



# **PENGANTAR AGROKLIMATOLOGI**

**Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc.**

**Basuki S.P., M.Sc**

**Endang Sulistyorini.,S.P.,M.Si**

**Dr. Abdul Hasyim Sodiq, SP., M. Si**

**Dr. Dewi Firnia.SP.MP**

**Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si**

PENGANTAR AGROKLIMATOLOGI

Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc.

Basuki S.P., M.Sc

Endang Sulistyorini.,S.P.,M.Si

Dr. Abdul Hasyim Sodiq, SP., M. Si

Dr. Dewi Firnia.SP.MP

Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si



**Tahta Media Group**

## UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### **Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4**

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### **Pembatasan Pelindungan Pasal 26**

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### **Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

  
REPUBLIC INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	: EC00202306808, 20 Januari 2023
<b>Pencipta</b>	
Nama	: Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc., Basuki S.P., M.Sc dkk
Alamat	: Kalilom Lor Timur Gg. VI/B7, Surabaya, Kota Surabaya, JAWA TIMUR, 60129
Kewarganegaraan	: Indonesia
<b>Pemegang Hak Cipta</b>	
Nama	: Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc., Basuki S.P., M.Sc dkk
Alamat	: Kalilom Lor Timur Gg. VI/B7, Surabaya, Kota Surabaya, JAWA TIMUR, 60129
Kewarganegaraan	: Indonesia
Jenis Ciptaan	: Buku
Judul Ciptaan	: <b>PENGANTAR AGROKLIMATOLOGI</b>
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	: 20 Januari 2023, di Surakarta
Jangka waktu perlindungan	: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, dihitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	: 000439530

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.


a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
u.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

  
Anggoro Dasananto  
NIP.196412081991031002

Disclaimer:  
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

## LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc.	Kalliom Lor Timur Gg. VI/B7, Surabaya
2	Basuki S.P., M.Sc	Jl. Danau Tondano Cluster Tondano View A3 Kel. Tegalgede Kec. Sumbersari Kab. Jember
3	Endang Sulistyorini, S.P., M.Si	Jl. Komplek Untirta RT002/RW003, Panancangan, Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten
4	Dr. Abdul Hasyim Sodiq, SP., M. Si	Citra Asri Town House No.10 Jl. Bambu Kuning Selatan Rt. 04 Rw. 02 Kel. Sepanjang Jaya Kec. Rawa Lumbu Kota. Bekasi
5	Dr. Dewi Firmia.SP.MP	Taman Graha Asri Blok C2 No 17 Ciracas Serang Banten
6	Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si	Dsn. Sumberjati Rt/Rw: 003/002, Desa. Sumberjati, Kec. Kademangan, Kab. Bitar

## LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc.	Kalliom Lor Timur Gg. VI/B7, Surabaya
2	Basuki S.P., M.Sc	Jl. Danau Tondano Cluster Tondano View A3 Kel. Tegalgede Kec. Sumbersari Kab. Jember
3	Endang Sulistyorini, S.P., M.Si	Jl. Komplek Untirta RT002/RW003, Panancangan, Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten
4	Dr. Abdul Hasyim Sodiq, SP., M. Si	Citra Asri Town House No.10 Jl. Bambu Kuning Selatan Rt. 04 Rw. 02 Kel. Sepanjang Jaya Kec. Rawa Lumbu Kota. Bekasi
5	Dr. Dewi Firmia.SP.MP	Taman Graha Asri Blok C2 No 17 Ciracas Serang Banten
6	Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si	Dsn. Sumberjati Rt/Rw: 003/002, Desa. Sumberjati, Kec. Kademangan, Kab. Bitar



## PENGANTAR AGROKLIMATOLOGI

Penulis:

Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc.

Basuki S.P., M.Sc

Endang Sulistyorini.,S.P.,M.Si

Dr. Abdul Hasyim Sodik, SP., M. Si

Dr. Dewi Firnia.SP.MP

Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Tahta Media

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

viii, 104, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-623-8070-61-9

Cetakan Pertama:

Januari 2023

Hak Cipta 2023, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2023 by Tahta Media Group**

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP**  
**(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)**  
Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karuniaNya buku kolaborasi ini dapat dipublikasikan diharapkan sampai ke hadapan pembaca. Buku ini ditulis oleh sejumlah Dosen dan Praktisi dari berbagai Institusi sesuai dengan kepakarannya serta dari berbagai wilayah di Indonesia.

Terbitnya buku ini diharapkan dapat memberi kontribusi yang positif dalam ilmu pengetahuan dan tentunya memberikan nuansa yang berbeda dengan buku lain yang sejenis serta saling menyempurnakan pada setiap pembahasannya yaitu dari segi konsep yang tertuang sehingga mudah untuk dipahami. Sistematika buku yang berjudul “Pengantar Agroklimatologi” terdiri dari 6 Bab yang dijelaskan secara terperinci sebagai berikut:

Bab 1 Konsep Klimatologi Dan Unsur - Unsur Iklim & Cuaca

Bab 2 Peran dan Klasifikasi Iklim, Serta Analisis Perubahannya Terhadap  
Pertumbuhan Makhluk Hidup

Bab 3 Teknologi Operasional Pencatatan Iklim

Bab 4 Fungsi Pencatatan Iklim, Zonasi, dan Analisis Data Iklim

Bab 5 Modifikasi Iklim dan Bentuk Aplikasinya

Bab 6 Pengaruh Iklim Terhadap Ekosistem Pertanian

Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang mendukung penyusunan dan penerbitan buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Direktur Tahta Media  
Dr. Uswatun Khasanah, M.Pd.I., CPHCEP

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>vi</b>
<b>Daftar Isi.....</b>	<b>vii</b>
<b>Bab 1 Konsep Klimatologi Dan Unsur - Unsur Iklim &amp; Cuaca</b>	
<b>Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc.</b>	
<b>Universitas Trunojoyo Madura</b>	
A. Konsep dan Arti Klimatologi.....	2
B. Peran Klimatologi Dalam Bidang Pertanian.....	3
C. Unsur – Unsur Iklim dan Cuaca.....	5
D. Radiasi Matahari .....	6
E. Temperatur Udara .....	7
F. Kelembapan dan Evaporasi.....	9
G. Tekanan Udara dan Angin .....	12
H. Klasifikasi Iklim.....	15
Daftar Pustaka .....	20
Profil Penulis .....	21
<b>Bab 2 Peran dan Klasifikasi Iklim Serta Analisis Perubahannya</b>	
<b>Terhadap Pertumbuhan Makhluk Hidup</b>	
<b>Basuki S.P., M.Sc</b>	
<b>Universitas Jember</b>	
A. Peran Iklim.....	23
B. Klasifikasi Iklim.....	26
C. Analisis Perubahan Terhadap Pertumbuhan Makhluk Hidup.....	32
Daftar Pustaka .....	36
Profil Penulis .....	39
<b>Bab 3 Teknologi Operasional Pencatatan Iklim</b>	
<b>Endang Sulistyorini., S.P., M.Si</b>	
<b>Universitas Sultan Ageng Tirtayasa</b>	
A. Stasiun Pengamatan Konvensional .....	41
B. Peralatan Pengamatan Cuaca Digital .....	50
Daftar Pustaka .....	53
Profil Penulis .....	55

## **Bab 4 Fungsi Pencatatan Iklim, Zonasi dan Analisis Data Iklim**

**Dr. Abdul Hasyim Sodiq, SP., M. Si**

**Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

A. Fungsi Pencatatan Iklim.....	57
B. Zonasi dan Analisis Data Iklim.....	62
Daftar Pustaka .....	69
Profil Penulis .....	71

## **Bab 5 Modifikasi Iklim dan Bentuk Aplikasinya**

**Dr. Dewi Firnia.SP.MP**

**Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

A. Modifikasi Iklim Mikro .....	73
B. Model Modifikasi Iklim Mikro.....	73
C. Aplikasi Perubahan Iklim Mikro.....	83
Daftar Pustaka .....	88
Profil Penulis .....	90

## **Bab 6 Pengaruh Iklim Terhadap Ekosistem Pertanian**

**Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si.**

**Universitas Trunojoyo Madura**

A. Curah Hujan .....	93
B. Suhu .....	94
C. Cahaya Matahari .....	96
D. Kelembaban .....	98
E. Angin.....	100
Daftar Pustaka .....	102
Profil Penulis .....	104

# BAB 1

## KONSEP KLIMATOLOGI DAN UNSUR - UNSUR IKLIM & CUACA

*Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc.  
Universitas Trunojoyo Madura*

## DAFTAR PUSTAKA

- Darmayati, F. D., & Sutikto, T. (2019). Estimasi Total Air Tersedia Bagi Tanaman Pada Berbagai Tekstur Tanah Menggunakan Metode Pengukuran Kandungan Air Jenuh. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(4), 164-168.
- Davey M, Brookshaw A. 2011. Long-range meteorological forecasting and links to agricultural applications. *Food Policy* 36 (2011): S88–S93.
- Frisvold GB, Murugesan A. 2013. Use of Weather Information for Agricultural Decision Making. *American Meteorologi Society*, Januari 2013: 55-68.
- Klemm T, McPherson R. 2018. The development of seasonal climate forecasting for agricultural producers. *Agricultural and Forest Meteorology* 232 (2017): 384–399.
- Koesmaryono, Y., & Askari, M. (2013). Pengertian dan Ruang Lingkup Klimatologi Pertanian, dan Pengaruh Atmosfer terhadap Kehidupan dan Pertanian. *Jakarta: Universitas Terbuka*.
- Leng G, Zhang X, Huang M, Asrar R, Leung LR. 2016. The Role of Climate Covariability on Crop Yields in the Conterminous United States. *Nature Science Report. Scientific Reports* | 6:33160 | DOI: 10.1038/srep33160.
- Ray DK, Gerber JS, MacDonal GK, West PC. 2015. Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications*. 1-9 DOI: 10.1038/ncomms6989.
- Safiril, A., Kristianto, A., Septiadi, D., Suwandi, I. G., Ahadi, S., Pribadi, S., ... & Bintaro, P. B. (2017). Kajian Awal Sistem Peringatan Dini Longsor Berbasis Penguatan Sistem Prediksi Curah Hujan dan Gempa Bumi (Studi Area: Garut dan Banjarnegara). *Tangerang Selatan: STMKG*.
- Sarvina, Y., & Surmaini, E. (2018). Penggunaan Prakiraan Musim untuk Pertanian di Indonesia: Status Terkini dan Tantangan Kedepan.
- Surmaini E, Hadi TW, Subagyono K, Puspito NT. 2015. Prediction of Drought Impact on Rice Paddies in West Java Using Analogue Downscaling Method. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 16(1): 21- 30.

Surmaini E, Syahbuddin H. 2016. Kriteria awal musim tanam: tinjauan prediksi waktu tanam di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 35(2). 47:56.



## PROFIL PENULIS



Nama Abdul Hasyim Sodiq, Lahir di Bekasi pada tanggal 03 Agustus 1987. Menyelesaikan Studi S1 pada Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Tahun 2010. Melanjutkan studi S2 pada Program Studi Bioteknologi Tanah dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana IPB selesai Tahun 2014 dan menyelesaikan studi S3 pada Program Studi Doktor Ilmu Pertanian Konsentrasi Bioteknologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Tahun 2021. Sejak 2018 penulis aktif sebagai dosen tetap pada jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Beberapa hasil karya ilmiah penulis diantaranya : The Effect of Bio-Fertilizer Applications *Bacillus cereus* and *Lysinibacillus* sp On Paprika Plants (*Capsicum annuum* L) On Plant Nutrient Content and Cultivation Media. IOP Proceedings 2022; Molecular identification of isolates from local microorganisms as potential biofertilizer. Sains Tanah – Journal of Soil Science. 18 (2) 2021; Pengaruh Penambahan POC Urin Kelinci terhadap Hasil Tiga Varietas Tanaman Pakcoy secara Hidroponik Sistem Sumbu. Jurnal Leuit (Journal of Local Food Security) 2716-0300/03/02

## **BAB 5**

# **MODIFIKASI IKLIM DAN BENTUK APLIKASINYA**

*Dr. Dewi Firnia.SP.MP*

*Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*

Berkaitan dengan obyek yang diamati, iklim bisa diklasifikasikan di tiga kategori, yakni: iklim makro, meso serta mikro. Iklim makro bersifat general dan mewakili luasan yang besar, iklim meso pada skala sedang sedangkan iklim mikro pada skala pada seputar tanaman. Iklim bersifat bergerak maju serta tergantung pada ruang serta saat, sehingga sulit buat dimodifikasi terutama di skala makro. Oleh karena itu, modifikasi iklim banyak dilakukan orang di skala mikro, misalnya menggunakan naungan, rumah kaca, mulsa serta sebagainya. Iklim mikro merupakan kondisi iklim di suatu ruang yang sangat terbatas, komponen iklim ini penting ialah bagi kehidupan tumbuhan, hewan serta manusia terutama pada kaitannya menggunakan aktivitas pertanian.

## **A. MODIFIKASI IKLIM MIKRO**

Modifikasi iklim adalah upaya untuk menciptakan lingkungan iklim yang optimal dan mendukung pertumbuhan atau perkembangan suatu organisme. Perubahan iklim mikro adalah usaha mengubah atau mengendalikan unsur-unsur iklim dalam skala mikro agar iklim berada dalam keadaan yang sesuai untuk kehidupan, dalam hal ini terutama bagi tumbuhan. Padahal, semua cara untuk mengubah iklim mikro dapat dilakukan dengan mengubah keseimbangan panas (*heat balance*) atau komponennya. Seringkali tujuan perubahan iklim mikro adalah untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi manusia, atau lingkungan yang lebih optimal (atau setidaknya lingkungan yang lebih baik) untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Perubahan iklim mikro dilakukan dengan harapan agar lingkungan tanaman dapat disesuaikan dengan kebutuhan kenyamanan tumbuh tanaman, apalagi jika ditanam di luar habitat aslinya. Karena iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang menentukan akan produktivitas tanaman.

## **B. MODEL MODIFIKASI IKLIM MIKRO**

### **1. Modifikasi iklim mikro yang terkendali sepenuhnya**

Model konversi iklim mikro yang terkontrol penuh biasanya diterapkan di ruang tertutup. Misalnya menggunakan air conditioner (AC) sebagai alat pengatur suhu udara di suatu ruangan. Upaya pengaturan suhu udara dalam ruangan dengan AC ini merupakan modifikasi suhu udara yang

tujuannya agar iklim dalam ruangan menjadi nyaman dan meningkatkan keceriaan bekerja. Model modifikasi iklim mikro yang terkontrol penuh untuk penggunaan pertanian dibuat di rumah kaca atau ruang tumbuh. Melalui rumah kaca ini, hampir semua elemen iklim, seperti: Suhu, kelembaban, cahaya dan kecepatan angin dapat disesuaikan dengan kebutuhan pertumbuhan dan produksi tanaman. Dengan perubahan iklim mikro yang terkendali, pertanian tidak lagi bergantung pada perubahan musim. Namun, model konversi yang dikontrol penuh ini membutuhkan banyak biaya, terutama jika menggunakan energi listrik.

## 2. Modifikasi iklim mikro semi terkendali

Perubahan iklim mikro semi terkendali adalah modifikasi iklim mikro dari satu atau dua elemen iklim di alam. Disebut semi-terkontrol karena tidak mungkin untuk mengontrol semua efek dari berbagai elemen iklim di alam atau di area terbuka. Model ini pada dasarnya diimplementasikan dengan memanipulasi bentuk dan ruang permukaan bumi. Tujuannya menjadikan salah satu unsur iklim untuk menunjang kenyamanan bagi pertumbuhan tanaman. Misalnya upaya pengendalian suhu tanah agar perbedaan suhu tanah pada siang hari tidak terlalu menyimpang dari suhu tanah pada malam hari.

Modifikasi iklim mikro seringkali ditujukan untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi manusia atau lingkungan yang lebih optimal (atau setidaknya lebih baik) untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Cara lain orang mengubah iklim mikro adalah dengan mengubah kelembaban dan suhu udara.

### 1. Radiasi sinar matahari

Radiasi matahari, sumber energi terpenting di bumi, mempengaruhi cuaca dan iklim. Baik Bumi dan Matahari pada dasarnya pada dasarnya beradiasi sebagai *blackbodies*, yakni benda-benda yang memancarkan panjang gelombang yang hampir sama dengan jumlah radiasi maksimum teoritis dari temperatur-temperaturnya. Energi maksimum radiasi matahari dalam bentuk gelombang pendek dalam rentang tampak adalah 0,4 - 0,8  $\mu\text{m}$ . Radiasi matahari terdiri dari spektrum ultraviolet dengan panjang gelombang di bawah 0,38 mikron, yang berbahaya karena daya kalornya yang sangat tinggi, spektrum radiasi aktif fotosintesis, yang terlibat dalam pembentukan proses fotosintesis, dan spektrum inframerah dengan panjang gelombang lebih besar dari 0,74 mikron mengatur suhu

udara. Spektra radiasi PAR dapat dibagi lagi menjadi kelompok spektral, masing-masing dengan karakteristik tertentu. Ternyata spektrum biru menawarkan potensi terbesar untuk fotosintesis. Matahari merupakan sumber energi bagi proses dan segala aktivitas yang berlangsung di atmosfer yang dianggap penting bagi sumber kehidupan. Energi matahari adalah penyebab utama perubahan dan pergerakan di atmosfer dan dengan demikian merupakan pengatur iklim dan cuaca. Bagian dari radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi disebut radiasi matahari. Intensitas radiasi matahari adalah penyerapan energi matahari dalam satuan  $\text{cm}^2/\text{menit}$ . Intensitas radiasi matahari adalah fungsi dari sudut di mana sinar matahari mengenai bagian melengkung dari permukaan bumi.

Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi terdiri dari tiga komponen yaitu langsung, menyebar dan global. Radiasi global adalah kombinasi dari radiasi langsung dan menyebar. Radiasi langsung juga dapat dibagi menjadi dua bentuk, radiasi normal langsung dan horizontal. Radiasi langsung normal dan horizontal digunakan untuk memperkirakan radiasi pada permukaan datar, miring, dan vertikal. Permukaan lereng meliputi lereng/pegunungan (pertanian dan perkebunan), pelat penyangga lereng (pengeringan, rumah kaca, pemanas air tenaga surya, panel surya, atap, dll.). Radiasi ke permukaan vertikal (dinding) bangunan. Radiasi pada permukaan datar di bidang pertanian dan perikanan (penguapan di sawah, kolam dan bendungan, dll.). Saat mengevaluasi radiasi permukaan miring dan vertikal, sudut kemiringan dan arah permukaan sangat menentukan (Lizenhs, 2010). Radiasi, atau sinar matahari, adalah penyerapan energi matahari di permukaan bumi dalam bentuk sinar pendek seperti gelombang yang menerobos atmosfer. Sebelum mencapai permukaan bumi, sebagian hilang karena penyerapan. Mereka yang memasuki bumi juga dibebaskan melalui refleksi; ini terjadi terutama di daerah kutub Bumi serta di dataran salju dan badan air (Budiwati, 2003).

## 2. Tekanan udara

Tekanan atmosfer adalah tekanan yang diberikan udara di atmosfer akibat pergerakan udara di area datar seluas  $1 \text{ cm}^2$  permukaan bumi. Satuan yang digunakan adalah  $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$ . Barometer adalah alat untuk mengukur tekanan udara. Analisis tekanan udara di Indonesia dilakukan oleh Badan Meteorologi, Iklim dan Geofisika, yang digunakan untuk meramalkan cuaca di Indonesia. Tekanan udara adalah

gaya yang bekerja untuk menggerakkan massa udara dalam satuan luas tertentu. Diukur dengan barometer. Satuan tekanan atmosfer adalah milibar (mb). Garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan tekanan udara yang sama disebut isobar. Tekanan udara dalam arah horizontal, yaitu. variasi tekanan udara dipengaruhi oleh suhu udara, sehingga pada daerah yang suhu udaranya tinggi tekanannya rendah dan pada daerah yang suhu udaranya tinggi. Model distribusi tekanan udara horizontal dipengaruhi oleh garis lintang tempat, sebaran daratan dan lautan, serta perubahan posisi matahari setiap tahunnya.

Tekanan udara dipengaruhi oleh ketinggian tempat, semakin tinggi suatu tempat di atas permukaan laut maka semakin rendah tekanan udaranya. Ini karena gradien tekanan atmosfer vertikal. Gradien vertikal ini tidak selalu konstan karena kerapatan udara dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban dan juga gravitasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi tekanan atmosfer adalah daratan, lautan dan garis lintang negara. Untuk menggambarkan tekanan udara di sekitar ditarik isobar. Baris ini menggambarkan distribusi tekanan udara selama periode waktu tertentu. Tekanan udara selalu berkurang dengan bertambahnya ketinggian. Jenis tekanan udara sangat bervariasi panjang dan ukurannya. Jenis-jenis sistem tekanan udara yang perlu kita ketahui adalah tekanan rendah dan tekanan tinggi. Tekanan rendah ditujukan untuk area di mana tekanan udara lebih rendah dari tekanan udara sekitar. Ada area bertekanan rendah yang memanjang dan disebut palung. Daerah bertekanan tinggi, di sisi lain, adalah daerah dengan tekanan lebih tinggi dari daerah sekitarnya. Ketika suatu daerah bertekanan tinggi dan mengembang, itu disebut punggung (Lyle 2001).

### **3. Suhu (Suhu tanah dan Suhu udara)**

Suhu tanah digunakan sebagai sifat tanah yang penting dalam klasifikasi tanah. Kelas suhu tanah ditentukan oleh suhu tahunan rata-rata tanah di zona akar, yaitu 5-100 sentimeter. Penggunaan lahan di pertanian dan kehutanan terkait erat dengan suhu tanah karena kebutuhan suhu spesifik tanaman (Foth 2003). Suhu menunjukkan suhu benda. Semakin tinggi suhu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda bergerak dalam bentuk perpindahan dan getaran. Semakin

tinggi energi atom-atom penyusun benda, semakin tinggi suhu benda tersebut. Suhu disebut juga temperatur (Anonim 2007).

Suhu permukaan bumi menurun dengan bertambahnya garis lintang, dan suhu juga menurun dengan ketinggian. Perbedaannya adalah pada distribusi temperatur vertikal, permukaan bumi merupakan sumber panas, sehingga semakin tinggi suatu tempat maka semakin rendah temperaturnya (troposfer). Untuk distribusi suhu menurut garis lintang, sumber energi utama berasal dari daerah tropis (antara lintang  $30^{\circ}\text{LU}$  dan lintang  $30^{\circ}\text{LS}$ ), yang merupakan penerima terbesar energi radiasi matahari. Sebagian dari energi ini dipindahkan ke dataran tinggi untuk menjaga keseimbangan energi global (Ansar 2006). Suhu tanah ditentukan oleh interaksi beberapa faktor. Semua panas bumi berasal dari dua sumber: oleh radiasi matahari dan awan dan konduksi panas dari bagian dalam bumi. Faktor eksternal (lingkungan) dan internal (tanah) mempengaruhi perubahan suhu tanah. Jumlah panas di tanah mempengaruhi suhu. Suhu tanah berhubungan dengan suhu udara dan sebaliknya. Suhu tanah dan udara mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Lubis 2007). Pengendalian suhu tanah bukanlah kemampuan manusia, tetapi suhu tanah dapat dikendalikan dengan berbagai cara, yaitu menutupi tanah dengan mulsa organik dan menerapkan sisa-sisa tanaman, yang keduanya dapat memiliki efek biologis. Anda juga bisa menggunakan mulsa plastik yang biasanya diberikan pada tanaman, dan terakhir Anda bisa mengendalikan penguapan tanah (Brady dan Weil 2000).

#### 4. Kelembaban Udara

Kelembaban tanah adalah keadaan keseimbangan antara kandungan air tanah dan suhu yang dipengaruhi oleh lingkungan. Kelembaban relatif dapat diukur secara langsung dengan hygrometer, yang sensornya bersifat higroskopis. Kelembaban absolut adalah konsentrasi uap air, yang dapat dinyatakan sebagai massa uap air atau tekanannya per satuan volume (Foth 2003). Kelembaban menunjukkan jumlah uap air di udara. Jumlah uap air di udara sebenarnya hanya merupakan sebagian kecil dari keseluruhan atmosfer. Ini menempati hanya sekitar 2% dari total massa. Namun uap air ini merupakan bagian udara yang sangat penting bagi cuaca dan iklim (Siswoyo 2010). Kelembaban relatif suatu tempat tergantung pada suhu, yang menentukan kemampuan udara untuk

menahan uap air, dan kelembaban sebenarnya dari tempat tersebut. Kandungan uap air sebenarnya ditentukan oleh ketersediaan air dan energi yang dibutuhkan untuk menguapkannya (Ansar 2006).

Kelembaban menggambarkan konsentrasi uap air di udara, yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban absolut, kelembaban relatif (relatif) atau defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah konsentrasi uap air (dapat dinyatakan menurut massa uap air atau tekanannya) per satuan nyata air dalam keadaan jenuh atau tanpa kemampuan menahan uap air. Kemampuan udara menahan uap air (saat jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dengan tekanan uap sebenarnya. Setiap pernyataan kelembaban memiliki arti dan fungsi tertentu dalam kaitannya dengan masalah yang ditangani. Misalnya, laju penguapan tanah lebih ditentukan oleh defisit tekanan uap daripada kelembaban absolut atau relatif. Sebaliknya, kondensasi terjadi ketika kelembaban relatif telah mencapai 100%, bahkan jika tekanan uap air sebenarnya relatif rendah (Holton J.R, 2006). Kemampuan udara menahan uap air (ketika jenuh) tergantung pada suhu udara. Kesenjangan tekanan uap air adalah perbedaan antara tekanan uap air jenuh dan tekanan uap sebenarnya. Pengembunan terjadi ketika kelembaban relatif mencapai 100% (Abuhaniya, 2009)

## 5. Hujan

Curah hujan adalah pembentukan hujan, salju, dan hujan es dari awan. Awan bergerak di seluruh dunia dikendalikan oleh arus udara. Sebagai contoh, ketika awan ini bergerak ke arah pegunungan, mereka mendingin dan kemudian dengan cepat jenuh dengan air, yang kemudian turun menjadi hujan, salju, dan hujan es, bergantung pada suhu di sekitarnya (Warsito 2007). Hujan merupakan komposisi kimia yang agak kompleks yang bervariasi dari satu tempat ke tempat lain, dari musim ke musim di tempat yang sama, dan pada musim hujan yang berbeda. Air hujan terdiri dari ion natrium, kalium, kalsium, klorin, bikarbonat dan sulfat yang hadir dalam jumlah besar bersama-sama (Anonim 2008). Pencatat hujan atau disebut juga recording gauge biasanya dibuat sedemikian, sehingga dapat bekerja secara otomatis. Dengan alat ini dimungkinkan untuk merekam kedalaman hujan setiap saat dan dengan demikian juga mengetahui intensitas hujan pada saat tertentu. Di pasaran telah terdapat beberapa tipe yang diproduksi antara lain pencatat jungkit dan pencatat pelampung

(Soemarto 2007). Curah hujan dapat diukur dengan alat pengukur curah hujan otomatis atau yang manual. Alat-alat pengukur tersebut harus diletakkan pada daerah yang masih alamiah, sehingga curah hujan yang terukur dapat mewakili wilayah yang luas. Salah satu tipe pengukur hujan manual yang paling banyak dipakai adalah tipe *observatorium (obs)* atau sering disebut *ombrometer*. Curah hujan dari pengukuran alat ini dihitung dari volume air hujan dibagi dengan luas mulut penakar. Alat tipe *observatorium* ini merupakan alat baku dengan mulut penakar seluas 100 cm<sup>2</sup> dan dipasang dengan ketinggian mulut penakar 1,2 meter dari permukaan tanah. (Jumin, 2002).. Peran air dalam kehidupan sangat besar. Mekanisme kompleks kehidupan tidak dapat berfungsi tanpa kehadiran air. Sebagian besar bumi dan makhluk hidup juga terbuat dari air. Air hujan merupakan fenomena alam terpenting bagi kehidupan di bumi. Selain molekul air, rintik hujan juga mengangkut zat-zat penting seperti pupuk bagi tanaman (LIPI, 2007).

## 6. Angin

Angin adalah pergerakan massa udara atau pergerakan dari satu tempat ke tempat lain dalam bidang horizontal. Pergerakan angin biasanya berasal dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah, selain itu angin juga memiliki arah dan kecepatan. Udara yang bergerak, yang penting untuk iklim dan cuaca, juga memiliki fungsi kontrol, karena merupakan penukar panas. daerah yang terlalu panas ke daerah yang tidak panas (Kartasapoetra 2001). Angin disebabkan oleh perbedaan tekanan udara yang disebabkan oleh pemanasan sinar matahari yang tidak merata di berbagai bagian permukaan bumi. Keadaan ini menyebabkan tumbuhnya sejumlah besar massa udara yang ditandai dengan munculnya keanehan yaitu adanya tekanan udara yang tinggi dan rendah. Misalnya, massa udara bertekanan terbentuk di daerah kutub, sedangkan massa volume bertekanan rendah yang kering dan hangat terakumulasi di daerah subtropis (2008).

Kecepatan angin penting karena dapat menentukan jumlah air yang melalui proses penguapan dan dapat mempengaruhi kejadian presipitasi. Terjadinya hujan membutuhkan pergerakan udara lembab yang terus menerus. Dalam hal ini, angin berperan sebagai penggerak pergerakan udara lembab. Alat yang digunakan untuk mengetahui kecepatan angin disebut anemometer (Karmini 2008). Angin adalah pergerakan udara

yang disebabkan oleh perubahan suhu, yang pada gilirannya menyebabkan perubahan tekanan. Tekanan udara meningkat pada suhu rendah dan menurun pada suhu tinggi. Angin disebabkan oleh perbedaan tekanan udara atau suhu udara di suatu daerah atau wilayah. Semakin tinggi kecepatan angin, semakin besar gaya gesek di permukaan laut dan semakin besar arus permukaan. (Wibisono, 2005) Semakin kencang angin, semakin sulit berbelok. Rotasi bumi, ketika bentuk bumi bulat, menyebabkan arah angin membelok. Defleksi angin di ekuator adalah 0 (nol). Semakin jauh ke kutub, semakin besar defleksi. Lendutan angin yang mencapai 90o sehingga sejajar dengan isobar disebut angin geotropik. Ini sering terjadi di daerah beriklim sedang di atas lautan. Kekuatan penahan dapat mengubah arah angin. Misalnya saat melewati gunung, angin bergerak ke kiri, ke kanan atau ke atas (Usman, 2004).

## 7. Evapotranspirasi

Evaporasi dan evaporasi dari permukaan bumi secara bersama-sama dikenal dengan evapotranspirasi atau kebutuhan air. Jika ada cukup air di dalam tanah, penguapan disebut sebagai evapotranspirasi potensial. Mengingat faktor-faktor yang mempengaruhi penguapan banyak dan lebih sulit daripada faktor-faktor yang mempengaruhi penguapan, jumlah penguapan tidak dapat diperkirakan secara akurat. Namun, penguapan merupakan faktor fundamental dalam menentukan kebutuhan air dalam skema irigasi dan merupakan proses penting dalam siklus air. Oleh karena itu, banyak jenis dan metode analisis telah dipertimbangkan.

Evapotranspirasi adalah efek gabungan dari penguapan air dari tanah yang lembab dan aliran penguapan air dari tumbuhan yang tumbuh (Kijne, 1974) Potensi Penguapan ( $E_p$ ), jumlah maksimum uap yang dapat dipindahkan dari suatu area ke atmosfer dalam kondisi sebenarnya. kondisi cuaca adalah jumlah maksimum uap yang dapat dilepaskan ke atmosfer berdasarkan wilayah, yang tidak hanya bergantung pada kondisi cuaca, tetapi juga pada ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan atmosfer dan, dalam hal vegetasi, kebutuhannya. kemampuan untuk menghilangkan kelembaban dari tanah listrik. Peneliti sering membedakan antara dua hal yang berbeda. berbeda dengan penguapan: evaporasi potensial dan evaporasi aktual. Evapotranspirasi potensial, atau PE, adalah ukuran kemampuan atmosfer untuk menghilangkan air dari permukaan melalui evapotranspirasi dan fluks evapotranspirasi, dengan

asumsi pasokan air tidak terkendali. Padahal, evapotranspirasi, atau AE, adalah jumlah air yang benar-benar keluar dari permukaan akibat proses penguapan dan penguapan. Peneliti mempertimbangkan dua jenis penguapan untuk tujuan praktis pengelolaan sumber daya air.

Di seluruh dunia, orang berpartisipasi dalam produksi berbagai tanaman. Banyak dari tanaman ini tumbuh di lingkungan yang secara alami kekurangan air. Akibatnya, irigasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Manajer pabrik dapat menentukan berapa banyak air tambahan yang dibutuhkan untuk mencapai produktivitas maksimum dengan memperkirakan potensi dan penguapan aktual. Nilai perkiraan ini kemudian digunakan dalam persamaan berikut: Permintaan air tanaman = kapasitas penguapan. Faktor yang Mempengaruhi (Ward, 1967, Prinsip Hidrologi)

a. Faktor meteorologi:

Radiasi matahari, suhu udara dan permukaan, kelembaban, angin, tekanan udara.

b. Faktor Geografis:

Kualitas air, kedalaman air, ukuran dan bentuk permukaan air.

c. Faktor lain:

Kelembaban tanah, sifat kapiler tanah, kedalaman air tanah, warna tanah, kerapatan, jenis dan tinggi vegetasi, ketersediaan air.

Penguapan adalah proses perubahan air dari wujud cair ke wujud gas. Ada dua jenis evaporasi yaitu evaporasi yang merupakan penguapan langsung air dari lautan, danau, sungai dan transpirasi yang merupakan penguapan air dari tumbuh-tumbuhan dan lain-lain. Kombinasi evaporasi dan transpirasi disebut evaporasi (Wuryanto 2000). Tidak semua presipitasi yang sampai ke permukaan langsung diserap oleh tanah atau mengalir melintasi tanah. Sebagian darinya, secara langsung atau setelah penyimpanan permukaan atau bawah permukaan, hilang dalam bentuk evaporasi, yaitu proses dimana air menjadi uap. Walaupun diketahui sejumlah faktor mempengaruhi laju evapotranspirasi, adalah sulit sekali untuk menilai kepentingan relatif masing-masing faktor (Anonim 2008).

## 8. Awan

Awan adalah suspensi koloid atau aerosol yang menyebar melalui udara. Meskipun biji-bijian tidak digabungkan, mereka tetap berada di udara. Ini membuat awan tetap konstan dan tidak hujan. Ketika butiran

cenderung menempel satu sama lain untuk membuatnya lebih besar dan lebih berat, awan menjadi tidak stabil dan hujan (Daljuni 2006). Saat udara naik lebih tinggi di atmosfer, udara mengembang dan mendingin. Udara kemudian mendingin dan tidak dapat lagi menyerap uap air. Bagian dari uap air mengembun pada partikel atmosfer dan tetesan air terbentuk. Titik-titik ini melayang di udara. Pergerakan udara ke atas (atau aliran udara) mencegah tetesan air jatuh. Dan jutaan tetesan air yang saling mengambang membentuk awan (Syaiful 2008)

Pembentukan awan terjadi hampir secara eksklusif di bagian bawah atmosfer yang dikenal sebagai troposfer. Awan dibagi menjadi dua kelompok besar: yaitu berupa Cumulus dan Stratus. Oleh karena itu, bentuk dan warna awan berubah sesuai dengan tingkat kelembapan dan stabilitas atmosfer. Sebaran awan hampir sama dengan sebaran hujan, sehingga garis lintang khatulistiwa dengan banyak konvergensi horizontal yang tinggi memiliki kekeruhan yang maksimal. Tidak sejelas hujan maksimum di ekuator, karena lebih banyak awan majemuk atau kumulonimbus di daerah tropis. awan tebal itu (Anonim 2008). Udara selalu mengandung uap air. Uap air meluap menjadi tetesan air, menyebabkan awan terbentuk. Luapan ini dapat terjadi dalam dua cara: 1. Saat udara hangat, ada lebih banyak uap di udara karena air lebih cepat menguap. Udara hangat yang sarat dengan air naik hingga mencapai lapisan bersuhu lebih rendah, melelehkan uap dan menciptakan awan, molekul tetesan air yang tak terhitung banyaknya. 2. Temperatur udara tidak berubah, tetapi kondisi atmosfer lembab. Udara secara bertahap menjadi jenuh dengan uap air. Setelah awan terbentuk, tetesan air di awan tumbuh dan berat awan turun, perlahan ditarik ke bawah oleh gravitasi bumi. Hingga mencapai titik di mana tetesan air terus turun dan hujan ini turun (Critchfield 2004). Awan stratus adalah awan kelabu yang biasanya menutupi seluruh langit. Kami menyebutnya langit mendung. Awan ini seperti kabut yang tidak mencapai bumi. Terkadang awan stratosfer menembus. Awan menghasilkan hujan, ini disebut stratus nimbus. Bentuk awan merupakan kombinasi dari jenis-jenis di atas. Misalnya, cirrus bisa menjadi tanda datangnya badai, terutama ketika awan menebal menjadi cirrostratus dan menutupi langit (Hermawan 2006).

## C. APLIKASI PERUBAHAN IKLIM MIKRO

### 1. Modifikasi Cuaca

Teknologi modifikasi cuaca pertama kali diterapkan pada tahun 1940 dalam bentuk percobaan penyemaian awan. Eksperimen ini juga dikatakan telah digunakan oleh militer AS selama Perang Vietnam untuk mencegah kekuatan lawan. Teknik umum adalah penyemaian awan dengan menambahkan inti kondensasi untuk mempercepat proses presipitasi. Dalam perkembangan selanjutnya, proses ini dapat dibalik, sehingga meskipun terdapat uap air yang cukup banyak di atmosfer, namun tidak berkembang menjadi awan hujan.

### 2. Prinsip dasar teknologi modifikasi cuaca

#### a. Awan hujan

Hal pertama yang dilakukan untuk mengurangi hujan buatan dalam teknologi modifikasi cuaca adalah menemukan potensi awan yang benar-benar dapat menurunkan hujan.

#### b. Garam Biji

Setelah awan potensial ditemukan, partikel garam tersebar ke awan. Garam dapat dihamburkan dari pesawat terbang atau alat yang menembakkan garam dari tanah ke udara. Pada gambar di atas, perak iodida adalah zat yang membentuk es di awan. Es di awan diperkirakan akan mencair saat tenggelam di bawah awan di bawah lapisan beku, meningkatkan bobot tetesan air yang mungkin jatuh sebagai hujan. Selain itu, mesin juga menaburkan  $\text{CaCl}_2$  yang berguna untuk menambah volume awan, serta menambahkan  $\text{NaCl}$  untuk menebalkan awan. Menambahkan  $\text{CO}_2$  ke awan membantu menurunkan suhu awan. Proses ini bertujuan agar uap air segera mengembun menjadi tetesan air. Proses ini juga ditingkatkan dengan menambahkan urea ke awan.

Tindakan di atas biasanya untuk mempercepat kondensasi uap air menjadi tetesan awan dan kemudian mengembang menjadi tetesan air. Saat butir mengembang untuk mengatasi gravitasi, butir dapat jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan atau salju.

### 3. Naungan

Kondisi iklim mikro yang ternaungi. Secara umum, naungan digunakan untuk tanaman yang pertumbuhan, perkembangan dan produksinya terganggu oleh sinar matahari langsung penuh, atau untuk

tanaman yang tidak dapat tumbuh optimal di bawah sinar matahari langsung karena naungan mempengaruhi iklim mikro di bawahnya. Zhao dkk. (2012) menemukan bahwa naungan tidak hanya mempengaruhi jumlah cahaya yang diterima, tetapi juga suhu udara, suhu tanah, kelembaban dan konsentrasi CO<sub>2</sub>. Perbedaan penerimaan radiasi dipengaruhi juga oleh tingkat kerapatan naungan serta bentuk dari naungan. Untuk naungan yang tertutup sampingnya (seperti rumah plastik), akan terdapat perbedaan suhu dengan di luar naungan pada kerapatan tertentu. Contohnya; pada naungan 55%, suhu udara yang tercatat lebih besar daripada suhu udara di luar naungan ataupun di naungan 75%. Sementara di naungan 75%, karena lebih gelap sehingga yang ditransmisikan lebih rendah, suhu udara rata-rata tercatat lebih rendah daripada di luar naungan. Kelembaban udara di naungan 75% lebih besar daripada di naungan 55% ataupun kontrol, sedangkan di 55% lebih rendah daripada kontrol. Untuk naungan yang hanya berbentuk atap, sedangkan bagian samping terbuka, tentunya kondisi suhu dan kelembaban udara akan berbeda daripada yang tertutup di samping, karena aliran udara lebih bebas pada yang terbuka.

Berdasarkan penelitian Sudaryono (2004) Pengaruh perlakuan naungan tertutup pada aplikasi ini ditunjukkan di bawah ini: Suhu udara di dalam shelter (21-34)°C mendekati suhu udara yang dibutuhkan, sedangkan suhu udara di luar shelter (20-39)°C. ° Di tempat teduh (20-42)°C suhu tanah di luar naungan sedang (20-50)°C ° Kelembaban harian 50-90% di tempat teduh, 42-90% di tempat teduh. ° Di tempat teduh, kecepatan fotosintesis lebih tinggi daripada di luar tempat teduh ° Kecepatan angin di tempat teduh lebih rendah daripada di tempat teduh, yang berdampak positif pada penyerbukan dan pembukaan stomata. Penanaman baru (revegetasi) dapat mengubah elemen iklim dimana sinar matahari langsung biasanya tidak dapat menembus tutupan vegetasi. Vegetasi juga mampu meredam kecepatan angin (windbreak) sehingga angin tidak langsung membawa nyamuk ke tempat yang lebih luas karena vegetasi menutupinya. Vegetasi diperkirakan menurunkan suhu udara di bawah sekitar 3,5 °C pada hari-hari panas. Perkembangan vektor malaria dapat dikendalikan dengan variasi suhu diurnal yang lebih rendah di bawah tutupan vegetasi dibandingkan dengan area terbuka. Iklim mikro dapat diubah misalnya dengan membuat peredam untuk menjaga

kelembaban tanah, menanam pohon pelindung yang besar di sekitar tanaman untuk melindungi tanaman dari sinar matahari atau angin yang berlebihan, dan menggunakan mulsa untuk menjaga kelembaban tanah dan mengurangi penguapan, penggunaan mulsa juga . secara tidak langsung berguna dalam menekan gulma, sehingga mengurangi persaingan dengan tanaman. Mengetahui banyak hal tentang iklim mikro memberi kita peluang besar untuk memodifikasinya untuk menciptakan kondisi yang kita inginkan (Wicklein *et al.*, 2012).

Penggunaan mulsa reflektif merupakan salah satu upaya memodifikasi iklim mikro untuk meningkatkan reflektifitas permukaan tanah di bawah tanaman kelapa sawit untuk digunakan pada tanaman penutup tanah seperti kedelai. Reflektor tanah atau reflektor adalah setiap benda yang dapat memantulkan radiasi matahari yang mengenai titik tertentu pada tanaman. Penggunaan tanah reflektif dapat meningkatkan kualitas iklim mikro di bawah tanaman utama, misalnya dengan meningkatkan intensitas radiasi matahari yang dipantulkan dan mencegah pengangkutan uap air dari tanah ke atmosfer, karena energi yang dibutuhkan untuk penguapan berkurang. Tanah reflektif juga menurunkan suhu permukaan tanah di bawahnya (Yin *et al.*, 2016). Penggunaan naungan buatan dengan mulsa reflektif dapat meningkatkan produksi kedelai sebesar 33-39% (Mubarak *et al.*, 2018). Meyer dkk. (2012) menemukan bahwa radiasi yang dipantulkan dari permukaan dan mencapai tanaman berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Perubahan iklim mikro melalui penggunaan tanah reflektif anorganik dan organik pada budidaya kedelai di bawah perkebunan kelapa sawit dapat meningkatkan distribusi intensitas radiasi pantulan di permukaan bumi. Perbedaan suhu dasar antara kedalaman menurun dari 3,2<sup>0</sup>C menjadi 0,3-1,2<sup>0</sup>C. Sistem ini juga mampu mempertahankan kandungan air tanah sebesar 45,2% di bawah tegakan. Penggunaan pelapis reflektif anorganik dan organik dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman dan laju pertumbuhan relatif, serta menurunkan rasio perakaran. Peningkatan produksi benih kedelai per tanaman sebesar 74,8-86,2% juga dilaporkan pada lahan di bawah kebun kelapa sawit. Mulsa reflektif organik yang terbuat dari daun kelapa sawit kering efektif meningkatkan hasil kedelai di bawah perkebunan kelapa sawit berdiri. Penggunaan mulsa jerami sangat baik untuk budidaya, karena selain sebagai bahan organik dapat

meningkatkan kandungan organik dalam tanah, juga dapat menghemat biaya produksi. Berdasarkan penelitian Taufa *et al.* (2020), mengubah iklim mikro melalui penggunaan penutup reflektif anorganik dan organik pada budidaya kedelai di bawah perkebunan kelapa sawit dapat meningkatkan distribusi intensitas radiasi pantulan di permukaan bumi. Perbedaan suhu dasar antara kedalaman menurun dari 3,2<sup>0</sup>C menjadi 0,3-1,2<sup>0</sup>C. Sistem ini juga mampu mempertahankan kandungan air tanah sebesar 45,2% di bawah tegakan. Penggunaan pelapis reflektif anorganik dan organik dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman dan laju pertumbuhan relatif, serta menurunkan rasio perakaran. Pertumbuhan produksi benih kedelai per tanaman 74,8-86,2%.

#### 4. Green House (Rumah Kaca)

Faktor iklim, tanah dan tanaman memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Iklim merupakan faktor yang paling dominan mempengaruhi keduanya yang dapat dibentuk oleh manusia. Tumbuhan tidak dapat bertahan hidup dalam iklim yang buruk, meskipun demikian, hasil yang optimal tidak dapat diharapkan. Ini dapat diamati di berbagai jenis rumah kaca. Rumah kaca/rumah kaca/kanopi adalah suatu struktur pelindung tanaman tertutup yang terbuat dari plastik atau bahan lain dengan bahan kasa atau berlubang, dimana bahan tersebut ditempatkan menutupi bahan tanaman pada ketinggian tertentu untuk mempertahankan kelembaban. dan iklim yang hangat dan tidak ada stres yang menyebabkan pertumbuhan tanaman. *Greenhouse Modified Standard Peak Greenhouse Type (MSPG)* untuk Indonesia. Rumah kaca ini merupakan modifikasi dari kanopi atau rumah kaca standar di atas kepala. Rumah kaca renda standar yang dimodifikasi banyak digunakan di Indonesia karena cocok untuk kondisi iklim Indonesia, di mana intensitas radiasi matahari dan curah hujan tinggi. Bentuk atap penahan dengan kemiringan tertentu mempercepat pengaliran air hujan ke ujung bawah atap. Bentuk atap bernada standar dengan tinggi atap 250 - 300 tergolong optimal untuk transmisi radiasi matahari.

#### 5. Screen house (Rumah Kasa)

Perbaikan teknik budidaya tanaman hortikultura yaitu menggunakan rumah kasa atau paranet. Konsep ini lebih menitikberatkan pada cara perlindungan, maksud perlindungan disini adalah tanaman yang kita tanam ditanam di dalam paranet, dan paranet ini lebih melindungi

tanaman dari serangan hama dan penyakit. Rumah kaca ini bukan berasal dari Indonesia, rumah kaca ini merupakan pengenalan metode Eropa dan sebenarnya ada perubahan operasional rumah kaca ini ketika masuk ke Indonesia. Fungsi sebenarnya dari rumah pembunahan di Eropa adalah untuk menjaga kondisi di dalam rumah kaca, suhu dan kelembaban, karena kondisi cuaca di sana sangat ekstrim dan menurut mereka ruang kaca bisa menjadi solusi. Rumah payung ini merupakan varian dari rumah kaca, karena rumah kaca bisa jadi terlalu mahal. Karena kasa/jaring rape untuk screen house relatif lebih murah daripada plastik UV untuk rumah kaca. Dinding rumah dapat memfasilitasi dan mengontrol kondisi lingkungan yang dibutuhkan tanaman, melindungi tanaman dari hujan lebat dan intensitas cahaya yang berlebihan (Max, *et al.*, 2009).



## DAFTAR PUSTAKA

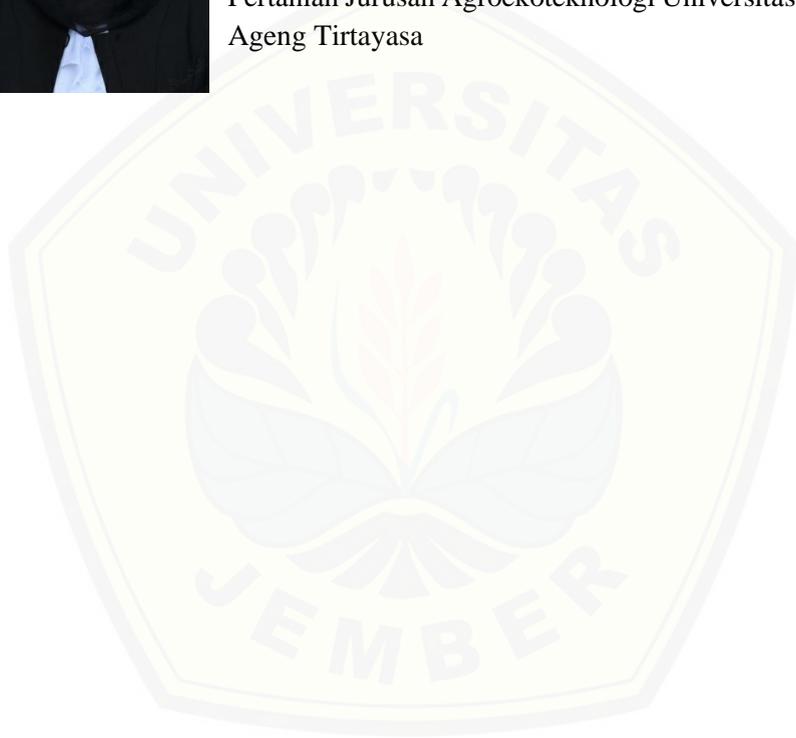
- Ainy, C. N. 2012. Pengaruh ruang terbuka hijau terhadap iklim mikro di kawasan kota Bogor. <[http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/61101/A12\\_cna.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/61101/A12_cna.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Diakses pada 19 Oktober 2016
- Ardhana, I Putu Gede. 2012. *Ekologi Tumbuhan*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Arif Susanto. 2013. Pengaruh Modifikasi Iklim Mikro dengan Vegetasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Pengendalian Penyakit Malaria. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. Vol 5 no 1 Januari 2013.
- Anonim. 2013. Suhu udara. <<https://www.plengdut.com/suhu-udara/490/>>. Diakses pada 19 Oktober 2016
- Frick, H and F. X. B. Suskiyatno. 2007. *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis*. Kanisius. Yogyakarta.
- Frick, Heinz, Antonius A., and AMS Darmawan. 2008. *Ilmu fisika bangunan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 198 hlm.
- Irawan, A. dan T. June. 2013. Hubungan iklim mikro dan bahan organik tanah dengan emisi CO<sub>2</sub> dari permukaan tanah di hutan alam babahaleka taman nasional lore lindu, sulawesi tengah. *Jurnal Agromet Indonesia* 25: 21-31.
- Jones, P. D., D. H. Lister, T. J. Osborn, C. Harpham, M. Salmon, and C. P. Morice. 2012. Hemispheric and large-scale land-surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2010. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 117: 1—17.
- Jumin, Hasan Basri. 2002. *Agroekologi Suatu Pendekatan Fisiologis*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Jumin, Hasan Basri. 2005. *Dasar-Dasar Agronomi*. Raja Gradindo Persada. Jakarta
- Kartasapoetra, G. A. Ir, 2004. *Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta: Bumi
- Mubarak, S., , Impron, June, dan T., 2018. Efisiensi Penggunaan Radiasi Matahari dan Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) terhadap

- Penggunaan Mulsa Reflektif. *J. Agron. Indonesia* 46, 247–253. <https://doi.org/10.24831/jai.v46i3.18220>
- Noor, M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut, Potensi dan Kendala*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Reijntjes, C., B. Haverkort, and A. W. Bayer. 1992. *Pertanian Masa Depan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rusbiantoro, Dadang. 2008. *Global Warming for beginner*. Penerbit Niaga Swadaya. Yogyakarta. 114 hlm.
- Sari, O., B. Priyono, dan N. R. Utami. 2012. Suhu, kelembaban, serta produksi telur itik pada kandang tipe litter dan slat. *Unnes Jurnal of Life Science* 1: 95-100.
- Sudaryono. 2011. Pengaruh naungan terhadap perubahan iklim mikro pada budidaya tanaman tembakau rakyat. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 5: 56-60.
- Taufan Hidayat , Yonny Koesmaryono , Impron , dan Munif Ghulamahdi. 2020. Modifikasi Iklim Mikro Menggunakan Mulsa Reflektif di Bawah Tegakan Kelapa Sawit dan Peranannya terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai. *Agromet* 34 (1): 1-10, 2020
- Utomo, B. S. 2011. *Dinamika Suhu Udara Siang-Malam terhadap Fotor respirasi Fase Generatif Kopi Robusta dibawah Naungan yang Berbeda pada Sistem Agroforestry*. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas jember. Skripsi.
- Wicklein, H. F., D. Christopher., M. E. Carter, and B. H. Smith. 2012. Edge effects on sapling characteristics and microclimate in a small temperate deciduous forest fragment. *Natural Areas Journal* 32(1): 110-116.
- Yin, W., Feng, F., Zhao, C., Yu, A., Hu, F., Chai, Q., Gan, Y., Guo, Y., 2016. Integrated double mulching practices optimizes soil temperature and improves soil water utilization in arid environments. *Int J Biometeorol* 60, 1423–1437. <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1134-y>

## PROFIL PENULIS



Dewi Firmia, lahir di Serang pada 30 Mei 1978 dan sekarang menetap di Serang Banten. Menyelesaikan studi S1 Ilmu Tanah di UNSRI (1997), S2 Ilmu Tanah di UNPAD (2006) dan S3 Ilmu Tanah di IPB (2015) Sekarang, menjadi Tenaga Pengajar di Fakultas Pertanian Jurusan Agroekoteknologi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



## BAB 6

# PENGARUH IKLIM TERHADAP EKOSISTEM PERTANIAN

*Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si.  
Universitas Trunojoyo Madura*

Pertanian adalah salah satu sektor penopang perekonomian nasional. Pada tahun 2021 sektor pertanian tumbuh 1,84% (yoy) dan berkontribusi sebesar 13,28% pada perekonomian nasional. Sedangkan pada kuartal 2 tahun 2022, sektor ini terus konsisten tumbuh 1,37% (yoy) dan berkontribusi pada perekonomian nasional sebesar 12,98%. Selain itu, kesejahteraan petani semakin baik ditunjukkan dengan Nilai Tukar Petani (NTP) pada Maret dan Juli tahun 2022 sebesar 109,29 dan 104,25.

Namun, capaian ini harus dijaga karena sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim. Beberapa kegiatan yang terpengaruh adalah pola tanam, waktu tanam, produksi dan kualitas panen (Nurdin, 2011). Adanya perubahan iklim yang mengakibatkan fenomena cuaca tidak menentu, seperti perubahan suhu dan curah hujan akan mengakibatkan penurunan produksi 5-20 persen (Suberjo, 2009). Laporan IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) menunjukkan bahwa akan terjadi kenaikan suhu 1,1-6,4 °C atau 2,0-11,5 °F antara tahun 1990-2100. Dampak fenomena ini berpengaruh pada pola presipitasi, evaporasi, kelembaban tanah dan iklim yang berganti secara cepat (fluktuatif) dan hal ini akan sangat berpengaruh pada produksi pertanian terutama bahan pangan.

Sama halnya dengan suhu, intensitas curah hujan juga menjadi dampak dari perubahan iklim. Penurunan curah hujan menjadi faktor utama penurunan produksi pertanian (Angles *et al.*, 2011) yang secara langsung menurunkan pendapatan petani terutama pertanian di lahan kering. Dampak jangka panjangnya bagi petani di lahan kering adalah berakhirnya profesi petani di lahan tersebut.



Gambar 6.1. Kekeringan (kiri) dan Kebanjiran (kanan)

Sumber <https://www.portonews.com/2019/laporan-utama/musim-kemarau-120-000-hektare-sawah-kekeringan/> (kiri) dan <https://news.okezone.com/read/2019/01/24/340/2008576/banjir-terjang-banten-385-hektare-sawah-gagal-panen> (kanan)

Iklim (terutama curah hujan dan suhu) juga berpengaruh terhadap proses fisik dan kimia batuan mineral primer yang menjadi penentu kesuburan tanah pertanian. Pada daerah beriklim basah curah hujan yang tinggi menyebabkan tanah menjadi masam dengan cepat, kation-kation basa sangat rendah, P-tersedia menjadi rendah dan kation masam (Al-dd dan H-dd) menjadi tinggi. Selain ketersediaan hara, iklim juga berpengaruh terhadap lingkungan hidup organisme tanah. Suhu yang hangat dibarengi dengan ketersediaan gas oksigen menyebabkan proses dekomposisi bahan organik lebih cepat dibandingkan penambahannya, karena lingkungan seperti ini sangat cocok untuk tempat hidup organisme dekomposer.

Selain itu, dinamika iklim juga akan berpengaruh terhadap perkembangan dan serangan hama penyakit tanaman. Hal ini mengakibatkan wabah penyakit kresek dan blas pada padi, serta antraknos pada cabai ketika musim hujan. Sedangkan pada musim kemarau petani akan disibukkan dengan pengendalian hama penggerek batang dan belalang pada padi, serta thrips pada tanaman cabai.

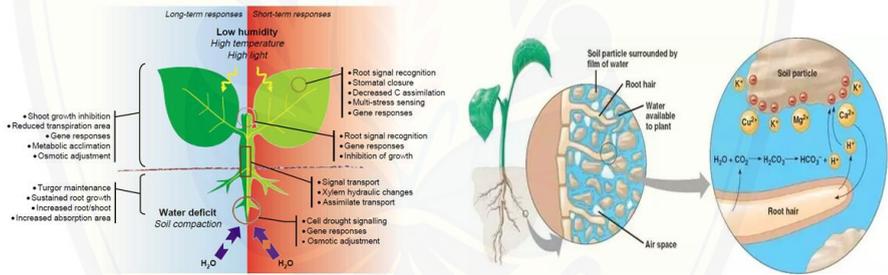
## **A. CURAH HUJAN**

Curah hujan diartikan sebagai jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan milimeter (mm). Air memiliki peranan penting bagi ekosistem pertanian. Tubuh tanaman terdiri dari 60-85% air, salah satunya sebagai senyawa utama penyusun protoplasma. Setiap bagian tanaman memiliki kandungan air yang berbeda-beda seperti pada buah memiliki kandungan air yang tinggi karena vakuola yang besar, sedangkan biji kering memiliki kandungan air yang rendah sekitar 5-15%. Selain itu, air berperan dalam reaksi fotosintesis sebagai sumber elektron. Air juga berperan dalam mempertahankan tekanan sel (turgiditas sel) dan pertumbuhan sel. Kekurangan air pada tanaman akan mengakibatkan layu sementara, apabila kondisi ini berlanjut akan mengakibatkan kematian.

Air yang ada di tanah (air tanah) memiliki peran penting bagi reaksi kimia dan biokimia di dalam tanah. Air tanah mengandung berbagai zat terlarut seperti ion, gas, bahan organik terlarut dan terdispersi, dan koloid anorganik berupa hara tanah, dan juga gas. Air tanah juga media penting untuk interaksi larutan dan padatan tanah (koloid tanah) seperti pertukaran kation-anion.

Reaksi ini penting bagi tanaman dalam menyerap air dan hara. Tanah pada kondisi kering menyebabkan kelarutan hara menjadi rendah, sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman.

Saat ini curah hujan menjadi faktor penunjang sekaligus ancaman terhadap produksi pertanian. Banjir dan kekeringan merupakan dua hal penting terkait curah hujan. Di Indonesia selama kurun waktu 2003-2012 mengalami 1.766 kejadian kekeringan dan 2.698 kejadian banjir. Kejadian tersebut juga berdampak pada lahan pertanian, yakni 2.591.897 ha lahan pertanian mengalami kekeringan dan 2.212.661 ha mengalami kejadian banjir. Fenomena ini mengakibatkan kerugian finansial dan mengancam ketahanan pangan nasional (Syakir *et al.* 2018). Kekeringan pada lahan tanaman padi dapat menyebabkan perubahan fisiologi, morfologi, pola pertumbuhan (Suninah dan Jamil, 2016), penurunan produksi dan kualitas hasil. Terdapat dua macam kekeringan, yaitu kekeringan meteorologis yakni jumlah curah hujan di bawah normal dan kekeringan hidrologis atau berkurangnya pasokan air permukaan dan air tanah.



Gambar 6.2. Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan (kiri) dan serapan air-hara oleh akar (kanan)

Sumber <https://www.intechopen.com/chapters/41315> (kiri) dan <https://www.quora.com/How-do-plant-roots-absorb-water-and-nutrients> (kanan)

## B. SUHU

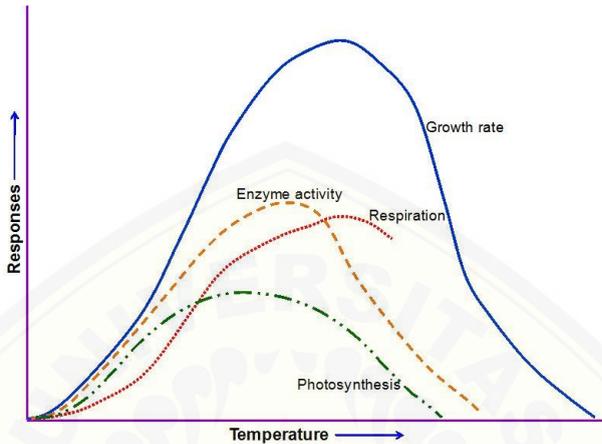
Suhu (temperatur) diartikan sebagai ukuran dari intensitas panas. Pendapat lain menyatakan suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur dengan termometer dengan satuan pengukuran derajat celcius (°C). Jumlah suhu yang diterima oleh setiap daerah berbeda tergantung pada latitude (letak

lintang), altitude (ketinggian tempat dari permukaan laut), kelembaban udara, arah angin dan kecerahan atmosfer. Di daerah tropis suhu akan naik  $\pm 0,6$  °C setiap kenaikan 100 meter dari permukaan laut. Sedangkan daerah ekuator dan savana suhu udara akan naik 20 -30 °C dan 7 °C pada ketinggian yang sama.

Organisme di bumi dapat bertahan hidup di suhu -35 °C sampai dengan 75 °C, sedangkan tanaman pertanian hidup pada suhu 15-40 °C. Suhu mempunyai peran yang sangat besar bagi tanaman, diantaranya adalah:

1. Pengaruhnya terhadap **fotosintesis yang** bersifat kompleks tergantung jenis tanaman, kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer, lama penyinaran dan intensitas cahaya.
2. **Respirasi** akan meningkat dengan meningkatnya suhu, meskipun demikian setelah beberapa saat respirasi akan cenderung menurun dengan cepat. Namun, pada suhu tinggi atau diatas optimum tanaman akan mati karena laju respirasi lebih besar dibandingkan fotosintesis. Penurunan kadar air tanah yang diakibatkan oleh penurunan suhu mengakibatkan meningkatnya respirasi (Wei *et al.* 2022 dalam Basuki *et al.* 2022)
3. **Transpirasi** sama halnya dengan respirasi akan meningkat ketika suhu meningkat. Pada kondisi ini akan menyebabkan tanaman kehilangan air lebih cepat dari pada absorsi air melalui akar, sehingga tanaman layu. Apabila kondisi ini terus berlanjut akan menyebabkan tanaman mati.
4. **Absorpsi Air dan Hara**, yakni pada suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengakibatkan laju serapan air terhenti. Tanaman secara umum akan meningkatkan laju serapan air ketika suhu meningkat sampai dengan 60-70 °C. Sama halnya dengan laju serapan air, laju serapan hara juga meningkat ketika suhu dinaikkan.
5. **Ketersediaan hara tanah dan pergerakannya menuju tanaman**, yakni kenaikan suhu menyebabkan tingginya kandungan hara P, Mn dan Ca baik pada bagian atas dan akar tanaman, meskipun kenaikan Mn dan Ca pada akar sangat kecil. Sedangkan Mg, K dan Fe yang cenderung menurun pada akar dan naik pada bagian atas tanaman ketika suhu dinaikkan.
6. **Aktifitas organisme tanah** baik itu autotropik dan heterotropik sangat dipengaruhi oleh suhu, yakni pada umumnya akan meningkat dengan naiknya suhu sampai suhu optimum. Suhu terbaik bagi mikroba adalah 50 – 104 °F. Perombakan bahan organik pada tahap awal oleh mikroba sangat efektif pada suhu  $\pm 80,6$  °F.

7. **Pertumbuhan akar** cenderung meningkat dengan naiknya suhu sampai suhu optimum ( $\pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Namun, setelah suhu dinaikkan di atas suhu optimum, maka pertumbuhan akar cenderung menurun bahkan terhenti.



Gambar 6.3. Ilustrasi efek suhu terhadap proses fisiologi tanaman

Sumber <https://www.intechopen.com/chapters/43317>

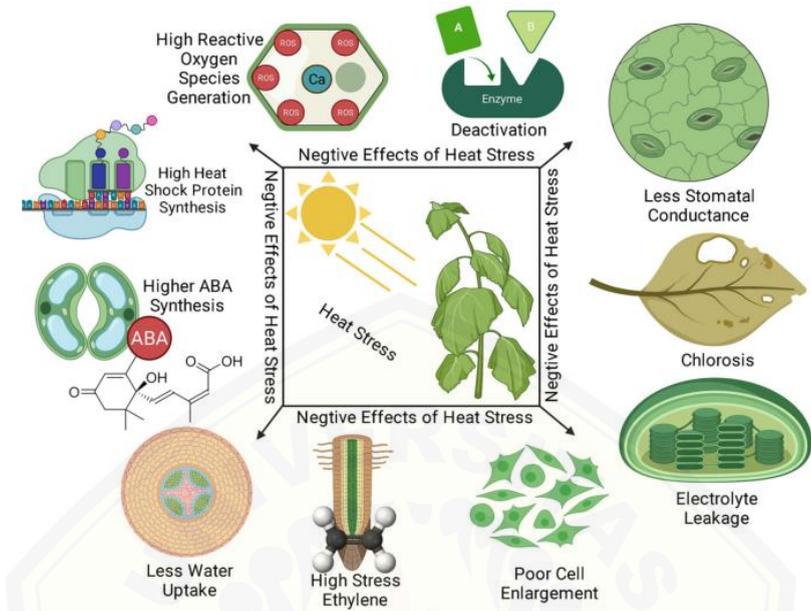
Suhu juga akan berpengaruh terhadap serangan hama penyakit tanaman. Bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* yang menyebabkan penyakit kresek pada padi dan *F. oxysporum* pada bawang merah sama-sama mempunyai suhu pertumbuhan optimum  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Webster dan Mikkelsen, 1992; Tondok, 2003). Pada suhu yang lebih hangat bakteri *Ralstonia solanacearum* yang menyebabkan penyakit layu bakteri akan tumbuh optimum. Berbeda dengan serangan berat oleh cendawan *Phytophthora infestans* terjadi pada suhu  $18\text{-}22\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan lembab.

### C. CAHAYA MATAHARI

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi makhluk hidup yang ada di bumi, khususnya yang berklorofil. Cahaya matahari berperan dalam reaksi fotosintesis pada tanaman, yaitu proses menghasilkan glukosa sebagai sumber energi lemak dan protein tanaman (Naomi *et al.*, 2018). Cahaya matahari menjalankan 2 tahapan reaksi pada proses fotosintesis, yaitu reaksi terang pada tilakoid dan siklus kelvin pada stroma.

Reaksi fisiologis setiap jenis tanaman yang dipengaruhi oleh cahaya matahari akan berbeda tergantung kualitas, kuantitas/jumlah cahaya/intensitas dan lama penyinaran (fotoperiodisme). **Kualitas** cahaya matahari diartikan sebagai panjang gelombang atau mutu cahaya yang diterima oleh permukaan bumi. Panjang gelombang cahaya tampak mempunyai nilai 400-760 nm yang berpengaruh langsung pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sedangkan di luar cahaya tampak akan berpengaruh terhadap iklim mikro seperti suhu tanah. **Intensitas** cahaya matahari yang diterima oleh permukaan bumi ditentukan oleh musim dan letak lintang yang berhubungan langsung dengan sudut yakni kemiringan dan topografi. Dari ketiga hal tersebut, intensitas cahaya matahari merupakan faktor kritis yang sangat berpengaruh terhadap hasil fotosintesis (fotosintat). Perubahan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tanaman akan merubah reaksi terang dan reaksi gelap sehingga tanaman akan menyesuaikan kondisi tersebut agar proses fotosintesis tetap efisien. Hal ini bertujuan agar tanaman tetap hidup dan berproduksi (Yustiningsih, 2019).

Intensitas cahaya matahari tinggi akan mengakibatkan tertutupnya stomata dan mengurangi evapotranspirasi melalui daun. Apabila kondisi ini terus berlanjut akan menghambat pembentukan klorofil, tilakoid pada daun akan menggumpal, ukuran daun menjadi kecil/besar (Buntoro *et al.*, 2014), dan kerusakan organ fotosintesis. Sedangkan apabila intensitas cahaya matahari rendah atau kurang dari batas optimum akan mengakibatkan berkurangnya hasil fotosintesis, ukuran akar lebih kecil dan jumlahnya lebih sedikit dengan dinding sel yang lebih tipis. Selain itu ukuran daun lebih besar, tipis dan jumlahnya lebih banyak. Namun hal ini tergantung dari jenis tanaman. Terdapat 2 kelompok tanaman apabila ditinjau dari responnya terhadap intensitas cahaya matahari agar dapat tumbuh dengan baik, yaitu **helofit**, tanaman yang membutuhkan cahaya matahari langsung, penuh dan intensitasnya tinggi, dan **sciofit**, tanaman yang membutuhkan cahaya matahari tidak langsung dengan intensitas yang relatif rendah (Lukitasari, 2010).



Gambar 6.4. Respon tanaman terhadap intensitas cahaya matahari tinggi  
 Sumber <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-021-10493-1>

Cahaya matahari berpengaruh terhadap kerja hormon auksin pada pertumbuhan kacang hijau. Hormon ini berperan pada proses pemanjangan batang, perkembangan buah/biji, dan dominasi apikal (Wimudi dan Fuadiyah, 2021). Cahaya matahari juga berpengaruh terhadap produksi metabolit dalam kultur jaringan, baik itu metabolit primer seperti karbohidrat, asam amino, lipida, dan enzim, maupun metabolit sekunder (flavonol, antosianin, dan karotenoid). Pada percobaan yang dilakukan oleh Ariany *et al.* (2013) menyatakan bahwa intensitas cahaya 1156 lux pada suhu 24 °C memberikan pengaruh pertumbuhan plantlet Daun Dewa terbaik dan kadar antosianin tertinggi.

**D. KELEMBABAN**

Kelembaban diartikan sebagai kondisi uap air yang ada di atmosfer (kelembaban udara) yang dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, nisbi/relatif dan defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah massa uap air dan tekanannya persatuan volume. Sedangkan kelembaban nisbi merupakan perbandingan uap air di udara dengan jumlah maksimumnya pada suhu yang

sama dan dinyatakan dengan persen. Nilai kelembaban udara dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti suhu, kualitas dan intensitas penyinaran cahaya matahari, arah angin, tekanan udara, vegetasi dan kondisi air tanah.

Kelembaban udara berpengaruh pada laju transpirasi atau penguapan air oleh tanaman. Kelembaban udara rendah akan mengakibatkan meningkatnya laju transpirasi dan penyerapan air dan bahan terlarut (solute) seperti hara tanah. Sebaliknya apabila kelembaban udara tinggi akan mengakibatkan rendahnya laju transpirasi yang secara langsung mengakibatkan tanaman kekurangan hara. Selain itu, kelembaban udara tinggi mengakibatkan pertumbuhan jamur penyakit tanaman. Pada kelembaban 90% dan suhu 30 °C menunjukkan pertumbuhan *Fusarium verticillioides* Bio 957 pada jagung dan kedelai (Rahayu *et al.*, 2015).

Kelembaban udara juga merupakan salah satu komponen perubahan iklim yang berdampak pada sektor perkebunan. Tahun 2012 produksi tembakau terdampak perubahan iklim baik menurunnya kualitas tembakau sampai dengan gagal panen. Hal ini dipertegas dari hasil penelitian Herminingsih (2014) yang menyatakan bahwa perubahan iklim mengakibatkan menurunnya produktivitas tembakau kasturi.

Selain kelembaban udara, tanaman budidaya pertanian juga dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Kelembaban tanah diartikan sebagai jumlah air yang ada di pori-pori tanah. Nilai kelembaban tanah dapat berubah dengan cepat (bersifat dinamis), hal ini disebabkan oleh penguapan, perlokasi, curah hujan, laju evapotranspirasi dan jenis tanah. Kelembaban tanah merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Amaru *et al.* (2013) bahwa kelembaban tanah pada taraf 90% kapasitas lapang merupakan kondisi yang ideal karena memperlihatkan pertumbuhan dan produksi paling baik.

Ketersediaan air tanah yang dibutuhkan oleh tanaman sangat ditentukan oleh kelembaban tanah (Djumali & Mulyaningsih, 2014). Aktivitas dehidrogenasi dan fosfatase, potensial oksidasi dan reduksi, dan keragaman bakteri tanah sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Selain itu, kelimpahan dan jenis cendawan yang bersifat saprofit pada bawang merah dipengaruhi oleh kelembaban relatif udara dan curah hujan.

## E. ANGIN

Definisi angin adalah pergerakan udara sejajar dengan permukaan bumi dan memiliki arah dan kecepatan tertentu. Angin bergerak karena adanya perbedaan tekanan, yaitu bertiup dari tempat bertekanan tinggi ke rendah. Pergerakan angin akan melemah karena adanya gaya gesek yang disebabkan kekasaran permukaan bumi. Angin akan dibelokkan oleh rotasi bumi dan kecepatan tiupan angin akan berpengaruh pada suhu, kelembaban udara dan evapotranspirasi. Laju evapotranspirasi sama dengan nilai kecepatan angin. Hembusan angin semakin kencang akan menyebabkan evapotranspirasi semakin tinggi.

Angin terjadi karena perbedaan tekanan atau suhu udara. Perbedaan ini terjadi karena perbedaan besarnya energi panas matahari yang diterima oleh permukaan bumi. Wilayah dengan energi panas matahari yang besar akan mempunyai suhu udara yang lebih panas dan tekanan udara yang rendah, sehingga terjadi aliran udara (angin) pada wilayah tersebut. Secara umum angin timbul karena adanya gradien barometris (tekanan udara), posisinya di bumi, ketinggian tempat, dan waktu antara malam dan siang. Angin dibagi menjadi 4 macam, yaitu **angin lokal** (salah satunya angin Fohn yang menyebabkan suhu lebih hangat dan kekeringan), **angin periodik** (angin darat-laut dan angin lembah-gunung), **angin monsoon** (yang menyebabkan musim kemarau dan penghujan), dan **angin tetap** (angin pasar, barat, timur, dan puting beliung)

Angin bagi bidang pertanian mempunyai keuntungan dan kerugian. Angin juga membantu proses penyerbukan alami selain kehadiran serangga penyerbuk. Namun, angin juga menyebabkan penyebaran penyakit semakin luas. Hal ini lah yang menyebabkan kecepatan angin berpengaruh terhadap produksi tanaman (Nurhayati & Aminuddin, 2016). Angin juga menyebabkan adanya musim hujan dan kemarau di Indonesia yaitu angin monsoon. Angin jenis ini yang menjadi acuan pola tanam. Angin yang bertiup dari Asia ke Australia (monsoon Asia) pada bulan Oktober-Februari akan mengakibatkan terjadinya musim hujan dan biasanya petani menanam padi. Berbeda dengan angin monsoon Australia yang mengakibatkan musim kemarau sehingga petani lebih memilih bertanam palawija seperti jagung, kedelai kacang tanah, dan kacang hijau.

Angin juga menjadi faktor perkembangan penyakit tanaman. Peningkatan kecepatan angin yang diimbangi dengan penurunan kelembaban udara akan

menyebabkan distribusi konidium patogen *Cercospora nicotianae* yang terbawa oleh angin pada musim tanam tembakau (Tantawi, 2007). Konidium terdistribusi pada kecepatan angin 0,28 m/detik dan suhu udara 25 °C. Patogen ini menyebabkan lebih dari 60% daun tembakau Na-Oogst terserang penyakit patik dan menyebabkan kerugian lebih dari 100 miliar rupiah. Angin juga menjadi agen pengangkut spora cendawan patogen sehingga terangkut pada jarak yang jauh. Semakin kencang kecepatan angin, maka spora ini akan terbawa semakin jauh.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amaru, K, Suryadi, S, Bafdal, N, dan Asih, F.P. (2013). Kajian Kelembaban Tanah dan Kebutuhan Air Beberapa Varietas Hibrida DR UNPAD. *Jurnal Teknik Pertanian* 1(1): 107-115.
- Angles, Chinnadurai, and Sundar. (2011). Awareness on impact of climate change on dryland agriculture and coping mechanisms of dryland farmers. *Indian Journal of Agricultural Economics* 66: 365- 372.
- Ariany, S.P., Sahiri, N., dan Syakur, A. (2013). Pengaruh Kuantitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Kadar Antosianin Daun Dewa (*Gynura pseudochina* (L.) DC) Secara *IN VITRO*. *e-J. Agrotekbis* 1 (5): 413 – 420.
- Basuki, Rahman, F.A, Firnia, D, Sodiq, A.H, Kusumawati, A, Rahmayuni, E., Sulistyorini, E, dan Vertygo, S. (2022). *Ilmu Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Sukoharjo. Tahta Media group.
- Buntoro, B. H, R. Regomulyo, S. Trisnowati. (2014). Pengaruh takaran pupuk kandang dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan hasil temu putih (*Curcuma zedoaria* L.). *Vegetika*. 3(4):29-39.
- Djumali dan Mulyaningsih, S. (2014). Pengaruh Kelembaban Tanah terhadap Karakter Agronomi, Hasil Rajangan Kering dan Kadar Nikotin Tembakau (*Nicotiana tabacum* L; Solanaceae) Temanggung pada Tiga Jenis Tanah. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Berita Biologi. Malang.
- Herminingsih, H. (2014). Hubungan Adaptasi Petani Terhadap Perubahan Iklim Dengan Produktivitas Tembakau Pada Lahan Sawah Dan Tegalan Di Kabupaten Jember. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian* 7(2): 31–44.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007). Climate Change 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Lukitasari, M. (2010). Ekologi Tumbuhan. Madiun: IKIP PGRI Press.
- Naomi, A, dan Saefullah, A. (2018). Keefektifan spektrum cahaya terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Gravity* 4(2):94-102.

- Nurdin. (2011). Antisipasi perubahan iklim untuk keberlanjutan ketahanan pangan. Sulawesi Utara: Universitas Negeri Gorontalo.
- Nurhayati, dan Aminuddin J. 2016. Pengaruh Kecepatan Angin terhadap Evapotranspirasi Berdasarkan Metode Penman di Kebun Stroberi Purbalingga. *Journal of Islamic Science and Technology* 2(1): 21-28.
- Rahayu, D., Rahayu, W. P., Lioe, H. N., Herawati, D., Broto, W., dan Ambarwati, S. (2015). Pengaruh Suhu dan Kelembaban terhadap Pertumbuhan *Fusarium verticillioides* BIO 957 dan Produksi Fumonisin B1. *Agritech* 35(2): 156-163
- Suberjo, (2009). adaptasi pertanian dalam pemanasan global. Dosen Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta dan Mahasiswa Doktoral The University of Tokyo.
- Sujinah dan Jamil A. (2016). Mekanisme respon Tanaman Padi Terhadap Cekaman Kekeringan dan Varietas Toleran. *Iptek Tanaman Pangan* 11(1): 1-8.
- Syakir, M., Syahbuddin, H., Sarvina, Y., Susandi, A., Sopandie, D., Apriyana, Y., Suciantini, Kartiwa, B., Susanti, E., Surmaini, E., Estiningtyas, W., Dirgahayu, D., Pramudia, A., Parwati, Runtunuwu, E., Trikoesoemaningtyas, Heryani, N., Noor, N., Dewi E.R., dan Wihendar, TN. (2018). Iklim Pertanian Indonesia. IAARD PRESS. Jakarta.
- Tantawi, A.R. 2007. Hubungan Kecepatan Angin dan kelembaban Udara terhadap Pemencaran Konidium *Cercospora nicotianae* pada Tembakau. *Agritrop* 26(4): 160-167.
- Tondok, E. (2001). The Causal Agent of Twisting Disease of Shallot. Master Thesis. University of Goettingen, Germany
- Webster, R.K. dan D.S. Mikkelsen. (1992). *Compendium of Rice Diseases*. APS Press. Minnesota
- Wimudi, M, dan Fuadiyah, S. (2021). Pengaruh Cahaya Matahari terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Prosiding Semnas Bio* 01: 587-592.
- Yustiningsih, M. (2019). Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung. *Bioedu* 4(2): 43-48.

## PROFIL PENULIS



Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si., lahir di Indramayu pada 04 Februari 1990. Lulus S1 di Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jember tahun 2013. Lulus S2 di Prodi Ilmu Tanah IPB tahun 2019. Saat ini menjadi staf pengajar (dosen) di Prodi Agroteknologi Universitas Trunojoyo Madura. Tahun 2013-2015 menjabat sebagai Asisten Agronomi dan penanggung jawab operasional PT. NAM untuk proyek *food estate* di Bulungan Kalimantan Utara.

Tahun 2018-2019 menjadi surveyor dan tenaga ahli tanah untuk kegiatan Inventarisasi Gambut, Rencana Tindakan Tahunan (RTT) Restorasi Gambut dan Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut (RPPEG) di Provinsi Papua dan Kalimantan Tengah. Dan tahun 2022 menjadi tenaga ahli kesuburan tanah dan evaluasi lahan bekas tambang di kab. Kutai Barat, Kalimantan Timur dan Evaluasi RPJPD kab. Jombang.

# PENGANTAR AGROKLIMATOLOGI

## **BAB 1 KONSEP KLIMATOLOGI DAN UNSUR - UNSUR IKLIM & CUACA**

Ashari Wicaksono, S.Kel., M.Si., M.Sc. (Universitas Trunojoyo Madura)

## **BAB 2 PERAN DAN KLASIFIKASI IKLIM SERTA ANALISIS PERUBAHANNYA TERHADAP PERTUMBUHAN MAKHLUK HIDUP**

Basuki S.P., M.Sc (Universitas Jember)

## **BAB 3 TEKNOLOGI OPERASIONAL PENCATATAN IKLIM**

Endang Sulistyorini, S.P., M.Si (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

## **BAB 4 FUNGSI PENCATATAN IKLIM, ZONASI DAN ANALISIS DATA IKLIM**

Abdul Hasyim Sodiq (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

## **BAB 5 MODIFIKASI IKLIM DAN BENTUK APLIKASINYA**

Dr. Dewi Firmia.SP.MP (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

## **BAB 6 PENGARUH IKLIM TERHADAP EKOSISTEM PERTANIAN**

Fahmi Arief Rahman, S.P., M.Si. (Universitas Trunojoyo Madura)



CV. Tahta Media Group  
Surakarta, Jawa Tengah  
Web : [www.tahtamedia.com](http://www.tahtamedia.com)  
Ig : tahtamedia group  
Telp/WA : +62 813 5346 4169

ISBN 978-623-8070-61-9

