

**MODUL DASAR BIDANG KEAHLIAN  
KODE MODUL SMKP1D03-04DBK**

## **PENGENDALIAN IKLIM MIKRO**



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
PROYEK PENGEMBANGAN SISTEM DAN STANDAR PENGELOLAAN SMK  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN JAKARTA  
2001**

**MODUL DASAR BIDANG KEAHLIAN  
KODE MODUL SMKP1D03-04DBK  
(Waktu : 45 Jam)**

## **PENGENDALIAN IKLIM MIKRO**

Penyusun :

**Gunawan Nawawi, Ir., MS**

*Tim Program Keahlian Mekanisasi Pertanian*

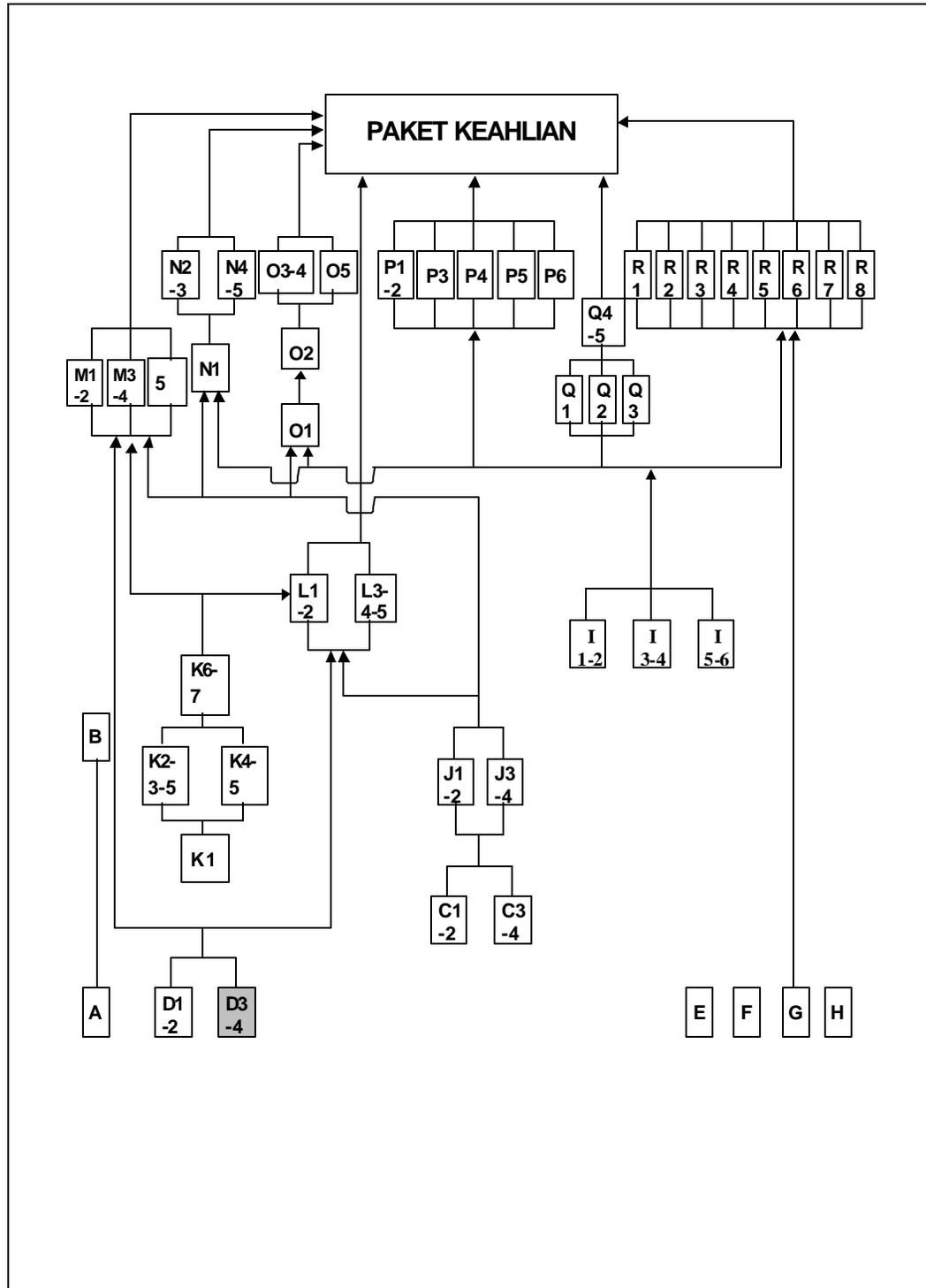
Penanggung Jawab :

**Dr.Undang Santosa,Ir.,SU**

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
PROYEK PENGEMBANGAN SISTEM DAN STANDAR PENGELOLAAN SMK  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN JAKARTA  
2001

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>Modul ini diperuntukkan bagi siswa Sekolah Menengah Kejuruan, Bidang Keahlian Pertanian, Program Keahlian Mekanisasi Pertanian, yang diberikan pada tahun ke satu.</p> <p>Isi modul ini merupakan dasar bagi siswa yang ingin memahami klimatologi pertanian, yaitu mengukur faktor-faktor pengendali iklim (tekanan udara) dan mengukur unsur-unsur cuaca ( lama penyinaran, suhu, kecepatan angin dan curah hujan). Dalam kehidupan sehari-hari, iklim akan mempengaruhi jenis tanaman yang sesuai untuk dibudidayakan pada suatu kawasan, dan teknik budidaya yang dilakukan petani. Dengan demikian pengetahuan iklim sangat penting artinya dalam sektor pertanian. Hal ini tercermin dengan berkembangnya cabang klimatologi dan meteorology yang khusus dikaitkan dengan kegiatan pertanian yang disebut klimatologi pertanian.</p> <p>Modul ini diharapkan dapat diselesaikan dalam waktu 25 jam praktek, dimana setiap kali melakukan kegiatan praktek diawali penjelasan singkat paling lama 30 menit.</p> <p>Akhir kata mudah-mudahan modul ini sesuai dengan yang diharapkan, yaitu dapat memenuhi kompetensi mengidentifikasi faktor-faktor dan unsur-unsur iklim dalam kegiatan pertanian.</p> <p style="text-align: right;">Bandung, Desember 2001</p> <p style="text-align: right;">Penyusun,</p>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>DESKRIPSI</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>Modul ini membahas mengenai pengertian iklim mikro dan pengaruh iklim mikro terhadap kegiatan pertanian (D03-04). Hal ini dikarenakan keberadaan bangunan fisik dan benda-benda alami pada suatu lingkungan akan mempengaruhi iklim setempat, seperti terhadap suhu, kecepatan dan arah angin, dan kelembaban udara.</p> <p>Modul ini merupakan modul dasar karena berisi pengetahuan yang sangat mendasar untuk seseorang yang akan mengendalikan faktor-faktor iklim mikro.</p> <p>Setelah menguasai modul ini peserta didik bukan saja hanya sekedar mengenal faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian iklim mikro, tetapi juga dapat mengukur faktor-faktor yang mempengaruhi iklim mikro seperti kelembaban udara dan temperatur.</p>		



<b>SMK</b> Pertanian	<b>PRASYARAT</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p>Untuk memulai menggunakan modul ini tidak diperlukan pengetahuan tertentu atau prasyarat tertentu, karena kompetensi ini merupakan dasar bidang keahlian yang harus dikuasai oleh seluruh siswa dari berbagai program keahlian. Akan tetapi modul ini akan menjadi prasyarat penting bagi mata diklat selanjutnya, terutama yang berkaitan erat dengan kegiatan budidaya.</p>		

SMK Pertanian	DAFTAR ISI	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
		Halaman
	KATA PENGANTAR .....	i
	DESKRIPSI .....	ii
	PETA KEDUDUKAN MODUL .....	iii
	PRASYARAT .....	iv
	DAFTAR ISI .....	v
	DAFTAR ISTILAH/GLOSSARY .....	vii
	PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	viii
	TUJUAN .....	ix
	<b>KEGIATAN BELAJAR 1 : MENGUKUR KELEMBABAN NISBI UDARA</b>	<b>1</b>
	Lembar Informasi : .....	1
	Lembar Kerja : .....	7
	1. Alat .....	7
	2. Langkah Kerja .....	7
	Lembar Latihan : .....	7
	<b>KEGIATAN BELAJAR 2 : MENGUKUR PENGUAPAN</b> .....	<b>9</b>
	Lembar Informasi : .....	9
	Lembar Kerja : .....	11
	1. Alat .....	11
	2. Langkah Kerja .....	11
	Lembar Latihan : .....	18
	<b>KEGIATAN BELAJAR 3 : MENGUKUR SUHU DAN KELEMBABAN RUANGAN RUMAH KACA</b> .....	<b>19</b>
	Lembar Informasi : .....	19
	Lembar Kerja : .....	21
	1. Alat .....	21
	2. Langkah Kerja .....	21
	Lembar Latihan : .....	22
	<b>KEGIATAN BELAJAR 4 : MENGUKUR SUHU TANAH DI RUMAH KACA</b> .....	<b>23</b>
	Lembar Informasi : .....	23
	Lembar Kerja : .....	26
	1. Alat .....	26
	2. Langkah Kerja .....	26
	Lembar Latihan : .....	27

<b>SMK</b> Pertanian	<b>DAFTAR ISI</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
	LEMBAR EVALUASI .....	28
	LEMBAR KUNCI JAWABAN .....	29
	Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar 1 .....	29
	Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar 2 .....	29
	Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar 3 .....	29
	Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar 4 .....	29
	Kunci Jawaban Evaluasi .....	29
	DAFTAR PUSTAKA .....	31

<b>SMK</b> Pertanian	<b>PERISTILAHAN/ GLOSSARY</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>Iklm mikro</b> adalah kondisi iklim pada suatu ruang yang sangat terbatas, komponen iklim ini penting artinya bagi kehidupan tanaman, khewan dan manusia terutama dalam kaitannya dengan kegiatan pertanian</p> <p><b>Modifikasi iklim mikro</b> adalah upaya untuk menciptakan lingkungan agar lebih optimal (atau paling tidak lebih baik) untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam kegiatan pertanian</p> <p><b>Kelembaban nisbi udara</b> adalah nilai perbandingan antara uap air yang terkandung dan gaya kandung maksimum uap air di udara pada suatu suhu dan tekanan tertentu yang dinyatakan dalam persen</p> <p><b>Psikrometer</b> adalah alat pengukur kelembaban (RH)</p> <p><b>Psikrometer sangkar</b> adalah alat pengukur kelembaban (RH) yang diletakkan dalam sangkar cuaca dan dilengkapi dengan termometer bola basah dan bola kering</p> <p><b>Psikrometer Assman</b> adalah alat pengukur kelembaban (RH) yang menggunakan system pengaliran udara, dimana udara dari luar dialirkan ke dalam tiap sensor termometer dengan menggunakan baling-baling yang digerakkan oleh pegas. Psikrometer ini digunakan untuk mengukur kelembaban nisbi udara di luar sangkar cuaca</p> <p><b>Evaporimeter</b> adalah alat pengukur penguapan yang menggunakan bejana penguapan panci atau tangki berisi air</p> <p><b>Evapotranspirometer</b> adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur laju epavotranspirasi secara langsung. Epavoptranspirometer ini disebut juga lysimeter</p> <p><b>Kedalaman redaman</b> adalah kedalaman tanah dengan amplitudo gelombang suhu pada kedalamanyang sama dengan e <math>-1</math> kali nilai amplitudo gelombang suhu permukaan</p> <p><b>Amplitudo gelombang suhu</b> adalah setengah kali beda antara suhu tanah maksimum dan minimum pada suatu kedalaman tanah tertentu</p>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>Agar para siswa dapat berhasil dengan baik dalam menguasai modul bahan ajar ini, maka para siswa diharapkan mengikuti petunjuk umum sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bacalah semua bagian dari modul bahan ajar ini dari awal sampai akhir. Jangan melewatkan salah satu bagian apapun.</li> <li>2. Baca ulang dan pahami sungguh-sungguh prinsip-prinsip yang terkandung dalam modul bahan ajar ini.</li> <li>3. Buat ringkasan dari keseluruhan materi modul bahan ajar ini.</li> <li>4. Gunakan bahan pendukung lain serta buku-buku yang direferensikan dalam daftar pustaka agar dapat lebih memahami konsep setiap kegiatan belajar dalam modul bahan ajar ini.</li> <li>5. Setelah para siswa cukup menguasai materi pendukung, kerjakan soal-soal yang ada dalam lembar latihan dari setiap kegiatan belajar yang ada dalam modul bahan ajar ini.</li> <li>6. Kerjakan dengan cermat dan seksama kegiatan yang ada dalam lembar kerja, pahami makna dari setiap langkah kerja.</li> <li>7. Lakukan diskusi kelompok baik dengan sesama teman sekelompok atau teman sekelas atau dengan pihak-pihak yang menurut para siswa dapat membantu dalam memahami isi modul bahan ajar ini.</li> <li>8. Setelah para siswa merasa menguasai keseluruhan materi modul bahan ajar ini, kerjakan soal-soal yang ada dalam lembar evaluasi dan setelah selesai baru cocokkan hasilnya dengan lembar kunci jawaban.</li> </ol> <p>Akhirnya penulis berharap semoga para siswa tidak mengalami kesulitan dan hambatan yang berarti dalam mempelajari modul bahan ajar ini, dan dapat berhasil dengan baik sesuai Tujuan Akhir yang telah ditetapkan.</p>		

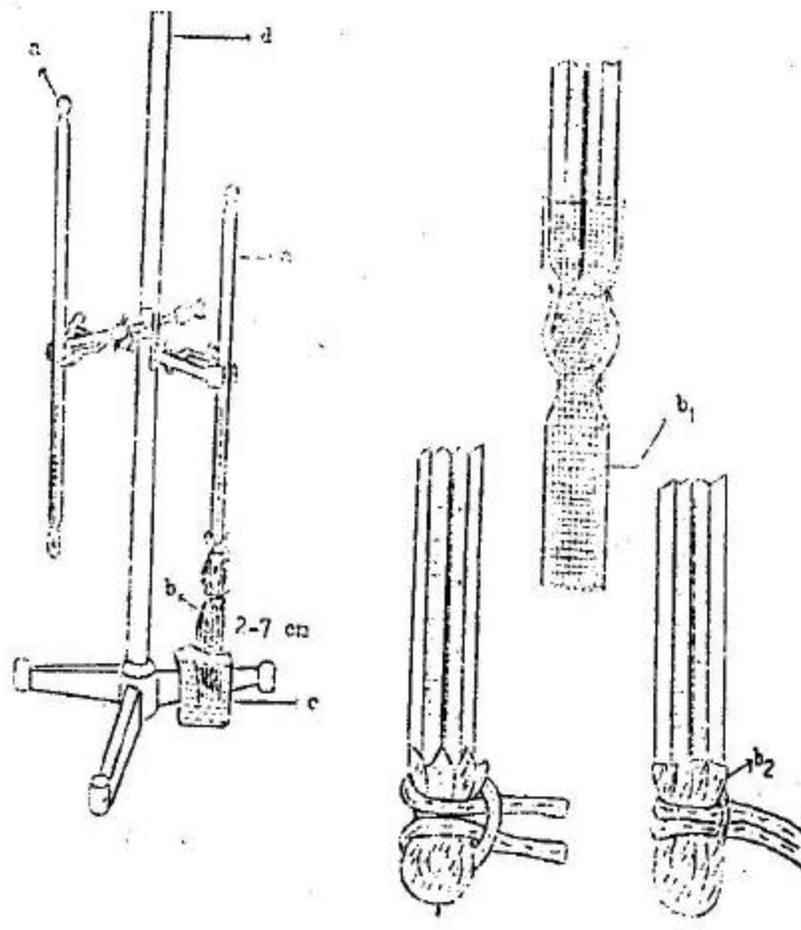
<b>SMK</b> Pertanian	<b>TUJUAN</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>A. Tujuan Akhir</b></p> <p>Setelah mengikuti seluruh kegiatan belajar dalam modul ini peserta didik diharapkan terampil mengukur kelembaban udara, trampil mengukur penguapan serta trampil mengukur suhu tanah, mengukur suhu dan kelembaban ruangan rumah kaca.</p> <p><b>B. Tujuan Antara</b></p> <p>Setelah mengikuti setiap kegiatan belajar peserta didik diharapkan mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan tujuan pengendalian iklim mikro</li> <li>2. Menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi iklim mikro</li> <li>3. Menjelaskan pengaruh iklim mikro terhadap kegiatan pertanian.</li> <li>4. Melakukan pengukuran terhadap kelembaban dan temperatur ruangan rumah kaca</li> <li>5. Melakukan pengukuran suhu tanah di rumah kaca</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	<b>Kode Modul</b> SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>Lembar Informasi</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MENGUKUR KELEMBABAN NISBI UDARA</b></p> <p>Iklm mikro merupakan kondisi iklim pada suatu ruang yang sangat terbatas, tetapi komponen iklim ini penting artinya bagi kehidupan tumbuhan, hewan, dan manusia, karena kondisi udara pada skala mikro ini yang akan berkontak langsung dengan (dan mempengaruhi secara lansung) makhluk-makhluk hidup tersebut. Keadaan unsur-unsur iklim ini akan mempengaruhi tingkah laku dan metabolisme yang berlangsung pada tubuh makhluk hidup, sebaliknya keberadaan makhluk tersebut (terutama tumbuhan) akan pula mempengaruhi keadaan iklim mikro di sekitarnya. Antara mAkhluk hidup dan udara di sekitarnya akan terjadi saling mempengaruhi satu sama lain.</p> <p>Keberadaan bangunan fisik buatan manusia dan benda-benda alami pada suatu lingkungan juga mempunyai pengaruh terhadap iklim mikro setempat, misalnya terhadap suhu udara, kecepatan arah angin, intensitas dan lama penyinaran yang diterima oleh suatu permukaan, dan kelembaban udara. Keragaman dari unsur-unsur iklim in disebabkan karena perbedaan kemampuan dari benda-benda tersebut dalam menyerap radiasi matahari, menyiram air, dan keragaman rupa fisiknya.</p> <p>Pengetahuan tentang sifat-sifat benda atau bahan sehubungan dengan kemampuannya untuk menyerap, memantulkan, atau meneruskan radiasi matahari serta kemampuannya dalam menyerap dan menahan air, sering dimanfaatkan manusia dalam usahanya untuk memodifikasi iklim mikro.</p> <p>Modifikasi iklim mikro sering dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi manusia atau untuk menciptakan lingkungan yang lebih optimal (atau paling tidak lebih baik) untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pendekatan lain untuk memodifikasi iklim mikro yang dilakukan manusia diantaranya adalah dengan merubah kelembaban udara, dan temperatur.</p> <p>Kelembaban nisbi udara pada hakekatnya adalah nilai perbandingan antara uap air yang terkandung dan gaya kandung maksimum uap air di udara pada suatu suhu dan tekanan tertentu, yang dinyatakan dalam persen. Terdapat empat macam dasar cara pengukurannya, yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Metode ter,odinamik</li> </ol>		

<p><b>SMK</b> Pertanian</p>	<p><b>KEGIATAN BELAJAR 1</b></p>	<p>Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK</p>
<p>b. Metode perubahan ukuran (panjang) benda higroskopik  c. Metode perubahan nilai suatu tahanan listrik  d. Metode kondensasi</p> <p>Pengukuran kelembaban nisbi udara (<i>relative humidity</i> disingkat RH) biasanya dilakukan dengan metode termodinamik yang membutuhkan psikrometer. Selanjutnya RH secara langsung dapat diketahui dengan higrometer, suatu alat pengukur dengan sensor rambut, suatu benda higroskopik.</p> <p>Untuk kepentingan agroklimatologi, alat pengukur kelembaban diletakkan di dalam sangkar cuaca.</p> <p>Psikrometer pada dasarnya adalah alat pengukur RH yang bekerja berdasarkan persamaan termodinamik sebagai berikut :</p> $RH = \frac{e'}{e_w} \times 100 \%$ <p> <math>e' = e_w - A.p.(T - T_w)</math>  Keterangan :  RH = kelembaban nisbi udara dalam persen  <math>e'</math> = tekanan uap air aktual di udara  <math>e_w</math> = tekanan uap air jenuh pada suhu udara tersebut, yaitu pada suhu <math>T_w</math>  A = koefisien psikrometer atau tetapan psikrometer  p = tekanan udara  T = suhu udara  <math>T_w</math> = suhu termometer bola basah</p> <p>Untuk suatu tekanan dan suhu tertentu, nilai <math>e_w</math> besarnya tertentu; pada kecepatan 3 meter perdetik koefisien A nilainya tertentu dan perubahan nilai p di udara lapisan bawah relatif kecil. Sehingga dengan demikian melalui pengukuran <math>T - T_w</math> maka nilai RH dapat diketahui. Nilai T diketahui dari termometer bola kering (termometer Hg biasa) dan nilai <math>T_w</math> diketahui dari termometer bola basah. Sebagai termometer bola basah termometer Hg dibungkus kain muslin pada bagian sensornya, dan terus menerus dibasahi aquadest. Kedua termometer dipasang berdampingan. Termometer bola kering dibaca lebih dahulu kemudian termometer bola basah.</p>		

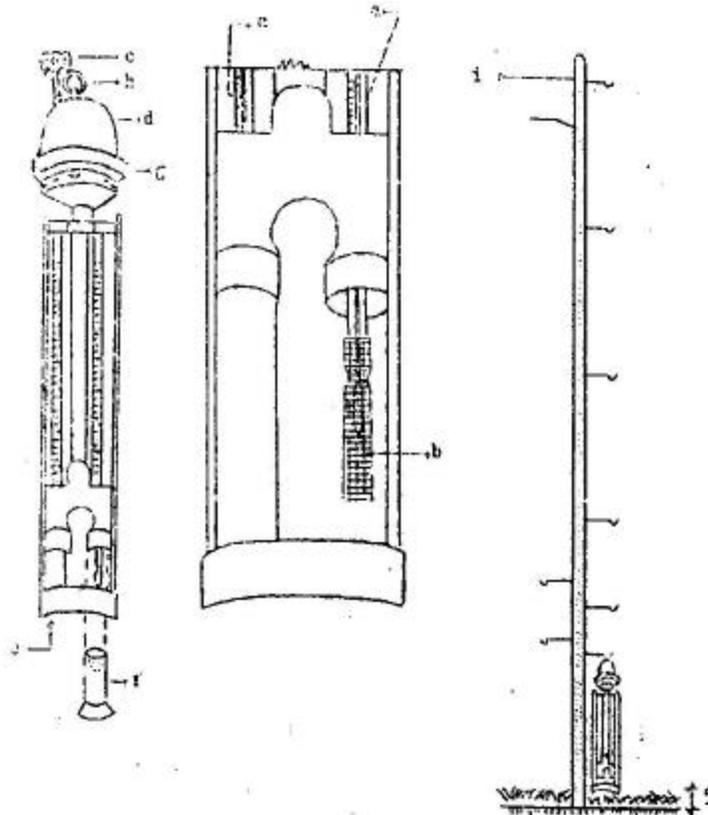
<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p>Hal-hal penting pada termometer bola basah adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kain muslin yang dipergunakan hendaklah higroskopik, tipis dan membungkus sensor secara rapat. Umumnya digunakan kain tenun dari kapas.</li> <li>Pada waktu memasang kain muslin tangan harus bersih</li> <li>Hendaklah menggunakan aquadest sebagai air pembersih</li> </ol> <p>Setelah diperoleh suhu bola kering dan bola basah selanjutnya RH dapat dihitung dari tabel atau dari mistar hitung RH (psikrometer rule). Psikrometer yang banyak dikenal adalah psikrometer sangkar (stasionary psykrometer), psikrometer putar (sling psychrometer) dan psikrometer aspirasi (aspirated pycrometer). Psikrometer aspirasi yang terkenal adalah psikrometer Assmann</p> <p><b>1.1.Psikrometer Sangkar</b></p> <p>Psikrometer sederhana ini terdiri dari sepasang termometer (bola basah dan bola kering), dipasang tegak di dalam sangkar cuaca dengan tinggi sensor 1,25 – 2 meter dari permukaan tanah. (Gambar 1.1.). Penggunaannya ditujukan untuk kepentingan pengumpulan data iklim. Pengamatan umumnya dilakukan tiga kali sehari yaitu jam 07.30 ; 13.30 ; 17.30. Bila pengamatan RH juga dilakukan dengan higrograf, maka data psikrometer ini dapat dijadikan sebagai penera. Penempatan di dalam sangkar cuaca diharapkan agar sensornya terlindung dari sinar matahari, tetesan hujan, dan tiupan angin kencang. Kecepatan angin yang diperlukan di waktu pembacaan adalah antara 3 – 5 meter per detik.</p> <p>Beberapa hal pada termometer bola basah perlu diperhatikan. Pemasangan kain muslin pada sensor harus merata dan rapat, tetapi kain yang digunakan tidak boleh terlalu tebal. Apabila tidak tersedia kain muslin dapat digunakan kain kassa. Pembungkus ini harus benar-benar higroskopik maka sebaiknya dari bahan kapas. Sebelum digunakan hendaklah dicuci dengan aquadest hingga bersih dan tidak berminyak. Penggantian kain muslin dianjurkan seminggu sekali dan sebaiknya dilakukan setelah pengamatan atau kira-kira 30 menit sebelum pengamatan.</p> <p>Pembasahan terus menerus pada kain muslin dilakukan dengan mencelupkan ujungnya dalam tabung berisi aquadest yang terletak tepat di bawah termometer bola basah. Jarak antar sensor dan permukaan air sebaiknya antara 2 – 7 cm. Agar tida kotor tabung air sebaiknya ditutup dan</p>		

hanya diperlukan lubang sempit untuk mencelupkan muslin . Persediaan air di tabung reservoir harus selalu bersih dan jangan sampai habis. Psikrometer sangkar ini umumnya diletakkan dalam sangkar cuaca bersama-sama dengan termometer maksimum dan termometer minimum.



Gambar 1.1. Psikrometer Sangkar

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>Keterangan gambar :</p> <p>A = Termometer  B = Kain muslin  B1 = Kain muslin khusus  B2 = Kain kassa dan benang kapas sebagai bahan pembuat muslin  C = Cawan berisi aquadest ; jarak antara sensor dan permukaan aquadest 2 – 7 cm  D = Tiang penggantung</p> <p><b>1.2.Psikrometer Assmann</b></p> <p>Pada psikrometer aspirasi ( psikrometer dengan system pengaliran udara), udara dari luar dialirkan ke dalam tiap sensor termometer dengan menggunakan baling-baling yang digerakkan oleh pegas atau dengan motor listrik. (Gambar 1.2.)</p> <p>Sensor bola kering dan bola basah ditempatkan terpisah di dalam tabung logam mengkilat. Udara ;liuar dihisap masuk dari bawah ke dalam tiap sensor dengan kipas yang digerakkan oleh pegas.</p> <p>Psikrometer ini gunanya untuk mengukur kelembaban nisbi udara di luar sangkar.</p> <p>Keuntungan pemakaian psikrometer Assman adalah bahwa dengan sebuah alat dapat dilakukan pengukuran kelembaban pada berbagai ketinggian dalam waktu singkat. Dalam hal ini diperlukan tiang dan percabangannya pada berbagai ketinggian tertentu untuk menggantungkan.</p> <p>Ketinggian pengukuran diukur dari sensor sampai permukaan tanah. Pengukuran suatu seri profil RH dilakukan dengan memindah-mindahkan psikrometer dari tiang terbawah sampai dengan teratas. Setelah digunakan alat ini disimpan kembali pada kotak yang disediakan.</p>		



Gambar 1.2. Psikrometer Assman dan Tiang Penggantungnya

Keterangan Gambar :

- A = Letak termometer
- B = Kain muslin pada termometer bola basah
- C = Kunci pemutar kipas angin
- D = Letak kipas di dalam pelindung
- E = Arah masuk udara
- F = Pelindung sensor termometer
- G = Celah untuk mengeluarkan udara
- H = Cincin penggantung psikrometer
- I = Tiang penggantung psikrometer dengan berbagai ketinggian : 5 cm , 10 cm, 20 cm, 30 cm, 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
-------------------------	---------------------------	-----------------------------------

**Lembar Kerja**

**1. Alat**

Psikrometer Assmann

**2. Langkah Kerja**

Yang perlu ditempuh pada pengukuran adalah :

- ❖ Kain muslin dibasahi aquadest dengan menggunakan pipet
- ❖ Bila angin sedang bertiup, pasanglah pelindung angin pada psikrometer
- ❖ Pegas kipas diputar
- ❖ Hadapkan badan kita menentang angin. Peganglah psikrometer dengan lengan terlentang lurus didepan badan, tunggu dua atau tiga menit. Bila tersedia tiang khusus gantungkan alat ini pada tiang sesuai dengan ketinggian sensor yang diperlukan
- ❖ Baca dan catat suhu bola kering kemudian bola basah. Ulang kembali pembacaan suhu bola kering
- ❖ Hitung kelembaban nisbi menggunakan tabel RH

**Lembar Latihan**

KELEBABAN NISBI UDARA (%)  
(Variasi diurnal da rata – rata sehari)

Stasiun : .....	Lintang : .....
Alat : .....	Bujur : .....
Bln/th : .....	Tinggi : ..... m dpl
Satuan : persen	

WIB Tgl	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	Rata-rata
Rata - rata													

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>Pembahasan :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Dari sekian hari, kelembaban udara nisbi rata – rata sehari tertinggi pada tanggal ..... sebesar ..... %</li> <li>2) Kelembaban udara nisbi rata – rata sehari terendah pada tanggal ..... sebesar ..... %</li> <li>3) Kelembaban udara nisbi tertinggi umumnya tercapai pada pukul ..... dengan nilai rata – rata ..... %</li> <li>4) Kelembaban udara nisbi terendah umumnya tercapai pada pukul ..... dengan nilai rata – rata ..... %</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>Lembar Informasi</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MENGUKUR PENGUAPAN</b></p> <p>Penguapan merupakan proses perubahan fase dari air atau es menjadi uap. Penguapan di alam berlangsung secara laten pada suhu di bawah temperatur didih air. Prosesnya berlangsung pada berbagai permukaan air, tanah, tanaman ataupun benda lain untuk kemudian terlepas ke atmosfer sebagai uap air. Unsur cuaca ini sangat penting peranannya dalam siklus hidrologi. Sebagai komponen siklus hidrologi, penguapan dinyatakan dalam satuan tinggi air yang menguap selama periode tertentu. Beberapa alat pengukur penguapan diantaranya ialah :</p> <p><b>1. Evaporimeter</b></p> <p>Evaporimeter adalah alat pengukur penguapan yang termasuk golongan evaporasi yang menggunakan bejana penguapan panci atau tangki berisi air bersih. Permukaan bejana umumnya berbentuk bulat, dan air diisi hampir penuh. Evaporimeter berukuran kecil dipasang di dalam sangkar cuaca dan biasanya merupakan evaporigraf dengan sistem timbangan. Karena luas penampangnya yang kecil dan penempatannya didalam sangkar maka evaporigraf semacam ini kurang dapat digunakan untuk tujuan penelitian.</p> <p>Dalam penelitian umumnya digunakan evaporimeter berukuran besar ditempatkan di atmosfer terbuka, sehingga mampu mengikuti perubahan radiasi matahari maupun unsur cuaca lainnya secara baik. Persyaratan daerah terbuka evaporimeter adalah jarak terdekat suatu penghalang yang diperbolehkan minimum empat kali tinggi penghalang tersebut. Hal ini sama seperti pada persyaratan penempatan penakar hujan.</p> <p>Pada dasarnya evaporimeter menunjukkan nilai penguapan pada suatu genangan air bersih di atmosfer terbuka. Selanjutnya dengan suatu nilai tetapan empiris dapat dihitung secara kasar besarnya penguapan.</p> <p>Perhitungan nilai penguapan (<math>E_o</math>) dari evaporimeter dilakukan tiap hari (data harian) pada jam pengamatan tetap. Nilai penguapan merupakan selisih tinggi permukaan air selama satu periode, setelah tingginya curah hujan</p>		

diperhitungkan. Oleh karenanya pada pengukuran dengan evaporimeter maupun lisimeter, diperlukan juga pemasangan penakar hujan.

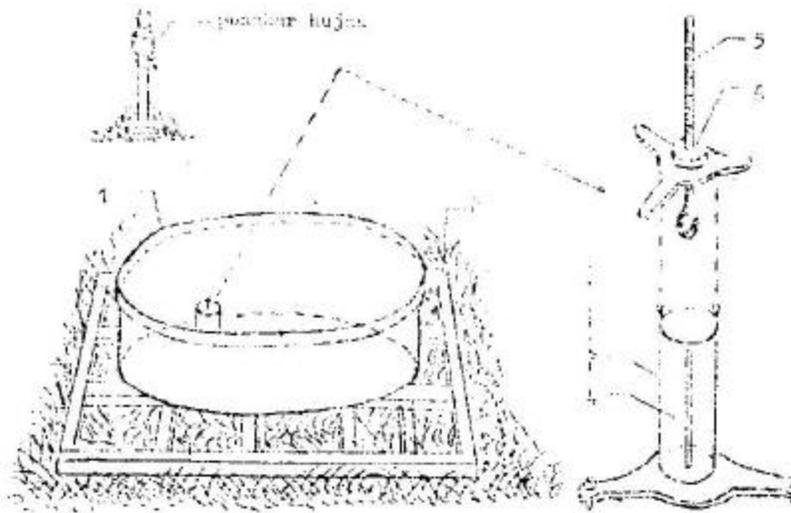
Tabel Kelembaban Relatif (%) Udara Berdasarkan Suhu Bola Basah ( $T_{BB}$ ) dan Suhu Bola Kering ( $T_{BK}$ )

**TABEL** Kelembaban Relatif (%) Udara Berdasarkan Suhu Bola Basah ( $T_{BB}$ ) dan Suhu Bola Kering ( $T_{BK}$ )

$T_{BB}$ (°C)	$T_{BK} - T_{BB}$ (°C)														
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
0	100	90	80	71	63	56	49	43	37	32	28	23	20	16	13
1	100	90	81	72	65	58	51	45	40	35	30	26	22	19	16
2	100	90	82	74	66	59	53	47	42	37	33	29	25	22	19
3	100	91	82	75	67	61	55	49	44	39	35	31	27	24	21
4	100	91	83	75	69	62	56	51	46	41	37	33	30	26	24
5	100	91	84	76	70	64	58	53	48	43	39	35	32	29	26
6	100	92	84	77	71	65	59	54	49	45	41	37	34	31	28
7	100	92	85	78	72	66	61	56	51	47	43	39	36	33	30
8	100	92	85	79	73	67	62	57	52	48	44	41	37	34	32
9	100	93	86	79	74	68	63	58	54	50	46	42	39	36	33
10	100	93	86	80	75	69	64	59	55	51	47	44	41	38	35
11	100	93	87	81	75	70	65	60	56	52	49	45	42	39	36
12	100	93	87	81	76	71	66	61	57	54	50	47	43	41	38
13	100	94	88	82	76	71	67	63	58	55	51	48	45	42	39
14	100	94	88	82	77	72	68	63	59	56	52	49	46	43	40
15	100	94	88	83	78	73	68	64	60	57	53	50	47	44	42
16	100	94	88	83	78	74	69	65	61	58	54	51	48	45	43
17	100	94	89	83	79	74	70	66	62	59	55	52	49	46	44
18	100	94	89	84	79	75	70	67	63	59	55	53	50	47	45
19	100	94	89	84	80	75	71	67	63	60	56	54	51	48	46
20	100	95	89	85	80	76	72	68	64	61	57	55	52	49	47
21	100	95	90	85	80	76	73	68	65	62	58	55	53	50	47
22	100	95	90	85	81	77	73	69	66	62	58	56	53	51	48
23	100	95	90	86	81	77	73	70	66	63	59	57	54	51	49
24	100	95	90	86	82	78	74	70	67	63	60	58	55	52	50
25	100	95	90	86	82	78	74	71	67	64	61	58	56	53	50
26	100	95	91	86	82	78	75	71	68	65	62	59	56	54	51
27	100	95	91	87	83	79	75	72	68	65	62	59	57	54	52
28	100	95	91	87	83	79	75	72	69	66	63	60	57	55	52
29	100	95	91	87	83	79	76	72	69	66	63	60	58	55	53
30	100	96	91	87	83	80	76	73	70	67	64	61	58	56	53
31	100	96	91	87	83	80	76	73	70	67	64	61	59	56	54
32	100	96	91	88	84	80	77	73	70	67	65	62	59	57	54
33	100	96	92	88	84	80	77	74	71	68	65	62	60	57	55
34	100	96	92	88	84	81	77	74	71	68	65	63	60	58	55
35	100	96	92	88	84	81	78	74	71	68	66	63	61	58	56

Tabel. Kelembaban Relatif

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>Dilapangan evaporimeter diletakkan horizontal dengan cara :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Diletakkan di atas kerangka kayu setinggi 5-10 cm di atas permukaan tanah berumput. Tujuannya : <ul style="list-style-type: none"> <li>Kebocoran mudah diketahui</li> <li>Angin leluasa bertiup di atas, di samping dan di bawahnya.</li> <li>Pengaruh perubahan suhu tanah diperkecil</li> </ul> </li> <li>Dipendam sehingga sebagian dindingnya berada di dalam tanah. Tujuannya adalah agar supaya penguapan berlangsung pada keadaan suhu permukaan tanah. Kerugian cara pemasangan ini : <ul style="list-style-type: none"> <li>Angin tidak dapat melewati seluruh bagian panci.</li> <li>Kebocoran sulit diketahui</li> <li>Percikan air dari luar diwaktu turun hujan, mudah masuk ke dalam panci karena umumnya dinding panci hanya muncul 5-10 cm di atas tanah.</li> </ul> </li> <li>Diapungkan dipermukaan air, sehingga penguapan berlangsung pada keadaan suhu air, khususnya pada penelitian di perairan seperti misalnya di danau</li> </ol> <p>Pemilihan antara ketiga cara di atas harus sesuai dengan macam evaporimeternya serta tujuan dari penelitian. Diantara tipe evaporimeter yang paling banyak digunakan adalah evaporimeter panci kelas A buatan Amerika dan oleh WMO dianggap sebagai "Reference Standard".</p> <p><b>Panci Kelas A</b></p> <p>Panci kelas A oleh WMO diakui sebagai reference standard sejak tahun 1958. Panci diletakkan diatas kerangka kayu bercat putih dengan rongga yang cukup dibagian bawahnya sehingga angin leluasa bertiup. Kedudukannya harus benar-benar mendatar setinggi 5-10 cm diatas permukaan tanah berumput pendek. Air bersih diisikan ke dalamnya setinggi 20 cm, sehingga diatasnya terdapat rongga 5 cm.</p>		



Gambar 2.1. Evaporimeter Panci Kelas A

Keterangan Gambar 2.1.

1. Silinder terbuat dari logam campuran (contoh monel) berdinding kuat, tak berkarat, berwarna putih atau putih metalik. Tebalnya kira-kira 0,8 mm. Ukurannya (garis tengah 120,7 cm dan tinggi panci 25 cm)
2. Kerangka kayu setinggi 5-10 cm bercat putih.
3. Tabung perendam ombak (*Stilling wel Cylinder*), berukuran garis tengah 10 cm dan tinggi 30 cm.
4. Paku pembatas tinggi permukaan (*Fixed point gauge*)
5. Batang pengukur berskala (*Hook gauge*)
6. Sekrup pemutar untuk menaikkan atau menurunkan batang pengukur

Panci diletakkan di atas kerangka kayu bercat putih dengan rongga yang cukup di bagian bawahnya. Kedudukannya harus benar-benar mendatar setinggi 5 – 10 cm di atas permukaan tanah berumput pendek. Air bersih diisikan ke dalamnya setinggi 20 cm sehingga di atasnya terdapat rongga 5 cm. Permukaan air tidak boleh turun melebihi 2,5 cm dari batas tersebut. Pengukuran dilakukan pada permukaan air dalam keadaan tenang didalam tabung perendam ombak (*Still wel cylinder*). Tabung tersebut terbuat dari logam tak berkarat bergaris tengah 10 cm, setinggi 30 cm, dan terdapat celah sempit dibagian dasarnya. Nilai penguapan diketahui dari perbedaan tinggi permukaan air selama satu periode, setelah curah hujan

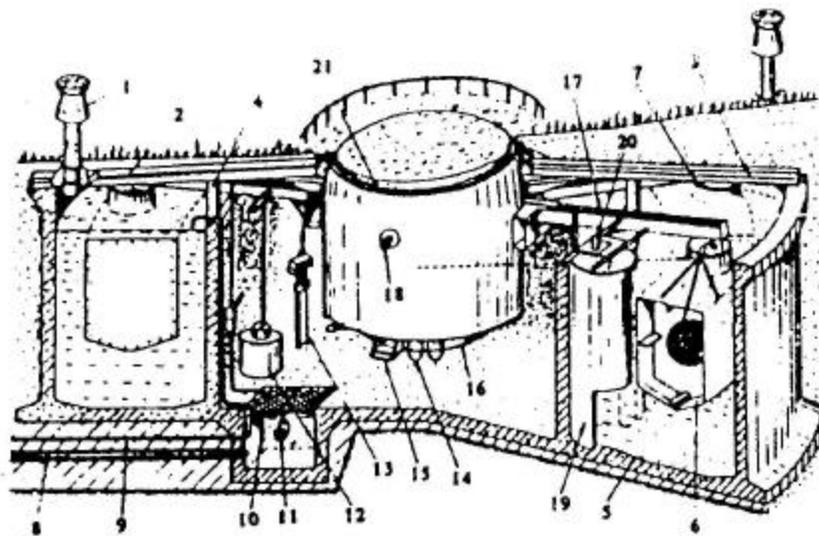
<p align="center"><b>SMK</b> Pertanian</p>	<p align="center"><b>KEGIATAN BELAJAR 2</b></p>	<p align="center">Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK</p>																						
<p>diperhitungkan. Oleh karenanya dalam penggunaan evaporimeter (maupun lisimeter) dibutuhkan penakar hujan.</p> <p>Pengukuran tinggi permukaan dilakukan dengan dua cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan paku pembatas tinggi permukaan (<i>fixed point gauge</i>)</li> <li>• Menggunakan batang mikrometer (<i>hook gauge</i>)</li> </ul> <p>Pada cara pertama, ditengah tabung dipasang tegak lurus sebuah paku berujung sangat runcing. Tinggi paku 20 cm sebagai pembatas permukaan air pada permulaan dan akhir suatu periode pengukuran. Pada jam pengamatan setiap hari (misalnya pukul 07.30) dilakukan penambahan atau pengurangan air panci. Jumlah air penambah atau pengurang ditakar dengan teliti menggunakan gelas ukur dan jumlahnya dicatat. Untuk pencil kelas A dengan ukuran baku seperti telah dijelaskan volume 1000 ml setara dengan nilai tinggi 0,875 mm.</p> <p align="center">Perhitungan evaporasi (<math>E_0</math>) :</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">..... <math>P_0</math></td> <td>a. Bila tidak terjadi hujan maka</td> </tr> <tr> <td>..... <math>P_1</math></td> <td><math>E_0 = (P_0 - P_1)</math> mm</td> </tr> <tr> <td align="center">(a)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>..... <math>P_0</math></td> <td>b. Bila curah hujan = X mm, maka</td> </tr> <tr> <td>..... <math>P_1</math></td> <td><math>E_0 = (P_0 - P_1) + X</math> mm</td> </tr> <tr> <td align="center">(b)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>..... <math>P_0 ; P_1</math></td> <td>c. Bila curah hujan = Y mm</td> </tr> <tr> <td align="center">(c)</td> <td><math>P_0</math> dan <math>P_1</math> berimpit maka <math>E_0 = Y</math> mm</td> </tr> <tr> <td>..... <math>P_1</math></td> <td>d. Bila curah hujan = Z mm maka</td> </tr> <tr> <td>..... <math>P_0</math></td> <td><math>E_0 = Z - (P_1 - P_0)</math> mm</td> </tr> <tr> <td align="center">(d)</td> <td></td> </tr> </table> <p>Keterangan :</p> <p><math>E_0</math> = Evaporasi  <math>P_0</math> = Tinggi paku pembatas permukaan air di awal periode  <math>P_1</math> = Tinggi permukaan pada akhir periode</p> <p>Keuntungan penggunaan paku pembatas permukaan air adalah bahwa penguapan senantiasa berlangsung pada permulaan tinggi permukaan yang sama ialah 20 cm, juga pada volume yang sama. Kelemahannya adalah kurang praktis karena penakaran dengan gelas ukur sering memakan waktu terutama di saat turun hujan lebat.</p>			..... $P_0$	a. Bila tidak terjadi hujan maka	..... $P_1$	$E_0 = (P_0 - P_1)$ mm	(a)		..... $P_0$	b. Bila curah hujan = X mm, maka	..... $P_1$	$E_0 = (P_0 - P_1) + X$ mm	(b)		..... $P_0 ; P_1$	c. Bila curah hujan = Y mm	(c)	$P_0$ dan $P_1$ berimpit maka $E_0 = Y$ mm	..... $P_1$	d. Bila curah hujan = Z mm maka	..... $P_0$	$E_0 = Z - (P_1 - P_0)$ mm	(d)	
..... $P_0$	a. Bila tidak terjadi hujan maka																							
..... $P_1$	$E_0 = (P_0 - P_1)$ mm																							
(a)																								
..... $P_0$	b. Bila curah hujan = X mm, maka																							
..... $P_1$	$E_0 = (P_0 - P_1) + X$ mm																							
(b)																								
..... $P_0 ; P_1$	c. Bila curah hujan = Y mm																							
(c)	$P_0$ dan $P_1$ berimpit maka $E_0 = Y$ mm																							
..... $P_1$	d. Bila curah hujan = Z mm maka																							
..... $P_0$	$E_0 = Z - (P_1 - P_0)$ mm																							
(d)																								

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>Cara kedua dengan menggunakan batang pengukur berskala (mikrometer) yang teliti serta dapat digeser turun atau naik dengan memutar sekrupnya. “Hook gauge” ini terletak menggantung ditabung perendam. Sebagai indeks tinggi permukaan air adalah ujung batang yang dibuat tajam. Skala yang tertera mampu menunjukkan perubahan tinggi permukaan sampai sepersepuluh millimeter. Nilai evaporasi diketahui dari selisih tinggi permukaan dari dua kali pengukuran setelah nilai curah hujan diperhitungkan. Setelah diukur panci harus ditambah air sehingga permukaan tidak turun melewati batas 2,5 cm. Keuntungan penggunaan “Hook gauge” yakni pengukuran lebih cepat dan mudah. Kelemahannya kadang-kadang pengamat tidak mengembalikan tinggi permukaan air dengan cermat sesuai dengan ketentuannya, sehingga proses penguapan berlangsung pada volume air yang tidak tetap.</p> <p>Kelemahan Panci Kelas A terutama bila terganggu hujan lebat. Pertama, selama hujan berlangsung permukaan air di dalam panci semakin naik sehingga percikan air keluar panci mudah terjadi, sehingga mengganggu pengukuran. Kedua, bila hujan sangat lebat (melebihi 50 cm) terjadilah luapan air panci sehingga pengukuran <math>E_0</math> tidak dapat dilaksanakan. Cara mengatasinya dapat dilakukan dengan membuat saluran untuk mengalirkan kelebihan air hujan serta bejana penampungnya. Celah penyalur sebaiknya dibuat pada ketinggian 20 cm dari dasar panci. Bejana penampung harus cukup besar, tertutup pada bagian atasnya, serta diletakkan lebih rendah dari panci.</p> <p>Letak bejana tidak boleh menghalangi panci dari tiupan angin. Dalam hal ini dapat ditempatkan di bawah permukaan tanah. Kapasitas bejana hendaknya disesuaikan dengan kemungkinan curah hujan maksimum sehari ditempat tersebut.</p> <p><b>2. Evapotranspirometer</b></p> <p>Jumlah evapotranspirasi sebidang tanah bertanaman dapat diukur secara langsung dengan menggunakan evapotranspirometer. Alat tersebut berupa sebuah bejana yang cukup besar, diisi tanah dan ditanami. Jumlah air yang menguap dihitung berdasarkan persamaan perimbangan air sebagai berikut :</p> $C + S = E + Pk + \Delta P$ <p>dimana :</p> <p>C = Curah hujan  S = Air siraman</p>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>E = Evapotranspirasi  Pk = Air perkolasi  <math>\Delta P</math> = Jumlah air untuk penjenjuran tanah sampai kapasitas lapang.</p> <p>Seluruh komponen tersebut diukur dalam satuan yang sama, baik dalam satuan berat ataupun isi, yang akhirnya harus dirubah ke dalam satuan tinggi air. Dengan pengaturan yang seksama nilai C, S, Pk, dan <math>\Delta P</math> diketahui, sehingga E dapat dihitung.</p> <p>Untuk mengetahui besaran Pk diperlukan ruang penampung air perkolasi dibagian dasarnya. Evapotranspirasi umumnya disebut lisimeter (<i>Lysimeter</i>); dari bahasa Yunani, lysis berarti pelepasan, yang dalam hal ini adalah pelepasan air ke atmosfer.</p> <p>Agar nilai evapotranspirasi yang diperoleh bersifat alamiah, tanah dan tanaman yang diisikan sedapat mungkin menyamai keadaan lingkungannya. Tubuh lisimeter tidak boleh mengganggu sifat alamiah dari isinya. Untuk memenuhi hal tersebut diperlukan beberapa persyaratan sebagai berikut :</p> <p><i>Pertama</i>, ukuran evapotranspirometer harus cukup besar untuk menghindarkan pengaruh pinggiran dinding bejana dan tertekannya perakaran. Ukuran terkecil bagi evapotranspirometer bertanaman jenis tumbuh-tumbuhan pendek adalah satu meter kubik. Ukuran bejana yang optimum ialah garis tengah dua meter dan dalamnya satu setengah meter; atau isinya kira-kira 4,7 meter kubik.</p> <p><i>Kedua</i>, dinding bejana hendaklah dibuat atau dilapisi suatu bahan mengkilat atau tahan karat, kuat dan berdaya hantar panas yang rendah, agar pengaruh pemanasan oleh dinding terhadap isinya serendah mungkin. Baja, asbes-semen dan semen telah banyak digunakan dengan hasil baik. Bahan lainnya seperti "<i>Fibre glass</i>" dapat juga digunakan. Dinding hendaknya setipis mungkin sehingga pemakaian semen atau bahan lain yang tebal hanya cocok untuk evapotranspirometer berukuran besar.</p> <p><i>Ketiga</i>, keadaan fisik tanah didalam bejana harus sama dengan diluarnya. Tanah harus disusun seperti keadaan profil diluarnya, dan tidak boleh lebih renggang atau lebih padat sehingga perakaran tanaman didalam dan diluar bejana tidak berbeda. Sistem drainase harus dijaga agar peresapan air menuju ruang penampungan air perkolasi tetap sama dengan keadaan alaminya pada tingkat kedalaman yang sama. Harus dijaga jangan sampai</p>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1D03-</b> <b>04 DBK</b>
<p>timbul lapisan suhu yang menyimpang. Permukaan tanah didalam dan diluar bejana harus sama tingginya dan dinding bejana yang muncul diatas permukaan hendaklah serendah mungkin untuk menghindarkan penyimpangan turbulensi udara.</p> <p><u>Keempat</u>, untuk memperoleh data evapotranspirasi suatu jenis tanaman tertentu dari suatu percobaan pertanaman, jenis, kerapatan dan perlakuan terhadap tanaman didalam dan diluar bejana harus sama. Evapotranspirometer sebaiknya ditempatkan ditengah-tengah area pertanaman tersebut. Sedangkan dalam usaha pengumpulan data evapotranspirasi baku, umumnya ditanam jenis rumput pendek penutup tanah baku (Strandar ground cover) bagi stasiun klimatologi dan meteorology pertanian. Pada daerah berudara kering misalnya di padang pasir, disekitar lisimeter memerlukan suatu daerah pertanaman pinggiran yang cukup luas, dengan jenis tanaman dan perlakuan yang sama dengan dilisimeter. Hal ini dimaksudkan untuk menghindarkan efek oase (Oasis effect) yakni pengaruh adveksi angin yang membawa udara kering bersuhu tinggi melintasi lisimeter dan akan mengakibatkan penyimpangan nilai evapotranspirasi dari keadaan normal. Untuk menghindarkan efek oase perlu dilakukan penyiraman yang sama terhadap lisimeter dan tanaman pinggiran, baik jumlah maupun intensitasnya.</p> <p><u>Kelima</u>, untuk menghindakan percikan air dari dalam keluar dan dari luar ke dalam bejana pada saat hujan, tanaman di tepi bejana harus tegak pada batas dinding atau dinding lisimeter tertutup seluruhnya dan merata oleh tanaman. Untuk jenis evapotranspirometer timbangan, penimbangan harus dilakukan pada suasana udara tenang dan untuk maksud tersebut diperlukan alat pelindung.</p> <p><u>Keenam</u>, pada pengukuran PE, evapotranspirasi harus berlangsung pada keadaan kandungan air tanah mencapai tingkat kapasitas lapang, baik di dalam maupun diluar bejana. Penyiraman dapat dilakukan dari atas ataupun dapat dilakukan cara lain dengan penggenangan di dasar bejana sampai suatu tingkat dimana aerasi tidak terganggu. Menurut Marher <i>dalam</i> Gangopadhyaya (1971) harus diatur agar perkolasi tidak melampaui 10% dari jumlah air siraman yang diberikan untuk mencegah pencucian (<i>leaching</i>) yang berlebihan, ataupun penggenangan air.</p> <p>Beberapa model evapotranspirometer yang biasanya digunakan adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Lisimeter drainase</li> <li>b) Evapotranspirometer Thornthwaite</li> </ol>		

c) Lisimeter timbangan (*Weighing lysimeter*)



*Keterangan:*

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. Ventilator.                       | 12. Pemberat kontra.   |
| 2. Beton penguat.                    | 13. Skala penunjuk.  |
| 3. Balok pemikul atap.               | 14. Tangki pengumpul limpasan permukaan dan limpasan di bawah tanah. |
| 4. Panjang balok.                    | 15. Tabung untuk thermometer elektronik.                             |
| 5. Tangki air beton.                 | 16. Pipa pengumpul air.  |
| 6. Pelampung.                        | 17. Balok penunjang.   |
| 7. Bagian leher pengapung.           | 18. Sumbu.   |
| 8. Pipa pembuangan.                  | 19. Sel air statis.  |
| 9. Pipa pemasukan.                   | 20. Alat ukur.   |
| 10. Pipa pembuangan darurat          |  |
| 11. Pipa pembuangan dari tangki air. |  |

Gambar 2. Lisimeter untuk mengukur laju Evapotranspirasi

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
-------------------------	---------------------------	-----------------------------------

**Lembar Latihan**

**PENGUAPAN**

Stasiun : .....	Lintang : .....
Alat : .....	Bujur : .....
Bln/th : .....	Tinggi : ..... m dpl
Satuan : milimeter	

Tanggal	Curah hujan	Panci kelas A			Lisimeter Drainase			PE		
		Tambah (+) Kurang (-)		Evap orasi	Siraman		Perkolasi		PE	Ev. Panci Kelas A
		ml	mm	mm	ml	mm	ml	mm	mm	
Jumlah										
Rata – rata sehari										

Karakteristik :

Garis tengah Panci Kelas A : 120,7 cm  
 Garis tengah Lisimeter Drainase : 56 cm

Pembahasan :

- 1) Curah hujan tertinggi ..... mm, pada tanggal .....
- 2) Evaporasi Panci Kelas A sehari tertinggi ..... Mm, pada tanggal .....
- 3) Evapotranspirasi Potensial (PE) rata-rata tertinggi .....pada tanggal .....
- 4) Rata – rata 
$$\frac{\text{Evaporasi Panci Kelas A}}{\text{Evapotranspirasi Potensial (PE)}} =$$
- 5) Pada tanggal ..... Dan ..... Tidak terukur, sebab .....

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>Lembar Informasi</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MENGUKUR SUHU DAN KELEMBABAN RUANGAN RUMAH KACA</b></p> <p>Suhu udara dan tanah mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Setiap jenis tanaman mempunyai batas suhu minimum, optimum dan maksimum untuk setiap tingkat pertumbuhannya. Suhu tinggi tidak mengkhawatirkan dibandingkan dengan suhu rendah dalam menahan pertumbuhan tanaman asalkan persediaan air memadai dan tanaman dapat menyesuaikan terhadap iklim.</p> <p>Dalam kondisi suhu yang sangat tinggi, pertumbuhan terhambat atau bahkan terhenti tanpa menghiraukan persediaan air, dan kemungkinan terjadi keguguran daun atau buah sebelum waktunya. Bencana terhadap tanaman biasanya berasal dari keadaan kering dan sangat panas. Angin yang diperkirakan dapat menyebabkan pendinginan evaporatif hanya mempercepat penguapan dan mengakibatkan dehidrasi (pengeringan) jaringan tanaman. Tanaman sebenarnya dapat mengubah fluktuasi suhu dan iklim mikro. Bunga dan daun dapat menangkap insolasi pada lapisan atas sehingga suhu maksimumnya terletak dekat sekitar puncak tanaman, kecuali jika tanaman masih rendah dan masih terpencah sehingga pemanasan di sela-sela tanaman dari tanah akan menentukan distribusi suhu vertikal.</p> <p>Suhu udara merupakan faktor lingkungan yang penting karena berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan berperan hampir pada semua proses pertumbuhan.</p> <p>Suhu udara merupakan faktor penting dalam menentukan tempat dan waktu penanaman yang cocok, bahkan suhu udara dapat juga berperan sebagai faktor penentu dari pusat-pusat produksi tanaman, misalnya kentang di daerah yang bersuhu rendah sedangkan padi di daerah bersuhu lebih panas. Suhu udara rata-rata yang tinggi akan baik untuk tanaman seperti kacang tanah, dan kapas sedangkan kentang, gandum dan tomat dapat ditanam di dataran tinggi dengan suhu udara yang lebih rendah. Jenis tanaman yang tahan kekeringan diantaranya adalah kacang tanah, kacang hijau dan semangka.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p>Tanaman sebagai makhluk hidup memerlukan panas dan ekonomi air yang khusus. Karena itu tanaman memberikan suatu reaksi pada iklim mikro di sekitarnya, misalnya di rumah kaca. Akan tetapi karena tanaman itu tumbuh menjadi besar, maka bentuk dan ukurannya berubah, sehingga mempengaruhi jumlah panas dan kelembaban tanah tempat tanaman berpijak dan mempengaruhi udara tempat tanaman membesar.</p> <p>Tentunya ada interaksi antara tanaman dengan iklim. Pengaruh tanaman pada iklim lingkungan adalah menjadi penting dengan semakin besarnya tanaman dan semakin banyaknya jumlah rumpun tanaman. Pada mulanya tanaman hanya dipengaruhi oleh iklim mikro saja, namun kemudian lambat laun dipengaruhi oleh iklim meso dan iklim makro.</p> <p>Pemeliharaan pertama terhadap tanaman yang baru tumbuh adalah sangat penting karena tanaman muda masih lunak terutama peka terhadap kondisi iklim. Karena itu sebelum memperhatikan tanaman muda, perlu mengetahui lebih dulu iklim setempat agar dapat dicapai hasil yang maksimal.</p> <p>Ada hubungan yang erat antara pola iklim dengan distribusi tanaman sehingga beberapa klasifikasi iklim didasarkan pada dunia tumbuh-tumbuhan. Tanaman dipandang sebagai sesuatu yang kompleks dan peka terhadap pengaruh iklim misalnya pemanasan, kelembapan, penyinaran matahari, dan lain-lainnya. Tanpa unsur-unsur iklim ini, pada umumnya pertumbuhan tanaman akan tertahan, meskipun ada beberapa tanaman yang dapat menyesuaikan diri untuk tetap hidup dalam periode yang cukup lama jika kekurangan salah satu faktor tersebut di atas.</p> <p>Iklim tidak hanya mempengaruhi tanaman tetapi juga dipengaruhi oleh tanaman. Hutan yang lebat dapat menambah jumlah kelembapan udara melalui transpirasi.</p> <p>Bayangan dari pepohonan dapat mengurangi suhu udara sehingga penguapan menjadi kecil.</p> <p>Unsur-unsur iklim yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman ialah curah hujan, suhu, angin, sinar matahari, kelembapan dan evapotranspirasi (penguapan dan transpirasi)</p> <p>Suhu tanaman di rumah kaca pada dasarnya dapat diatur sedemikian rupa dengan melakukan modifikasi atau pengaturan faktor-faktor iklim mikro yang mempengaruhinya. Beberapa cara yang dapat dilakukan adalah dengan</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p>memperbesar ventilasi udara yang masuk ke dalam rumah kaca, menyemprotkan air dengan sprayer ke dalam ruangan rumah kaca serta menaungi tanaman di dalam rumah kaca dengan plastik merah. Cara pertama selain dapat menurunkan suhu tanaman atau suhu ruangan biasanya menyebabkan dehidrasi pada jaringan tanaman sedangkan cara ketiga dapat menahan sinar merah atau memantulkan sinar merah ke atmosfer dan tidak masuk ke dalam rumah kaca atau diserap tanaman sehingga dapat menurunkan suhu ruangan rumah kaca atau suhu tanaman. Adapun cara kedua ditujukan untuk meningkatkan kelembaban udara (RH) ruangan rumah kaca sehingga mengakibatkan suhu ruangan dan tanaman menjadi turun.</p> <p>Setiap tanaman membutuhkan air yang berbeda-beda. Menurut kebutuhan air, tanaman dibagi menjadi tiga kelompok utama, yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Hygrophytes : tanaman yang hidup dalam kondisi jumlah air banyak, misalnya bakau.</li> <li>❖ Mesophytes : tanaman yang membutuhkan air dalam jumlah sedang, seperti halnya pada tanaman umumnya.</li> <li>❖ Xerophytes : tanaman yang hidupnya disesuaikan dengan adanya air.</li> </ul> <p><b>Lembar Kerja</b></p> <p><b>1. Alat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Plastik Merah 6 x 6 meter</li> <li>❖ Hand Sprayer</li> </ul> <p><b>2. Langkah Kerja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Pada siang hari catat suhu dan kelembaban udara rumah kaca sebelum percobaan</li> <li>❖ Pasang plastik merah di dalam rumah kaca agar cahaya merah tidak diserap tanaman (dipantulkan ke atmosfer)</li> <li>❖ Setelah 30 menit catat suhu dan kelembaban udara rumah kaca, kemudian lepaskan naungan plastik merah di dalam rumah kaca</li> <li>❖ Apabila naungan plastik merah telah dilepaskan, semprotkan air melalui hand sprayer di sekeliling ruangan rumah kaca</li> <li>❖ Catat suhu dan kelembaban ruangan rumah kaca setelah 30 menit penyemprotan air dengan hand sprayer</li> <li>❖ Bandingkan pengukuran suhu dan kelembaban diantara kedua cara tersebut</li> </ul>		

**Lembar Latihan**

**SUHU DAN KELEMBABAN RUANG RUMAH KACA**

Stasiun : .....	Lintang : .....
Alat : .....	Bujur : .....
Bln/th : .....	Tinggi : ..... m dpl
Satuan :	

Tanggal	Plastik Merah 6x6				Sprayer				Rata-rata
	Waktu				Waktu				
	08	10	12	14	08	10	12	14	
Jumlah									
Rata – rata sehari									

**Pembahasan :**

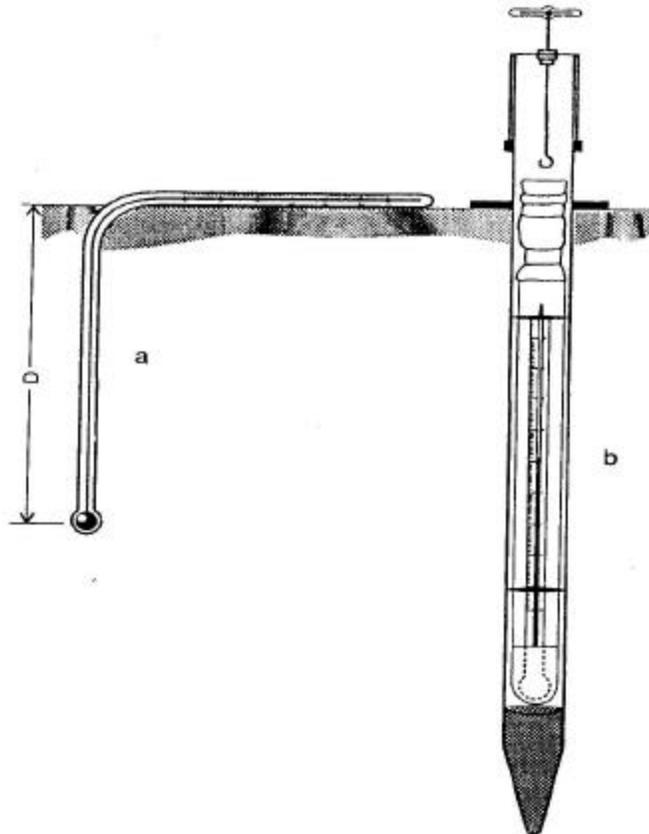
1. Suhu udara rata-rata sehari tertinggi ..... oC, pada tanggal .....
2. Suhu udara rata-rata sehari terendah ..... oC, pada tanggal .....
3. Dari rata-rata suhu tertinggi dan terendah, mana yang lebih tinggi dan lebih rendah diantara penggunaan plastik merah dan sprayer
4. Kelembaban udara terendah ..... %, pada tanggal .....
5. Kelembaban udara tertinggi ..... %, pada tanggal .....
6. Dari rata-rata kelembaban tertinggi dan terendah, mana yang lebih tinggi dan lebih rendah diantara penggunaan plastik merah dan sprayer

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 4</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>Lembar Informasi</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MENGUKUR SUHU TANAH DI RUMAH KACA</b></p> <p>Distribusi suhu di dalam tanah bergantung pada beberapa faktor, diantaranya konduktivitas panas, kapasitas panas dan warna tanah, karena penjalaran panas ke dalam tanah memerlukan waktu. Oleh karena itu suhu tanah pada setiap kedalaman yang lebih dalam mengalami keterlambatan. Pada umumnya suhu tanah rata-rata lebih besar daripada suhu atmosfer sekelilingnya. Hal ini disebabkan oleh penyimpanan panas di dalam tanah lebih lama daripada di udara. Suhu tanah yang tertutup tanaman lebih kecil daripada suhu tanah yang gundul, karena tanaman memerlukan energi untuk keperluan transpirasi.</p> <p>Fluktuasi suhu tanah tergantung pada kedalaman tanah. Makin dalam lapisan tanah, maka fluktuasi suhu makin kecil sampai pada kedalaman redaman. Kedalaman redaman adalah kedalaman tanah dengan amplitudo gelombang suhu pada kedalaman sama dengan <math>e^{-1}</math> kali nilai amplitudo gelombang suhu permukaan.</p> <p>Suhu tanah berkaitan dengan kedalaman akar tanaman. Fluktuasi suhu di dalam tanah akan mempengaruhi kegiatan akar tanaman dalam mengisap air terutama pada tanaman yang mempunyai akar dangkal. Untuk tanaman muda maka gelombang suhu tanah terutama daur suhu harian akan berpengaruh pada aktivitas akar karena gelombang suhu harian mempunyai amplitudo yang cukup besar.</p> <p>Panas yang diterima oleh permukaan tanah diteruskan ke dalam lapisan tanah yang lebih dalam melalui konduksi. Panas yang dijalarkan akan memerlukan waktu. Akibatnya suhu maksimum dan minimum di dalam tanah akan mengalami keterlambatan. Makin lama pemanasan permukaan tanah maka makin dalam pula suhu permukaan akan terasa ke lapisan tanah yang lebih dalam.</p> <p>Suhu maksimum di atmosfer terjadi pada sekitar jam 13.00 sedangkan suhu maksimum di dalam tanah akan terjadi setelah waktu suhu maksimum udara. Suhu maksimum tanah untuk kedalaman tanah 5 cm terjadi setelah jam</p>		

<p><b>SMK</b> Pertanian</p>	<p><b>KEGIATAN BELAJAR 4</b></p>	<p>Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK</p>
<p>14.00, untuk kedalaman 10 cm terjadi pada jam 15.30 dan untuk kedalaman tanah 20 cm terjadi pada jam 18.00 atau lewat.</p> <p>Suhu minimum di atmosfer terjadi setelah matahari terbit, yaitu sekitar jam 06.00 pagi hari, sedangkan suhu minimum di dalam tanah akan mengalami keterlambatan. Untuk kedalaman tanah 5 cm suhu minimum terjadi pada jam 08.00, untuk kedalaman 10 cm terjadi pada jam 09.00, dan untuk kedalaman 20 cm terjadi pada jam 11.00.</p> <p>Panas yang dikonduksikan ke lapisan tanah yang lebih dalam akan diserap oleh lapisan tanah yang dilaluinya. Akibatnya suhu tanah yang berada di lapisan bawah akan lebih rendah daripada suhu di atasnya.</p> <p>Gelombang suhu harian di dalam tanah makin ke lapisan yang lebih dalam akan mempunyai amplitudo yang makin kecil. Amplitudo gelombang suhu didefinisikan sebagai setengah kali beda antara suhu tanah maksimum dan minimum pada suatu kedalaman tanah tertentu. Amplitudo gelombang suhu tanah lebih kecil dibandingkan dengan amplitudo gelombang suhu udara.</p> <p>Suhu tanah maksimum pada lapisan yang berada di bawahnya akan lebih kecil dibandingkan dengan suhu maksimum pada lapisan tanah di atasnya. Hal ini disebabkan oleh panas yang dijalarkan terus berkurang jika lapisan tanah dalam, sampai pada suatu kedalaman tertentu, panas yang dijalarkan dari permukaan bumi tidak berpengaruh lagi terhadap gelombang suhu. Amplitudo gelombang suhu tanah juga makin kecil jika lapisan tanah makin dalam, sampai pada lapisan kedalaman redaman, yaitu lapisan tanah yang amplitudo gelombang suhunya sama dengan <math>e^{-1}</math> kali amplitudo gelombang suhu permukaan tanah.</p> <p>Dalam kaitannya dengan suhu tanah, tanaman dapat digolongkan menjadi tanaman yang berakar dangkal dan tanaman yang berakar dalam. Tanaman yang berakar dangkal, yaitu tanaman yang setelah berbuah kemudian dicabut, misalnya padi, jagung, ketela, dan lain-lain. Tanaman yang berakar dalam, pada umumnya tanaman keras, yaitu tanaman yang berbuah terus menerus tanpa diganti.</p> <p>Di daerah tropis dengan gelombang suhu tanah sehari semalam lebih besar jika dibandingkan di daerah beriklim sedang, untuk tanaman muda perlu diperhatikan gelombang suhu tanah daur harian tetapi daur tahunannya tidak perlu. Untuk tanaman yang mempunyai akar dalam tidak akan mengalami</p>		

goncangan gelombang suhu, karena suhu tanah pada lapisan yang dalam pada umumnya konstan.

Pada tanaman yang berakar dalam, misalnya 30 cm, suhu maksimum baru tercapai 8 jam atau lebih lebih dari suhu maksimum di atmosfer. Oleh karena itu jika kita akan menyiram bunga mawar yang mempunyai akar sedalam 30 cm, sebaiknya dilakukan pada jam 20.00 atau 21.00 malam hari, karena pada waktu suhu optimum daya isap akar tanaman untuk mengisap air adalah besar.



Gambar 4.1. (a) Termometer Tanah yang dibengkokkan (b) Termometer Tanah di dalam tabung besi

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 4</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>Lembar Kerja</b></p> <p><b>1. Alat</b> Termometer Tanah</p> <p><b>2. Langkah Kerja :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Suhu tanah diukur dengan termometer tanah pada kedalaman tanah yang berbeda misalnya 5, 10, 20, 30, 50 dan 100 cm.</li> <li>❖ Untuk mengukur suhu tanah pada kedalaman kurang dari 50 cm dipakai termometer tanah yang dibengkokkan dan skalanya menghadap ke atas sehingga mudah dibaca tanpa mengganggu termometernya.</li> <li>❖ Untuk suhu tanah pada kedalaman lebih dari 50 cm dipakai termometer tanah yang diletakkan di dalam tabung besi yang ditanam dalam tanah sesuai dengan kedalaman yang ditentukan.</li> <li>❖ Pembacaan suhu tanah dilakukan dengan mengangkat termometer dari dalam tabung besi dan pembacaan dilakukan dengan segera dengan cepat untuk menghindari perubahan suhu yang terjadi karena pengaruh lingkungan.</li> <li>❖ Untuk mencegah kemungkinan air masuk ke dalam tabung besi, maka tabung bagian atas harus selalu tertutup.</li> <li>❖ Karena perubahan suhu di dalam tanah berlangsung lambat, maka kekurangpekaan dari termometer tanah tidak mengurangi ketepatan suhu tanah yang diamati.</li> </ul>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 4</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
-------------------------	---------------------------	-----------------------------------

**Lembar Latihan**

**MENGUKUR SUHU UDARA DI RUMAH KACA**

Stasiun : .....	Lintang : .....
Alat : .....	Bujur : .....
Bln/th : .....	Tinggi : ..... m dpl
Satuan : oC	

Tanggal	Suhu Tanah Maksimum				Suhu Tanah Minimum				T maks – T min oC
	Kedalaman				Kedalaman				
	Udara	5 cm	10 cm	20 cm	Udara	5 cm	10 cm	20 cm	
Jumlah									
Rata – rata sehari									

**Pembahasan :**

1. Hitung amplitudo pada kedalaman 5 cm ?
2. Hitung amplitudo pada kedalaman 10 cm ?
3. Hitung amplitudo pada kedalaman 20 cm ?

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR EVALUASI</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jelaskan beberapa keuntungan menggunakan batang mikrometer (hook gauge) pada panci evaporasi kelas A ?</li> <li>2. Apakeuntungan memakai psikrometer Assman dibandingkan psikrometer sangkar ?</li> <li>3. Suhu yang terbaca pada termometer bola basah akan selalu lebih rendah/sama dengan suhu yang terbaca pada termometer bola kering. Mengapa suhu bola basah tidak pernah lebih tinggi dari suhu bola kering ?</li> <li>4. Pada stasiun klimatologi, ukuran panas evaporasi yang digunakan adalah yang berdiameter 120 cm dan dalam 20 cm. Apa yang terjadi apabila digunakan panci yang beragam ukurannya ?</li> <li>5. Fluktuasi suhu tanah lebih besar pada permukaan dibandingkan pada lapisan yang lebih dalam. Jelaskan !</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p><b>Kunci Jawaban Latihan</b></p> <p>KJL LL 1 : Pengisian data kelembaban nisbi udara berdasarkan hasil pengamatan, kemudian lakukan perhitungannya pada masing-masing pembahasan.</p> <p>KJL LL 2 : Pengisian data penguapan berdasarkan hasil pengamatan, kemudian lakukan perhitungannya pada masing-masing pembahasan.</p> <p>KJL LL 3: Pengisian data suhu dan kelembaban ruangan rumah kaca berdasarkan hasil pengamatan, kemudian lakukan perhitungannya pada masing-masing pembahasan.</p> <p>KJL LL 4 : Pengisian data mengukur suhu tanah di rumah kaca berdasarkan hasil pengamatan, kemudian lakukan perhitungannya pada masing-masing pembahasan.</p> <p><b>Kunci Jawaban Evaluasi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (a) Makrometer merupakan batang pengukur berskala yang teliti dan dapat digeser turun/naik dengan memutar skrupnya, (b) Skala yang tertera mampu menunjukkan perubahan tinggi permukaan hingga sepersepuluh milimeter, (c) Pengukuran lebih mudah dan lebih cepat.</li> <li>2. (a) Pengukuran kelembaban pada berbagai ketinggian dapat dilakukan dalam waktu yang singkat, (b) Pengukuran suatu seri profil tertentu dilakukan dengan memindah-mindah psikrometer dari tiang terbawah sampai dengan teratas.</li> <li>3. Suhu termometer bola basah yang lebih rendah, hal ini dikarenakan sebagian panas pada bagian ujung sensor ini akan terpakai dalam proses penguapan air pada kain lembab yang membalutnya. Semakin tinggi laju penguapan maka akan semakin banyak energi panas yang terpakai, berarti akan semakin rendah suhu termometer bola basah. Suhu termometer bola basah akan sama dengan suhu termometer bola kering apabila penguapan air pada ujung sensor termometer bola basah tersebut tidak terjadi atau jika udara di sekitarnya jenuh uap air.</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p>4. Pada stasiun klimatologi, ukuran panci yang digunakan adalah dengan diameter 120 cm. Besarnya penguapan sesungguhnya akan dipengaruhi oleh ukuran panci yang lebih besar. Oleh sebab itu perlu keseragaman ukuran dan bahan yang dipakai untuk panci evaporasi. Evaporasi dari panci dengan ukuran 120 cm akan 1,2 kali lebih tinggi dari evaporasi permukaan bentangan air yang luas; sedangkan evaporasi dari panci dengan ukuran 20 cm akan sekitar 2,0 kali lebih tinggi dibandingkan evaporasi dari bentangan air yang luas, misalnya permukaan danau, sungai, waduk, dan lain-lain.</p> <p>5. Suhu tanah akan dipengaruhi oleh jumlah serapan radiasi matahari oleh permukaan bumi. Pada siang hari suhu permukaan tanah akan lebih tinggi dibandingkan suhu pada lapisan tanah yang lebih dalam. Hal ini disebabkan karena permukaan tanah yang akan menyerap radiasi matahari secara langsung pada siang hari tersebut, baru kemudian panas dirambatkan ke lapisan tanah yang lebih dalam secara konduksi. Sebaliknya, pada malam hari, permukaan tanah akan kehilangan panas terlebih dahulu, sebagai akibatnya suhu pada permukaan tanah akan lebih rendah dibandingkan dengan suhu pada lapisan tanah yang lebih dalam. Pada malam hari, panas akan merambat dari lapisan tanah yang lebih dalam menuju ke permukaan. Karena pola tingkah laku perambatan panas tersebut, maka fluktuasi suhu tanah akan tinggi pada permukaan dan akan semakin kecil dengan bertambahnya kedalaman. Suhu tanah maksimum pada permukaan tanah akan tercapai pada saat intensitas radiasi matahari mencapai maksimum, tetapi untuk lapisan yang lebih dalam, suhu maksimum tercapai beberapa waktu kemudian, Semakin lama untuk lapisan tanah yang lebih dalam. Hal ini disebabkan karena dibutuhkan waktu untuk perpindahan panas dari permukaan lapisan-lapisan tanah tersebut.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	Kode Modul SMKP1D03- 04 DBK
<p>-----, 1963. <b>Guide to Agricultural Meteorological Practises</b>. WMO. No. 134,TP 61. Sec. World Met. Org. Geneva, Switzerland</p> <p>Abujamin Ahmad Nasri, 1978. <b>Berapa alat Pengukur Cuaca di Stasiun Klimatologi Pertanian</b>, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor</p> <p>Bayong Tjasjono, 1999. <b>Klimatologi Umum</b>. Institut Teknologi Bandung</p> <p>Benyamin Lakitan, 1994, <b>Dasar-dasar Klimatologi</b>, PT Raja Grafindo Persada Paper . No. 27.FAO, Rome</p> <p>Hanafi, 1988, <b>Klimatologi</b>, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Bandung</p>		