	0.93	39.88
	Karbon Dioksida	CO ₂	0.03	44.00
B. Gas Penyerta				
1. Permanen	Neon	Ne	18.00ppm	20.18
	Helium	He	5.20 ppm	4.06
	Krypton	Kr	1.10 ppm	-
	Xenon	Xe	0.086 ppm	-
	Hidrogen	H ₂	0.52 ppm	2.02
	Nitrogen Oksida	N ₂ O	0.25 ppm	-
2.Tidak permanen (Reaktif)				
	Karbon Monoksida	CO	0.10 ppm	
	Metana	CH ₄	1.40 ppm	
	Hidrokarbon	HC	0.02 ppm	
	Nitrogen Oksida	NO	(0.20 – 2.00) x 10 ⁻³ ppm	
	Nitrogen Dioksida	NO ₂	(0.50 -4.00) x 10 ⁻³ ppm	
	Amoniak	NH ₄	(6.0 - 2.0) x 10 ⁻³ ppm	
	Sulfur Dioksida	SO ₂	(0.03 -1.20) x 10 ⁻³ ppm	
	Ozon	O ₃	(0.00 - 0.50) ppm	48.00

Sumber: Strans & Meinwaring (1984).

Mahasiswa diharapkan setelah mempelajari Modul 1, mampu menjelaskan pengertian cuaca, iklim, klimatologi pertanian dan struktur atmosfer, komposisi atmosfer serta kegunaan atmosfer untuk kehidupan dan pertanian.

KEGIATAN BELAJAR 1

Pengertian dan Ruang Lingkup Klimatologi Pertanian

A. PENGERTIAN CUACA DAN IKLIM

Cuaca adalah nilai sesaat dari atmosfer, serta perubahannya dalam jangka pendek di suatu tempat tertentu di permukaan bumi. Dengan kata lain cuaca merupakan satu kasus kondisi atmosfer sesaat di suatu tempat. Contohnya suhu udara di Bogor pada tanggal 20 Maret 2006 pukul 14.00 WIB sebesar 30°C.

Demikian cuaca merupakan nilai sesaat dari atmosfer maka cuaca dapat berubah setiap saat. Perubahan cuaca hari demi hari dan bulan demi bulan umumnya akan membentuk pola tertentu. Setelah beberapa tahun, menurut *World Meteorological Organization (WMO)* selama 30 tahun, nilai rata-rata unsur-unsur cuaca akan menggambarkan sifat atmosfer yang dikenal sebagai iklim. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa **iklim** adalah sintesis atau rata-rata perubahan unsur-unsur cuaca dalam jangka panjang di suatu tempat atau pada suatu wilayah. Sintesis tersebut dapat diekspresikan sebagai nilai statistik yang meliputi rata-rata, maksimum, minimum, frekuensi kejadian, atau peluang kejadian dari cuaca. Contohnya suhu udara di Ternate pada bulan Juni berkisar antara 25-32°C. Tabel 1.1 menunjukkan perbedaan antara cuaca dan iklim.

Table 1. Perbedaan antara cuaca dan iklim

No.	Cuaca	Iklim
1.	Suatu kondisi fisik atmosfer yang khas	Kondisi atmosfer umum yang menunjukkan dan menggambarkan karakteristik suatu wilayah
2.	Nilainya senantiasa berubah dari suatu tempat ke tempat lain bahkan dalam lokasi yang sempit	Nilainya berbeda untuk setiap wilayah-wilayah luas yang berbeda
3.	Nilainya berubah setiap saat	Perubahannya memerlukan waktu yang cukup lama
4.	Nilai numerik cuaca yang sama pada tempat yang berbeda umumnya	Nilai numerik iklim yang sama pada tempat yang berbeda umumnya menghasilkan karakteristik iklim yang berbeda

No.	Cuaca	Iklm
	menghasilkan karakteristik cuaca yang sama	
5.	Pertumbuhan, perkembangan, dan hasil tanaman ditentukan oleh cuaca dalam suatu musim	Pemilihan tanaman yang cocok di suatu tempat ditentukan berdasarkan iklim di tempattersebut
6.	Menentukan perencanaan pertanian dalam jangka pendek terutama pada kondisi cuaca yang menyimpang	Menentukan perencanaan pertanian dalam jangka panjang

B. UNSUR-UNSUR CUACA DAN IKLIM

Cuaca dan iklim dinyatakan dengan susunan nilai unsur fisika atmosfer yang selanjutnya disebut unsur cuaca atau unsur iklim yang terdiri dari radiasi surya (Watt/m^2), lama penyinaran surya (jam), suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban udara (%), tekanan udara (milibar atau mb), kecepatan angin (knot) dan arah angin (derajat), penutupan awan, presipitasi yang meliputi embun, hujan, salju (mm) dan evaporasi/evapotranspirasi (mm).

Pengamatan rutin terhadap unsur-unsur cuaca secara terus menerus pada jam-jam pengamatan tertentu akan menghasilkan suatu seri data cuaca yang selanjutnya dapat diolah menjadi data iklim.

Data cuaca maupun iklim terdiri atas data *discontinue* karena datanya mudah kembali bernilai nol (0) dan data *continue* karena datanya tidak mudah turun mencapai nol. Unsur cuaca yang sifatnya *discontinue* antara lain presipitasi (curah hujan, embun, dan salju) dan penguapan. Penyajian analisisnya dalam bentuk nilai akumulasi sedangkan penyajian grafiknya dalam bentuk kurva histogram. Data cuaca yang bersifat *continue* antara lain suhu, kelembaban, tekanan udara, dan kecepatan angin. Penyajian analisisnya dalam bentuk angka rata-rata atau angka sesaat (*instantaneous*) sedangkan penyajian grafiknya dalam bentuk garis atau kurva.

C. PENGERTIAN KLIMATOLOGI PERTANIAN

Klimatologi Pertanian atau Agroklimatologi (Agricultural Climatology), klimatologi yang menekankan pembahasan tentang permasalahan iklim dibidang pertanian. Membahas pengaruh positif maupun negatif perilaku iklim terhadap usaha pertanian.

Untuk memahami kajian tentang iklim secara lebih mudah maka sangat penting untuk mengetahui definisi dari meteorologi dan klimatologi. Meteorologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *meteor* yang berarti atmosfer dan *logos* yang berarti ilmu. Meteorologi didefinisikan sebagai cabang ilmu pengetahuan yang membahas proses-proses fisika yang berlangsung di atmosfer yang membentuk cuaca.

Klimatologi atau ilmu iklim adalah cabang ilmu pengetahuan yang membahas sintesis unsur-unsur cuaca dan berkaitan dengan faktor-faktor yang menentukan dan mengontrol distribusi iklim di atas permukaan bumi. Faktor-faktor yang mempengaruhi iklim suatu wilayah adalah posisi garis lintang, ketinggian tempat, daratan dan air, massa udara, dan angin, sabuk tekanan tinggi dan rendah, halangan pegunungan, arus laut, luas hutan, dan sebagainya. Tabel 1.2 menunjukkan perbedaan antara meteorologi dan klimatologi.

Berdasarkan penggolongan keilmuannya terdapat empat cabang klimatologi

1. Klimatografi (*Climatography*).

Klimatologi yang membahas secara deskriptif (apa adanya) berdasarkan data, peta dan gambar/foto. Pembahasan iklim yang tidak disertai analisis fisika maupun matematika yang mendalam, dan umumnya dikembangkan oleh para pakar ilmu bumi (geografi).

2. Klimatologi Fisik (*Physical Climatology*).

Klimatologi yang membahas perilaku dan gejala-gejala cuaca yang terjadi di atmosfer dengan menggunakan dasar-dasar ilmu fisika dan matematika. Tinjauan iklim ditekankan pada neraca energi dan neraca air antara bumi dan atmosfer.

3. Klimatologi Dinamik (*Dynamical Climatology*).

Klimatologi yang membahas pergerakan atmosfer dalam berbagai skala, terutama tentang peredaran atmosfer umum di berbagai wilayah di seluruh dunia.

4. Klimatologi Terapan (*Applied Climatology*).

Klimatologi yang membahas penerapan ilmu iklim untuk memecahkan berbagai masalah praktis yang dihadapi masyarakat. Beberapa contoh klimatologi terapan adalah:

a. Klimatologi Perkotaan (*Urban Climatology*).

Klimatologi yang membahas berbagai aspek iklim untuk perencanaan maupun penataan kota. Tujuan utamanya adalah memperoleh tingkat kenyamanan udara sebaik-baiknya. Cabang ilmu ini juga membahas pengaruh konsentrasi pemukiman penduduk, dan alokasi pusat-pusat kegiatan penempatan jalur hijau dan taman-taman kota terhadap unsur-unsur iklim.

b. Klimatologi Kelautan (*Marine Climatology*).

Klimatologi yang menekankan pembahasan pengaruh timbal balik antara iklim dan lautan.

c. Klimatologi Bangunan (*Building Climatology*).

Klimatologi yang mempelajari pengaruh timbal balik antara bentuk, ukuran, bahan dan warna bangunan, dengan cuaca dan iklim baik di dalam ruang maupun di luar bangunan.

d. Bioklimatologi (*Bioclimatology*).

Klimatologi yang membahas pengaruh iklim terhadap kehidupan makhluk hidup secara umum. Pembahasan meliputi berbagai kondisi iklim serta perubahannya terhadap kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, serta terhadap aktivitas jasad renik.

e. Klimatologi Pertanian atau Agroklimatologi (*Agricultural Climatology*).

Klimatologi yang membahas permasalahan iklim di bidang pertanian. Membahas pengaruh positif maupun negatif perilaku iklim terhadap usaha pertanian.

Dalam *Meteorological Glossary* (McIntosh, 1972), Klimatologi Pertanian diartikan sebagai ilmu yang mempelajari dan membahas berbagai aspek iklim yang berhubungan dengan permasalahan pertanian. Di dalam arti sempit, pertanian hanya meliputi tanaman, dan dalam arti luas juga meliputi peternakan dan perikanan.

Pengetahuan yang luas tentang berbagai hubungan antara iklim dan subjek-subjek pertanian dan peternakan, memungkinkan penggalan potensi iklim di tiap tempat untuk perencanaan intensifikasi dan ekstensifikasinya. Manfaat utama Klimatologi Pertanian adalah sebagai dasar strategi dalam penyusunan rencana dan kebijakan pengelolaan usahatani pertanian dan peternakan. Lingkup kebijakan dapat meliputi sebidang lahan, suatu wilayah atau teritorial pertanian maupun untuk kebijakan pada lingkup nasional yang meliputi berbagai hal sebagai berikut (Nasir A.A, 1999):

1. Seleksi terhadap kultivar tanaman, spesies, dan ras ternak yang beradaptasi baik dengan kondisi iklim setempat sehingga potensial untuk dibudidayakan secara luas.
2. Memiliki wilayah-wilayah yang kondisi iklimnya sesuai untuk pengembangan suatu kultivar tanaman dan ras ternak tertentu yang baru diintroduksi dari daerah lain atau dari luar negeri.
3. Berbagai hasil penelitian dan percobaan memungkinkan untuk memilih teknologi yang terbaik untuk perbaikan iklim mikro sehingga dapat mendorong pertumbuhan, perkembangan, serta produksi tanaman dan ternak baik jumlah maupun mutunya. Contohnya penggunaan berbagai jenis mulsa, rumah kaca, rumah plastik, rumah jaring, irigasi, dan drainase dalam budidaya tanaman. Dibiidang peternakan dilakukan perbaikan desain kandang, sistem ventilasi, drainase, sanitasi, dan pengaturan kepadatan populasi ternak di dalam kandang.
4. Pengaturan pola tanam meliputi jadwal pergiliran tanaman dan pemilihan kultivar untuk penanaman tumpangsari.

Agroklimatologi /Klimatologi pertanian melibatkan interaksi setiap hari secara berkelanjutan dalam kurun waktu lama antara cuaca dan hidrologi sebagai komponen fisika

lingkungan atau iklim di satu sisi, dengan komponen- komponen pertanian dalam arti luas di sisi lainnya. Secara luas pertanian meliputi budidaya: tanaman

pangan, tanaman perkebunan, tanaman hortikultura, kehutanan, dan usaha peternakan. Sebenarnya dapat ditambahkan budidaya perikanan darat (rawa, danau, tambak, kolam, dan sebagainya), tetapi tidak seluas penangkapan ikan di laut sehingga jarang dikaitkan dalam pertanian.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan perbedaan antara cuaca dan iklim! Berikan contoh atau ilustrasinya!
- 2) Apakah data cuaca dan iklim berbeda? Bagaimanakah data iklim dapat dihasilkan?
- 3) Jelaskan perbedaan antara meteorologi dan klimatologi!
- 4) Jelaskan cabang ilmu klimatologi dilihat dari penggolongan keilmuannya!
- 5) Jelaskan manfaat utama klimatologi pertanian!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Anda harus mengingat kembali pengertian cuaca, iklim, dan klimatologi pertanian.
- 2) Buatlah kelompok belajar dan diskusikan jawaban Anda.



RANGKUMAN

Cuaca adalah nilai sesaat dari atmosfer, serta perubahannya dalam jangka pendek di suatu tempat tertentu di permukaan bumi. Sedangkan iklim adalah sintesis atau rata-rata perubahan unsur-unsur cuaca dalam jangka panjang di suatu tempat atau pada suatu wilayah.

Cuaca dan iklim dinyatakan dengan susunan nilai unsur fisika atmosfer yang selanjutnya disebut unsur cuaca atau unsur iklim yang terdiri dari radiasi surya (Watt/m^2), lama penyinaran surya (jam), suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban udara (%), tekanan udara (milibar atau mb), kecepatan angin (knot) dan arah angin (derajat), penutupan awan, presipitasi berupa embun, hujan, salju (mm) dan evaporasi maupun evapotranspirasi (mm).

Meteorologi didefinisikan sebagai cabang ilmu pengetahuan yang membahas proses-proses fisika yang berlangsung di atmosfer yang membentuk cuaca. Sedangkan klimatologi atau ilmu iklim yakni cabang ilmu pengetahuan yang membahas sintesis unsur-unsur cuaca dan berkaitan dengan faktor-faktor yang menentukan dan mengontrol distribusi iklim di atas permukaan bumi. Faktor-faktor yang mempengaruhi iklim suatu wilayah adalah posisi garis lintang, ketinggian tempat, daratan dan air, massa udara dan angin, sabuk tekanan tinggi dan rendah, halangan pegunungan, arus laut, luas hutan, dan sebagainya.

Berdasarkan penggolongan keilmuannya terdapat empat cabang klimatologi, yaitu klimatografi (*climatography*), klimatologi fisik (*physical climatology*), klimatologi dinamik (*dynamical climatology*), dan klimatologi terapan (*applied climatology*). Beberapa contoh klimatologi terapan diantaranya adalah klimatologi perkotaan (*urban climatology*), klimatologi kelautan (*marine climatology*), klimatologi bangunan (*building climatology*), bioklimatologi (*bioclimatology*), dan klimatologi pertanian atau agroklimatologi (*agricultural climatology*).

Klimatologi pertanian melibatkan interaksi setiap hari secara berkelanjutan dalam kurun waktu lama antara cuaca dan hidrologi sebagai komponen fisika lingkungan atau iklim di satu sisi, dengan komponen-komponen pertanian dalam arti luas di sisi lainnya.

TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Yang dimaksud dengan cuaca adalah
 - A. keadaan suhu yang panas
 - B. keadaan sesaat dari atmosfer
 - C. nilai total keadaan sesaat dari atmosfer
 - D. nilai suhu rata-rata pada suatu hari
- 2) Contoh keadaan yang disebut cuaca di tempat Anda adalah
 - A. pada bulan Januari udara terasa panas
 - B. pada pukul 12.00 suhu udara 32⁰C
 - C. kelembaban udara bulan Desember tinggi
 - D. pada pukul 12.00 suhu udara terasa panas
- 3) Satuan unsur kelembaban udara adalah
 - A. derajat
 - B. persen
 - C. mb
 - D. Watt/m²
- 4) Data berikut adalah contoh unsur iklim, *kecuali*
 - A. suhu rata-rata harian 26.5⁰C
 - B. RH rata-rata harian 70%
 - C. curah hujan bulan Januari 30⁰ mm
 - D. suhu pukul 07.00 adalah 21⁰C
- 5) Keterangan tentang angin sebagai unsur iklim dinyatakan melalui
 - A. besar dan arahnya
 - B. arah dan kecepatannya
 - C. arah dan tingginya
 - D. tidak ada jawaban yang benar
- 6) Data cuaca harian sebagian bersifat diskontinu dan sebagian lainnya kontinu, contohnya
 - A. intensitas radiasi surya termasuk data yang bersifat diskontinu

- B. kelembaban udara dan lama penyinaran bersifat diskontinu
 - C. suhu udara dan lama penyinaran bersifat kontinu
 - suhu udara dan kelembaban adalah bersifat diskontinu
- 7) Yang dimaksud dengan cuaca adalah
- A. keadaan suhu yang panas
 - B. keadaan sesaat dari atmosfer
 - C. nilai total keadaan sesaat dari atmosfer
 - D. nilai suhu rata-rata pada suatu hari
- 8) Contoh keadaan yang disebut cuaca di tempat Anda adalah
- A. pada bulan Januari udara terasa panas
 - B. pada pukul 12.00 suhu udara 32°C
 - C. kelembaban udara bulan Desember tinggi
 - D. pada pukul 12.00 suhu udara terasa panas
- 9) Satuan unsur kelembaban udara adalah
- A. derajat
 - B. persen
 - C. mb
 - D. Watt/m²
- 10) Data berikut adalah contoh unsur iklim, *kecuali*
- A. suhu rata-rata harian 26.5°C
 - B. RH rata-rata harian 70%
 - C. curah hujan bulan Januari 300 mm
 - D. suhu pukul 07.00 adalah 21.°C
- 11) Keterangan tentang angin sebagai unsur iklim dinyatakan melalui
- A. besar dan arahnya
 - B. arah dan kecepatannya
 - C. arah dan tingginya
 - D. tidak ada jawaban yang benar
- 12) Data cuaca harian sebagian bersifat diskontinu dan sebagian lainnya kontinu, contohnya

- A. intensitas radiasi surya termasuk data yang bersifat diskontinu
 - B. kelembaban udara dan lama penyinaran bersifat diskontinu
 - C. suhu udara dan lama penyinaran bersifat kontinu
 - D. suhu udara dan kelembaban adalah bersifat diskonti
13. Berdasarkan penggolongan keilmuannya, klimatologi dibedakan menjadi cabang-cabang keilmuan berikut, *kecuali*
- E. klimatografi
 - F. klimatologi fisik
 - G. klimatologi dinamik
 - H. klimatologi statistik
14. Berikut ini adalah contoh ilmu klimatologi terapan, *kecuali*
- I. urban klimatologi
 - J. marine klimatologi
 - K. agrometeorologi
 - L. building klimatologi
15. Berikut adalah manfaat utama klimatologi pertanian sebagai dasar strategi dalam penyusunan rencana dan kebijakan pengelolaan usahatani pertanian dan peternakan, *kecuali*
- M. seleksi terhadap kultivar tanaman, spesies dan ras ternak
 - N. memilih teknologi yang terbaik untuk perbaikan iklim mikro
 - O. pengendalian hama dan penyakit tanaman
 - P. pewilayahan komoditas pertanian dan pemetaannya

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Atmosfer

Atmosfir

yaitu : selimut tebal dari gas yg menutupi seluruh bumi

Bumi tersusun atas tiga lapisan yaitu hidrosfer (ekosistem air), litosfer(ekosistem padatan kulit bumi) dan atmosfer (ekosistem udara). Atmosfer didefinisikan sebagai campuran gas-gas yang mengelilingi bumi pada segala sisinya. Atmosfer bersifat aktif (bergerak), dapat dimampatkan, dan dapat mengembang. Proses pendinginan dan pemanasan permukaan bumi yang selalu berubah menurut waktu dan tempat menyebabkan suhu, kerapatan, dan tekanan atmosfer akan berubah.

Pada kondisi panas atau suhu tinggi, kerapatan atmosfer menurun sehingga di siang hari udara di permukaan bumi cenderung bergerak naik yang menyebabkan tekanan atmosfer menurun. Di malam hari terjadi pendinginan permukaan bumi yang akan diikuti oleh penurunan suhu udara yang menyebabkan peningkatan kerapatan sehingga tekanan atmosfer naik.

A. Peranan atmosfir :

- ☐ Penyangga dari radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi.
- ☐ Mendistribusikan air keseluruh wilayah permukaan bumi.
- ☐ Menyediakan gas yang ada didalamnya.
- ☐ Penyaring radiasi surya, sehingga terhindar dari sinar UV.
- ☐ Mengatur kelestarian mekanisme cuaca dan iklim.

KOMPOSISI ATMOSFER

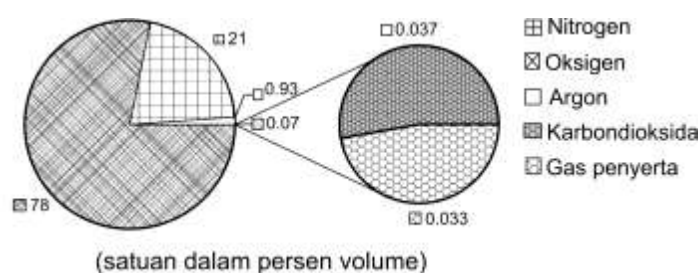
Atmosfir terisi dari partikel-partikel yang halus dan ringan yang terdiri dari 3 kelompok bahan yaitu :

- a. Gas (udara kering dan uap air)
- b. Cairan (butir-butir air atau awan)
- c. Aerosol (bahan padat seperti debu)

Atmosfer tersusun atas tiga kelompok bahan. Pertama partikel udara kering, kedua bahan air (air, uap dan es dalam bentuk awan), dan ketiga aerosols atau bahan padatan contohnya debu. Bahan-bahan tersebut memiliki massa berbeda dan tersebar di berbagai ketinggian membentuk susunan mirip pengendapan bahan di atmosfer. Bahan dengan massa ringan berada di atas bahan yang lebih berat. Akibatnya, semakin berkurang ketinggian di atmosfer menyebabkan peningkatan partikel udara.

1. Udara Kering

Udara kering merupakan gas murni tanpa campuran bahan lain dan mencakup sekitar 96% volume atmosfer. Udara kering yang murni, sifatnya tembus pandang dan tidak berbau, terdiri atas nitrogen (78% volume), oksigen (21% volume), argon (0.93% volume), karbondioksida (0.033% volume), dan sisanya (0.037% volume) terdiri atas berbagai gas yang jumlahnya sangat sedikit atau gas penyerta (Gambar 1.1). Sebagian gas penyerta bersifat permanen yakni tidak mudah mengurai sedangkan sebagian



kecil lainnya berupa gas tidak permanen yakni mudah bereaksi dengan gas lain, membentuk atau mengurai menjadi gas lain.

Sumber : (Oliver and Hidore, 1984)

Gambar 1. Komposisi Normal Udara Kering di Atmosfer

1. Gas (udara kering dan uap air)

Udara kering (gas tanpa air dan aerosol) mencakup 96 % dari volume atmosfer. Yg terdiri dari kelompok gas utama (99,99%), & gas penyerta 0,01%.

Nitrogen

Gas ini tidak mempunyai rasa, warna, dan bau Dalam keadaan murni gas ini (N₂) tidak dpt dimanfaatkan oleh makhluk hidup, karena ?

Oksigen

Gas ini tidak mempunyai rasa, warna & bau Diperlukan dlm proses, respirasi, oksidasi / pembakaran. Gas O₂ dpt berubah menjadi O₃ , karena pengaruh panas yg tinggi atau karena sinar Ultra Violet pd lapisan atm (18-25km) dan akan membentuk lapisan ozon

Karbondioksida

- Dihasilkan oleh makhluk hidup, yakni dr pelapukan secara alami unsur organik dlm tanah, pembakaran bahan bakar
- Co₂ mempunyai siklus dlm proses fotosintesis, respirasi/pernafasan, dan pembakaran
- Dpt menyerap panas dari Radiasi Surya dan radiasi bumi, shg suhu atm jadi terkendali
- Co₂ mrpk bahan pelepas panas yg efektif dan berperan mendinginkan atmosfer paling atas.

Sumber Pengeluaran CO₂ (EMISI CO₂)

- **Abiotik**
- Pembakaran bahan bakar fosil pd kegiatan industri & kendaraan bermotor, serta pembakaran kapur di pabrik
- **Biotik** : Dari aktivitas makhluk hidup, respirasi dan fotosintesis.
- Berkurangnya populasi tumbuhan di tropika, diperkirakan meningkatkan kadar CO₂ diudara.
- Peningkatan kadar CO₂ dr 320 ppm menjadi 370 ppm, diperkirakan menaikkan suhu 0,5°C.

Ozon

- Dapat bermanfaat bagi manusia, dan juga merugikan, tergantung dimana ozon terakumulasi
- O₃ pd ketinggian 10 km dr permukaan bumi berperan dlm mengurangi efek sinar UV
- O₃ yg berada dekat ke permukaan bumi dpt mengganggu pernafasan, perih di mata, radang hidung & tenggorokan, serta merusak vegetasi
- Kadar ozon di atmosfer sangat kecil, 6×10^{-7} dari volume total atmosfer
- Konsentrasi maksimum 0,2 ppm terdapat pd ketinggian 20 – 25 km, dan lapisannya disebut **ozonosfir**
- Sifatnya sangat labil, mudah terurai kembali secara mekanis melalui tumbukan dengan partikel lain, atau melalui reaksi fotokimia

Senyawa lain yg mencemari atmosfer

- CFC (Chlorofluorocarbon) pd kulkas & AC
- CO₂, NO, & metan juga merusak lapisan ozon, semakin menipis
- Tanpa lapisan ozon, sinar UV akan meningkat sampai 50 kalilipat, shg produksi vitamin D akan terhenti
- Kadar O₃ berubah menurut tempat dan waktu, perbedaan lintang & perubahan antar bulan

Sehubungan dengan hal itu :

- Semakin menjauhi kutub Utara, kadar ozon semakin berkurang
- Kadar O₃ tertinggi di Equator tercapai pd bulan Juni sekitar 23,5°LU, yakni $\pm 53\%$ dari kadar ozon di kutub Utara, Semakin mendekati musim dingin kadar ozon semakin tinggi.



2. Uap Air

Kandungan uap air di atmosfer mudah berubah menurut arah horizontal dan vertikal maupun menurut waktu diurnal maupun musim. Di daerah subtropika atau daerah temperate kadar uap air bervariasi dari 0 pada saat angin kering di padang pasir bertiup, hingga 3% volume atmosfer pada saat angin laut bertiup di musim panas. Kandungan uap air tertinggi di dunia terdapat di atmosfer wilayah tropika basah yaitu sekitar 4% volume atmosfer atau setara dengan 3% dari massa atmosfer.

Di atmosfer, uap air terdapat pada lapisan troposfer yang merupakan lapisan terbawah. Lapisan ini mencakup ketinggian antara 8 km di kutub dan 16 km di ekuator atau rata-rata 12 km. Jumlah uap air selalu berubah oleh karena proses penguapan dan kondensasi terjadi secara terus menerus.

Sumber uap air utama adalah lautan yang meliputi sekitar 71% luas permukaan bumi. Hasil kondensasi berupa awan merupakan sumber berbagai peristiwa perubahan cuaca seperti peristiwa hujan, hujan es, badai, petir, kilat, salju dan berbagai macam akibatnya.

Uap air

Adanya uap air akan merubah komposisi atmosfer. Kandungan uap air akan meningkat jika laju evapotranspirasi lebih tinggi, dari pada laju kondensasi uap air pada suatu wilayah. Sebaliknya kandungan uap air akan turun jika kondensasi berlangsung cepat dan laju evapotranspirasi rendah.

2. Cairan (butir-butir air / awan)

Komposisi atmosfer yang terdiri dari cairan yaitu yang berada dekat ke permukaan bumi dan hampir tidak ada pada ketinggian 10 – 12 km. Sumber utama pembentukan awan adalah uap air yang berasal dari evapotranspirasi. Adanya hujan, akan mampu menyerap Radiasi Surya dan radiasi bumi.

3. Aerosol (bahan padatan)

Berbagai partikel padat yg halus dan melayang di atmosfer Komposisi normal aerosol di atmosfer sbb :

1. Debu 20 %. (daerah kering)
2. Kristal garam 40 %. (pecahan ombak)
3. Abu 10 %. (pembakaran & gunung berapi)
4. Asap 5 %. (pembakaran & pabrik)
5. Lain-lain 25 %. (mikroorganisme)

Ketinggian jelajah dan periode keberadaan aerosols di atmosfer bergantung pada massa, pemanasan dan pendinginan permukaan bumi serta angin. Sebagai contoh debu yang dihasilkan oleh letusan Gunung Krakatau pada Tahun 1883 sebagian terlempar hingga Stratosfer dan masih tetap berada di sana hingga saat ini.

STRUKTUR ATMOSFER

Sebagian besar bahan pengisi atmosfer adalah gas, suatu bahan berkepadatan molekul rendah sehingga mudah mampat dan mengembang. Medan gravitasi bumi cenderung menarik seluruh bahan atmosfer ke permukaan bumi. Akibatnya, kepadatan partikel atmosfer meningkat dengan makin berkurangnya ketinggian. Massa dan tekanannya pun meningkat semakin dekat permukaan

bumi. Karena bagian terbesar bahan pengisi atmosfer tertarik ke bagian bawah, maka laju perubahan massa atmosfer terhadap ketinggian pada bagian bawah relatif meningkat (Gambar 1.2).

Pada Gambar 1.2 terlihat bahwa:

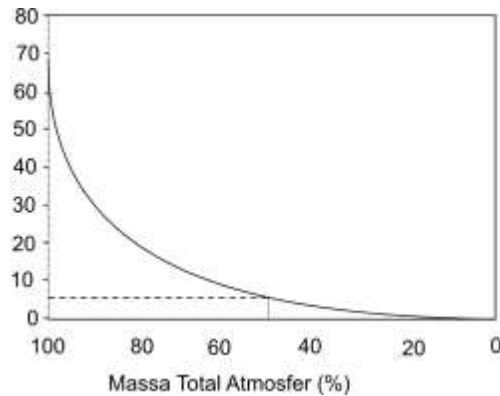
1. Sebagian terbesar partikel atmosfer yakni sekitar 50% massa atmosfer berada di dalam ruang udara hanya hingga ketinggian 5.5 – 5.6 km dari permukaan bumi, sisanya berada di lapisan atmosfer lebih atas.
2. Sekitar 99.99% dari massa atmosfer tercakup di \dalam ruangan udara hingga ketinggian 40 km.

Batas terbawah atmosfer adalah permukaan laut. Sedangkan puncaknya sulit diketahui karena di samping besarnya keragaman ukuran dan massa partikel, terdapat pula keragaman suhu permukaan bumi dan kekuatan angin yang mempengaruhi pengangkutan bahan.

Table 2. Perbedaan antara meteorologi dan klimatologi

No.	Meteorologi	Klimatologi
1.	Berasal dari bahasa Yunani yaitu <i>meteor</i> yang berarti atmosfer lapisan bawah atau sebuah benda di atas permukaan lahan, dan <i>logos</i> yang berarti ilmu.	Juga berasal dari bahasa Yunani yaitu <i>klima</i> yang berarti kemiringan bumi (lintang), dan <i>logos</i> yang berarti ilmu.
2.	Kombinasi antara geografi dan fisika	Kombinasi antara meteorologi dan statistik
3.	Menggunakan prinsip-prinsip fisika untuk mempelajari tingkah laku udara	Memperluas kesimpulan-kesimpulan meteorologi dalam ruang dan waktu
4.	Ilmu mengenai analisis unsur-unsur cuaca pada periode waktu yang singkat di atas luasan yang sempit.	Ilmu yang membahas kondisi rata-rata cuaca jangka panjang di atas suatu wilayah yang luas dan distribusinya.

Berdasarkan penggolongan keilmuannya terdapat empat cabang klimatologi.



Sumber: Barry & Chorley, 1976

Gambar 1.2. Ketinggian atmosfer dan massa atmosfer yang tercakup dibawahnya

Pelapisan atmosfer secara vertikal juga dapat digambarkan dengan perubahan tekanan udara pada berbagai ketinggian, yang dinyatakan dalam persen terhadap tekanan udara normal di permukaan bumi (Tabel 1.3).

Table 3. Perubahan tekanan udara terhadap ketinggian dinyatakan dengan persentase tekanan udara normal pada permukaan laut

Ketinggian (km di atas permukaan laut)	Tekanan Udara (%)
0	100
5.6	50
16.2	10
31.2	1
48.1	0.10
65.1	0.01
79.2	0.001
100	0.00003

Sumber : Lutgens and Tarbuck (1979)

Perubahan suhu udara di atmosfer secara vertikal (menurut ketinggian) berbeda-beda yang dapat dikelompokkan menjadi tiga hal. Perubahan suhu (dT) terhadap ketinggian (dZ) dinyatakan oleh dT/dZ .

1. $dT/dZ > 0$ suhu naik (positif), dengan bertambahnya ketinggian. Hal ini disebut *inversi* suhu.
2. $dT/dZ = 0$, yakni suhu tetap walaupun ketinggian berubah.
3. Hal ini disebut *isothermal*.
4. $dT/dZ < 0$ (negatif), yakni suhu udara turun dengan bertambahnya ketinggian, disebut ***lapse rate***.

Pola $dT/dZ = 0$ atau isothermal merupakan pola transisi antara pola inversi dan pola *lapse rate* pada susunan profil atmosfer yang akan dijelaskan lebih lanjut. Perubahan ketiga pola dT/dZ di atmosfer terutama dipengaruhi oleh sifat pengendalian pemanasan atmosfer.

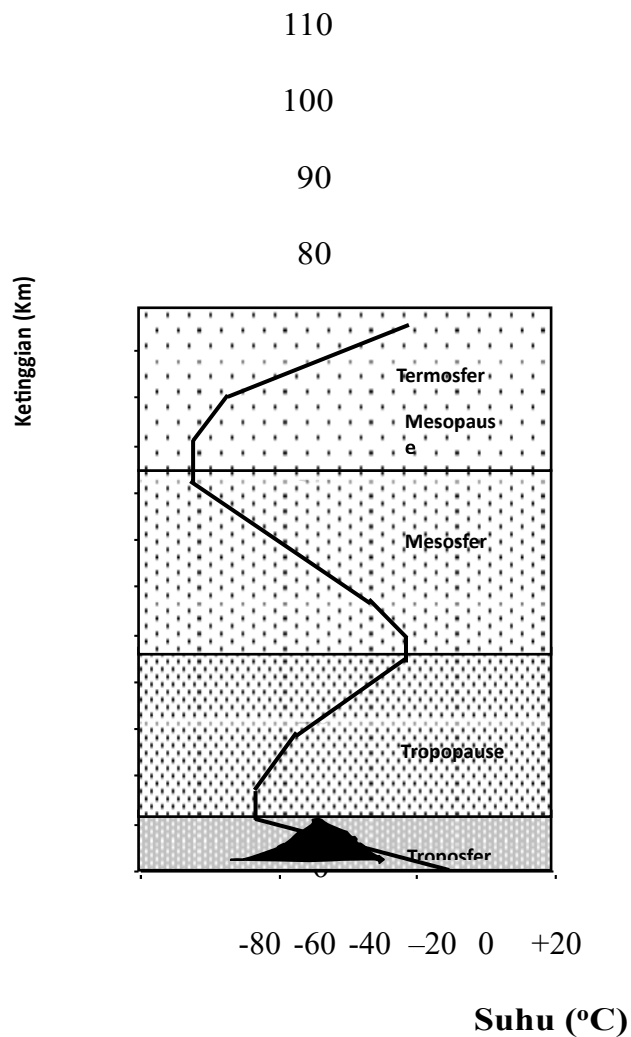
Di lapisan atmosfer terbawah yakni di troposfer, pemanasan diatur oleh radiasi infra merah dari permukaan bumi. Penurunan kerapatan partikel oleh meningkatnya ketinggian menyebabkan semakin sedikit serapan panas tersebut sehingga suhu udara menurun dengan meningkatnya ketinggian. Maka terjadilah pola dT/dZ negatif atau pola *lapse rate* suhu.

Di mesosfer berlangsung penyerapan energi ultraviolet oleh partikel-partikel O_2 dalam pembentukan ozon (O_3). Proses tersebut intensitasnya meningkat dengan semakin berkurangnya ketinggian. Sehingga berlangsung pula pola dT/dZ negatif atau pola *lapse rate* suhu.

Pada lapisan stratosfer dan termosfer tidak berlangsung proses penyerapan maupun pancaran radiasi oleh partikel atmosfer sehingga di kedua lapisan tersebut berlangsung pola dT/dZ bernilai positif atau polainversi.

Berdasarkan sifat perubahan suhu menurut ketinggian dari bawah keatas, terdapat empat lapisan utama atmosfer sebagai berikut (Gambar 1.3):

1. Troposfer dengan puncaknya Tropopause.
2. Stratosfer dengan puncaknya Stratopause.
3. Mesosfer dengan puncaknya Mesopause.
4. Termosfer



Sumber: Lutgens and Tarbuck, 1979

Gambar 2. Pelapisan atmosfer berdasarkan perubahan suhu dan menurut ketinggian di atas permukaan laut

1.TROPOSFER

- Terdapat mulai 0 – 16 km dari permukaan bumi.
- Mengandung air dan es serta berlangsung proses evaporasi dan kondensasi.
- Terjadi sirkulasi dan turbulensi.
- Terjadi pemindahan energi.
- Terjadi keadaan Tapse rate $\bar{}$
- Tekanan dan kerapatan udara di permukaan laut

1013,2 nm dan 1,23 kg/m³

2.STRATOSFIR

- a. Merupakan lapisan ke dua dari bawah setelah troposfir.
- b. Ketinggian antara 12-50 km dpl.
- c. Terdiri dari 3 wilayah, stratosfir bawah, tengah, dan atas.
- d. Tidak terjadi turbulensi dan sirkulasi.
- e. Lapisan yang mengandung ozon.

3. Mesosfir

- a. Ketinggian antara 50-80 km dpl.
- b. Terjadi keadaan lapse rate.
- c. Suhu pada lapisan dasar -5°C hingga 95°C pada puncak.
- d. Tidak mengalami turbulensi.
- e. Merupakan daerah penguraian O_2 menjadi atom O.
- f. Merupakan wilayah isothermal.

KEGUNAAN ATMOSFER

peningkatan CO_2 ini akan terus berlangsung apabila tidak dilakukan pencegahan dan tidak ada faktor yang menghambat.



LATIHANSOAL

Untuk memperdalam pemahaman mahasiswa mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1). Jelaskan apa yang dimaksud dengan atmosfer!
- 2). Apakah yang dimaksud dengan aerosols?
- 3). Bagaimana lapisan-lapisan atmosfer dapat dibedakan?
Jelaskan jawaban Anda!
- 4). Pada lapisan mana terjadi *lapse rate* dan inversi suhu?
- 5). Apakah yang akan terjadi jika bumi tidak memiliki atmosfer?
- 6). Gas apakah di atmosfer yang mempertahankan adanya kehidupan di bumi?
- 7). Terangkan pentingnya keberadaan uap air di atmosfer!
- 8). Jelaskan fungsi atmosfer terhadap bumi!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Anda harus mengingat kembali komposisi dan struktur atmosfer serta kegunaannya untuk kehidupan dan pertanian.
- 2) Buatlah kelompok belajar dan diskusikan jawaban Anda.



RANGKUMAN

Atmosfer didefinisikan sebagai campuran gas-gas yang mengelilingi bumi pada segala sisinya. Atmosfer tersusun atas tiga kelompok bahan yaitu: (1) partikel udara kering yang mencakup sekitar 96% volume atmosfer, (2) bahan air (air, uap, dan es dalam bentuk awan), dan

(3) aerosols atau bahan padatan, contohnya debu. Bahan-bahan tersebut memiliki massa berbeda dan tersebar di berbagai ketinggian membentuk susunan mirip pengendapan bahan di atmosfer. Bahan dengan massa ringan berada di atas bahan yang lebih berat. Akibatnya semakin

berkurang ketinggian di atmosfer menyebabkan peningkatan partikel udara.

Pelapisan atmosfer secara vertikal dapat digambarkan dengan laju perubahan massa atmosfer; perubahan tekanan udara pada berbagai ketinggian, yang dinyatakan dalam persen terhadap tekanan udara normal di permukaan bumi, dan perubahan suhu atmosfer secara vertikal.

Berdasarkan sifat perubahan suhu menurut ketinggian dari bawah ke atas, terdapat empat lapisan utama atmosfer yaitu troposfer dengan puncaknya tropopause, stratosfer dengan puncaknya stratopause, mesosfer dengan puncaknya mesopause, dan termosfer.

Secara keseluruhan atmosfer memegang peran penting dalam sistem bumi-atmosfer. Empat peranan utama atmosfer terhadap proses fisik dan kehidupan makhluk adalah sebagai sumber gas dan air presipitasi untuk permukaan bumi, penyaring (*filter*) radiasi surya, penyangga (*buffer*) sistem neraca energi radiasi, dan pengatur kelestarian mekanisme proses cuaca dan iklim.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Gas dengan persentase volume tertinggi di atmosfer adalah
 - A. karbondioksida
 - B. argon dan uap air
 - C. nitrogen
 - D. jawaban a, b, dan c salah
- 2) Bahan (gas) penyusun atmosfer yang berkonsentrasi tinggi setelah bumikaya akan tumbuhan hijau adalah
 - A. oksigen dan karbondioksida
 - B. oksigen dan karbonmonoksida
 - C. karbondioksida dan ozon
 - D. metana dan karbondioksida
- 3) Gas yang dapat mengubah cuaca adalah
 - A. karbondioksida
 - B. uap air
 - C. nitrogen
 - D. hidrogen
- 4) Komponen aerosols yang mempunyai persentase tertinggi adalah
 - A. uap air
 - B. kristal NaCl
 - C. asap
 - D. debu
- 5) Gas yang dapat menahan atau menyaring radiasi ultraviolet adalah
 - A. oksigen
 - B. uap air
 - C. karbondioksida
 - D. ozon
- 6) Berdasarkan distribusinya terhadap ketinggian, terdapat 2 lapisan diatmosfer yang mempunyai dT/dZ negatif, yaitu
 - A. troposfer dan stratosfer
 - B. stratosfer dan mesosfer
 - C. mesosfer dan troposfer

- D. jawaban A, B, dan C salah
- 7) Penyebab utama adanya dT/dZ yang negatif pada lapisan atmosfer adalah
- A. penurunan kerapatan molekul atmosfer terhadap peningkatan ketinggian
 - B. penurunan tekanan udara terhadap peningkatan ketinggian
 - C. penurunan pancaran radiasi bumi gelombang pendek terhadap peningkatan ketinggian
 - D. penurunan kadar uap atmosfer terhadap peningkatan ketinggian
- 8) Lapisan atmosfer yang merupakan lapisan pembuat cuaca adalah
- A. troposfer
 - B. stratosfer
 - C. mesosfer
 - D. termosfer
- 9) Efek adanya peningkatan gas rumah kaca di atmosfer adalah
- A. peningkatan radiasi ultra violet
 - B. peningkatan radiasi infra merah
 - C. peningkatan suhu udara
 - D. jawaban A, B, dan C salah

- 10) Salah satu dari empat peran utama atmosfer adalah
- A. sebagai penyaring radiasi surya sehingga kadar ultra violet di bumi tidak berlebihan
 - B. sebagai penyangga radiasi sehingga kadar ultra violet di bumi tidak berlebihan.
 - C. sebagai pelindung bumi dari pecahan batu meteor berbagai ukuran.
 - D. jawaban A, B, dan C semuanya benar.

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$
--

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif	Tes Formatif 2
1	1) C
1) B	2) A
2) B	3) B
3) B	4) B
4) D	5) D
5) B	6) C
6) C	7) A
7) C	8) A
8) D	9) C
9) C	10) A
10) C	

Kegiatan Belajar 3

Agroklimatologi Pertanian

A. Pengertian Agroklimatologi

Agroklimatologi terdiri dari dua kata, yaitu **Agro** = pertanian dan **Klimatologi** = ilmu iklim. Jadi **Agroklimatologi adalah** ilmu yang membahas berbagai aspek iklim yang berhubungan dengan permasalahan pertanian. **Klimatologi sendiri adalah** ilmu yang membahas dan menerangkan tentang Iklim bagaimana iklim itu bisa berbeda dari suatu tempat ke tempat lainnya. Hal yang sangat erat hubungannya dengan ilmu klimatologi adalah ilmu cuaca, dimana cuaca dan iklim merupakan salah satu komponen ekosistem alam sehingga kehidupan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan tidak terlepas dari pengaruh atmosfer dengan segala prosesnya. Iklim adalah karakter, sintesis atau nilai statistik cuaca jangka panjang di suatu tempat atau wilayah yang luas. Sedangkan cuaca adalah kondisi atmosfer sesaat (jangka pendek) beserta perubahan yang terjadi.

Agroklimatologi adalah cabang ilmu yang mempelajari semua faktor iklim yang berhubungan dengan aspek pertanian. Agroklimatologi secara umum dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Klimatologi Fisik

Klimatologi yang membahas perilaku dan gejala cuaca yang terjadi di atmosfer dengan menggunakan dasar-dasar ilmu fisika dan matematika. Tinjauannya ditekankan pada neraca energi dan neraca air antara bumi dan atmosfer.

2. Klimatografi

Klimatologi yang pembahasannya secara deskriptif berdasarkan data, peta, gambar dan foto. Pembahasannya tidak disertai analisis fisika maupun matematika yang mendalam. Biasanya dikembangkan oleh para pakar ilmu bumi (Geografis).

3. Klimatologi Dinamik

Klimatologi yang membahas pergerakan atmosfer dalam berbagai skala, terutama pada peredaran atmosfer umum di berbagai wilayah seluruh dunia.

4. Klimatologi Terapan

Klimatologi yang membahas penerapan ilmu iklim untuk memecahkan berbagai masalah praktis yang dihadapi masyarakat.

A. Unsur-unsur dan Pengendali Iklim

Dalam klimatologi, iklim atau cuaca mempunyai beberapa unsure yang sangat mempengaruhi atau bekerja secara simultan, yaitu bekerja sama saling mendukung atau menghambat tergantung keadaan, antara lain:

1. Radiasi surya.
2. Suhu
3. Tekanan udara
4. Kelembapan udara
5. Awan
6. Presipitasi
7. Evapotranspirasi

Dari unsur-unsur cuaca tersebut ada faktor yang selalu atau pada umumnya mempengaruhi besarnya intensitas dari masing-masing faktor tersebut, yaitu:

1. Rotasi dan revolusi bumi
2. Elevasi dan garis lintang
3. Topografi
4. Pusat tekanan udara tinggi dan rendah
5. Posisi terhadap sinar matahari

B. Peran Agroklimatologi Bagi Pertanian

Di Indonesia Iklim merupakan salah satu faktor pembatas dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman. Jenis dan sifat iklim bisa menentukan jenis tanaman yg tumbuh pada suatu daerah serta produksinya. Oleh karena itu kajian klimatologi dalam bidang pertanian sangat diperlukan.

Isu pemanasan global saat ini dengan semakin berkembangnya isu pemanasan global tersebut akibatnya pada perubahan iklim, membuat sektor pertanian begitu terpukul. Tidak teraturnya perilaku iklim dan perubahan awal musim dan akhir musim seperti musim kemarau dan musim hujan membuat para petani begitu susah untuk merencanakan masa tanam dan masa panen.

Faktor pembatas yaitu hujan Untuk daerah tropis Indonesia, hujan merupakan faktor pembatas penting dalam pertumbuhan dan produksi tanaman pertanian. Selain hujan, unsur iklim lain yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah suhu, angin, kelembaban dan sinar matahari.

Air adalah faktor utama dalam pertumbuhan tanaman. Setiap tanaman pasti memerlukan air dalam siklus hidupnya, sedangkan hujan merupakan sumber air utama bagi tanaman. Berubahnya pasokan air bagi tanaman yg disebabkan oleh berubahnya kondisi hujan tentu saja akan mempengaruhi siklus pertumbuhan tanaman, Ini merupakan contoh global pengaruh iklim terhadap tanaman.

Di Indonesia sendiri akibat dari perubahan iklim, yaitu timbulnya fenomena El Nino dan La Nina. Fenomena perubahan iklim ini menyebabkan menurunnya produksi kelapa sawit. Tanaman kelapa sawit bila tidak mendapatkan hujan dalam 3 bulan berturut-turut akan menyebabkan terhambatnya proses pembungaan sehingga produksi kelapa sawit untuk jangka 6 sampai 18 bulan kemudian menurun. Selain itu produksi padi juga menurun akibat dari kekeringan yang berkepanjangan atau terendam banjir. Akan tetapi pada saat

fenomena La Nina produksi padi malah meningkat untuk masa tanam musim ke dua.

Indonesia merupakan daerah tropis, selain hujan, ternyata suhu juga bisa menentukan jenis tanaman yg hidup di daerah2 tertentu. Misopialnya perbedaan tanaman yang tumbuh di daerah tropis, gurun dan kutub. Indonesia merupakan daerah tropis, perbedaan suhu antara musim hujan dan musim kemarau tidaklah seekstrem perbedaan suhu musim panas dan musim kemarau di daerah2 sub tropis dan kutub. Oleh karena itu untuk daerah tropis, klasifikasi suhu lebih di arahkan pada perbedaan suhu menurut ketinggian tempat.

Ketinggian tempat suatu daerah mengakibatkan perbedaan suhu akibat dari ketinggian tempat (elevasi) berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi tanaman. Sebagai contoh, tanaman strowbery akan berproduksi baik pada ketinggian di atas 1000 meter, karena pada ketinggian 1000 meter perbedaan suhu antara siang dan malam sangat kontras dan keadaan seperti inilah yg dibutuhkan oleh tanaman strawberry.

Jadi keeratan hubungan antara klimatologi dengan ilmu pertanian tercermin dengan berkembangnya cabang klimatologi yang khusus dikaitkan dengan kegiatan pertanian, yang disebut sebagai **agroklimatologi**. **Agroklimatologi atau klimatologi pertanian adalah ilmu yang mempelajari tentang hubungan antara unsur-unsur iklim dengan proses kehidupan tanaman.**

Yang dipelajari dalam agroklimatologi adalah bagaimana unsur-unsur iklim itu berperan di dalam kehidupan tanaman. Unsur-unsur iklim yang langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman meliputi, curah hujan,

kelembaban udara, suhu udara, angin, cahaya dan panjang hari.

PENGARUH RADIASI SURYA / CAHAYA MATAHARI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TANAMAN

1.1. Pengertian Cahaya

Cahaya matahari adalah sumber energi utama bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di dunia.

Energi matahari yang dipancarkan ke bumi berupa energi radiasi.

Disebut radiasi dikarenakan aliran energi matahari menuju ke bumi tidak membutuhkan medium untuk mentransmisikannya.

1.2 Pengertian Tumbuhan

Tumbuhan adalah salah satu benda hidup yang terdapat di alam semesta.

Tumbuhan merangkumi semua benda hidup yang mampu menghasilkan makanan dengan menggunakan klorofil untuk menjalani proses fotosintesis. Jika dihubungkan dengan fotosintesis, tanaman dibedakan menjadi 3, yaitu :

tanaman C3, tanaman C4, dan tanaman CAM.

Perbedaan yang mendasar antara tanaman tipe C3, C4, dan CAM (crassulacean acid metabolism) adalah pada reaksi yang terjadi di dalamnya.

1.3 Pengertian Fotosintesis

Fotosintesis merupakan proses pembuatan makanan yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan sinar matahari dan enzim-enzim.

Proses fotosintesis ialah proses dimana tumbuhan menyerap karbondioksida dan air untuk menghasilkan gula dan oksigen yang diperlukan sebagai makanannya.

Tumbuhan menyerap cahaya karena mempunyai pigmen yang disebut klorofil. Pigmen inilah yang memberi warna hijau pada tumbuhan.

1.4 Peranan Cahaya Dalam Kehidupan

Matahari merupakan sumber energi terbesar di alam semesta. Energi matahari diradiasikan ke segala arah dan hanya sebagian kecil saja yang diterima oleh bumi.

Bagi manusia dan hewan cahaya matahari berfungsi sebagai penerang. Sedangkan bagi tumbuhan dan organisme berklorofil, cahaya matahari dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis.

Adanya sinar matahari merupakan sumber energi yang menyebabkan tanaman dapat membentuk gula. Tanpa bantuan dari sinar matahari, tanaman tidak dapat memasak makanan yang diserap oleh tanah, yang mengakibatkan tanaman menjadi lemah atau mati.

1.5 Proses Tanaman Mendapatkan Energi

Tidak semua energi cahaya matahari dapat diabsorpsi oleh tanaman. Hanya cahaya tampak saja yang dapat berpengaruh pada tanaman dalam kegiatan fotosintesisnya. Cahaya itu disebut dengan PAR (Photosynthetic Activity Radiation) dan mempunyai panjang gelombang 400 mili mikron sampai 750 mili micron. Tanaman juga memberikan respon yang berbeda terhadap tingkatan pengaruh cahaya yang dibagi menjadi tiga yaitu, intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan lamanya penyinaran.

Oleh tumbuhan radiasi matahari berupa cahaya tampak ditangkap oleh klorofil pada tanaman dalam proses yang disebut proses fotosintesis. Hasil fotosintesis menjadikan bahan utama untuk proses pertumbuhan dan cadangan makanan tanaman. Proses fotosintesis pada tanaman dilakukan di siang hari dikala matahari menyinari bumi. Dengan menggunakan cahaya matahari tumbuhan mengubah gas karbondioksida dan unsur-unsur mineral dalam tanah serta air untuk menghasilkan gula (glukosa) dan oksigen. Proses ini dilakukan oleh zat hijau daun bernama klorofil yang berada di daun dan dilindungi oleh lapisan lilin untuk mencegah penguapan.

1.5.1 Faktor Pembatas Fotosintesis

Terdapat beberapa faktor utama yang menentukan laju fotosintesis, yaitu :

Intensitas cahaya. Laju fotosintesis maksimum ketika banyak cahaya;

Konsentrasi karbon dioksida. Semakin banyak karbon dioksida di udara, makin banyak jumlah bahan yang dapat digunakan tumbuhan untuk melangsungkan fotosintesis.

Suhu Enzim. Enzim yang bekerja dalam proses fotosintesis hanya dapat bekerja pada suhu optimalnya. Umumnya laju fotosintesis meningkat seiring dengan meningkatnya suhu hingga batas toleransi enzim;

Kadar air. Kekurangan air atau kekeringan menyebabkan stomata menutup, menghambat penyerapan karbon dioksida sehingga mengurangi laju fotosintesis;

Kadar fotosintat (hasil fotosintesis). Jika kadar fotosintat seperti karbohidrat berkurang, laju fotosintesis akan naik. Bila kadar fotosintat bertambah atau bahkan sampai jenuh, laju fotosintesis akan berkurang;

Tahap pertumbuhan. Penelitian menunjukkan bahwa laju fotosintesis jauh lebih tinggi pada tumbuhan yang sedang berkecambah ketimbang tumbuhan dewasa. Hal ini mungkin dikarenakan tumbuhan berkecambah memerlukan lebih banyak energi dan makanan untuk tumbuh.

1.6 Pengaruh Radiasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Radiasi matahari merupakan faktor penting dalam metabolisme tanaman yang mempunyai hijau daun, karena dapat dikatakan bahwa produksi tanaman dipengaruhi oleh tersedianya sinar matahari. Akan tetapi pada umumnya terjadi fluktuasi hasil panen (hasil fotosintesis) dari tahun ke tahun, hal tersebut dikarenakan faktor-faktor lain seperti curah hujan, suhu udara, hama penyakit dan lainnya turut mempengaruhi hasil panen (hasil fotosintesis).

Tanggapan tanaman terhadap cahaya ditentukan oleh sintesis hijau daun, kegiatan stomata (respirasi, transpirasi), pembentukan anthosianin, suhu dari organ-organ permukaan, absorpsi mineral hara, permeabilitas, laju pernafasan, dan aliran protoplasma (Jumin 2008:8). Secara teoritis, semakin besar jumlah energi yang tersedia akan memperbesar jumlah hasil fotosintesis.

PENGARUH SUHU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN

definisi : Suhu adalah ukuran tingkat panas atau dingin dari suatu objek atau lingkungan. Ini mencerminkan energi termal suatu benda, yang diukur dalam derajat atau skala tertentu.

Suhu dan Proses Metabolik Tanaman

Proses metabolik tanaman sangat bergantung pada suhu. Suhu lingkungan sangat memengaruhi proses metabolisme tanaman seperti fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Tanaman dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu dalam laju reaksi kimia, yang pada gilirannya mempengaruhi konsumsi dan ketersediaan energi serta nutrisi. Suhu mempengaruhi proses metabolik tanaman karena suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat merusak enzim yang berperan dalam metabolisme, sehingga proses metabolisme tidak berjalan dengan baik.

Hubungan antara suhu dan proses metabolik tanaman

Fotosintesis, respirasi, transpirasi

1. Aktivitas Enzim

Banyak reaksi kimia dalam fotosintesis dikatalisis oleh enzim. Suhu mempengaruhi aktivitas enzim ini. Pada suhu rendah, aktivitas enzim bisa melambat, sementara pada suhu yang terlalu tinggi, enzim bisa denaturasi.

2. Ketersediaan Air

Suhu juga memengaruhi ketersediaan air dalam tanaman. Pada suhu tinggi, penguapan air dari daun tanaman lebih cepat (transpirasi), yang dapat mengurangi ketersediaan air bagi tumbuhan.

3. Difusi Gas

Suhu juga memengaruhi ketersediaan air dalam tanaman. Pada suhu tinggi, penguapan air dari daun tanaman lebih cepat (transpirasi), yang dapat mengurangi ketersediaan air bagi tumbuhan.

4. Laju Reaksi Kimia

Reaksi-reaksi kimia dalam fotosintesis dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu yang lebih tinggi.

RESPIRASI

1. Peningkatan Suhu

Saat suhu naik, tingkat respirasi tanaman juga cenderung meningkat. Ini terjadi karena reaksi kimia dalam respirasi sel terjadi lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi.

2. Suhu Optimal

Setiap spesies tanaman memiliki suhu optimal di mana respirasi mereka berlangsung dengan efisiensi tertinggi.

3. Suhu Rendah

Setiap spesies tanaman memiliki suhu optimal di mana respirasi mereka berlangsung dengan efisiensi tertinggi.

4. Stres Panas Dan Kehilangan Air

Suhu yang sangat tinggi, terutama saat disertai dengan kekeringan atau kekurangan air, dapat mengganggu respirasi tanaman.

TRANSPIRASI

Faktor Penting dalam Reaksi Ini :

1. Peningkatan Suhu

Saat suhu naik, transpirasi cenderung meningkat. Suhu yang lebih tinggi memicu peningkatan pergerakan molekul air dalam jaringan tanaman dan meningkatkan laju penguapan air melalui **stomata**.

2. Laju Transpirasi

Laju transpirasi juga dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu, semakin cepat air menguap dari daun dan jaringan tanaman. Ini dapat berkontribusi pada kehilangan air yang lebih besar dari tanaman saat suhu naik.

3. Stomata

Suhu juga mempengaruhi perilaku stomata. Pada suhu yang lebih tinggi, stomata cenderung lebih terbuka, yang memungkinkan transpirasi yang lebih besar.

4. Kekeringan Dan Stress Panas

Suhu yang sangat tinggi dan kekeringan yang berkelanjutan dapat menyebabkan transpirasi berlebihan, yang pada gilirannya dapat mengarah pada stres panas dan dehidrasi tanaman.

Efek Suhu Ekstrem

Suhu ekstrem dapat memiliki dampak yang signifikan pada tanaman. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta menyebabkan kerusakan yang serius.

1. Suhu Tinggi (Panas)

1.1. Dehidrasi

Suhu tinggi dapat menyebabkan penguapan air yang cepat dari tanaman, menyebabkan dehidrasi.

1.2. Stress Panas

Panas yang berlebihan dapat menyebabkan stres panas pada tanaman, yang mengganggu fotosintesis dan metabolisme.

1.3. Pembakaran Daun

Suhu yang sangat tinggi dapat menyebabkan daun tanaman terbakar, menyebabkan kerusakan permanen pada jaringan tanaman.

2. Suhu rendah (dingin)

2.1. Kerusakan Beku

Suhu di bawah titik beku air dapat menyebabkan kerusakan beku pada tanaman.

2.2. Pembekuan

Suhu rendah dapat memperlambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

2.3. Kematian Jaringan

Suhu rendah yang ekstrem dapat menyebabkan kematian jaringan tanaman, terutama pada tanaman yang tidak tahan terhadap dingin.

PENUTUP

Klimatologi Pertanian atau Agroklimatologi (Agricultural Climatology), klimatologi yang menekankan pembahasan tentang permasalahan iklim dibidang pertanian. Membahas pengaruh positif maupun negatif perilaku iklim terhadap usaha pertanian. Cuaca merupakan perubahan keadaan atmosfer dari hari ke hari, perubahan jangka pendek tentang energi panas dan gerakan udara, atau keadaan fisik atmosfer pada saat dan tempat tertentu. Sedangkan iklim merupakan proses pertukaran energi dan panas antara bumi dan atmosfer dalam periode panjang yang menghasilkan suatu keadaan di bumi.

Mempelajari agroklimatologi mendatangkan banyak pencerahan bagi pelaku usaha tani, seperti mengetahui kesesuaian iklim yang optimum bagi tanaman serta batas-batas ekstrimnya, dapat pula dibahas tentang kebutuhan air irigasi, perkembangan iklim terhadap perkembangan hama dan penyakit tanaman, maupun penyebaran hama dan penyakit tanaman, serta hubungan iklim dengan berbagai kegiatan lainnya

Daftar Pustaka

- Barry, R.G. and R.J. Chorley. (1976). *Atmosphere, Weather, and Climate*. 3rd ed. Methuen.
- Lutgens, K.F. and E.J. Tarbuck. (1979). *The Atmosphere: An Introduction to Meteorology*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- McIntosh, D.H. (1972). *Meteorological Glossary*. 5th ed., London: Her Majesty's Stationery Office.
- Basir A.A. (1999). *Klimatologi Pertanian*. Kapita Selektta Agroklimatologi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB dengan Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Depdikbud.
- Oliver, J.E. and Hidore, J.J. (1984). *Climatology*. Ohio USA: A Bell & Howell Company.