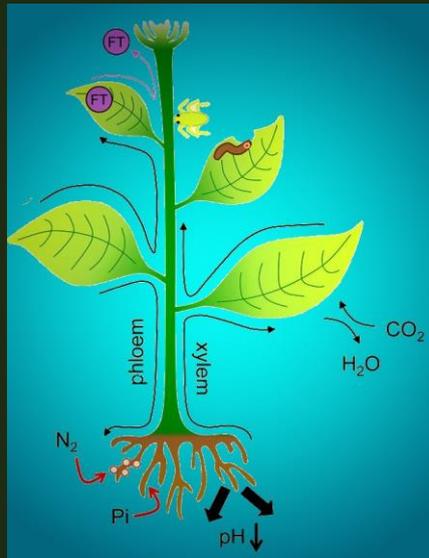


BUKU AJAR PRAKTEK FISILOGI TANAMAN

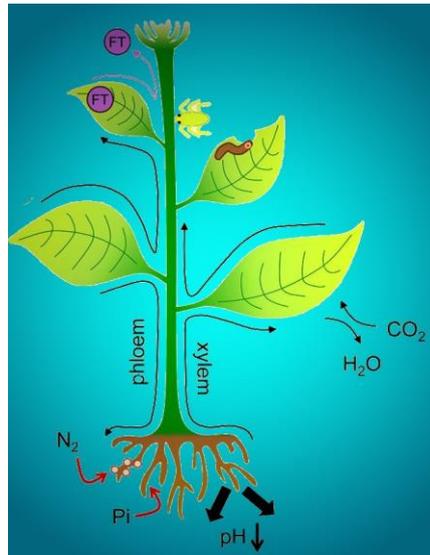


Ir. Yun Sondang, MP
Ir. Nelson Elita, MP
Ir. Anidarfi, MP



POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH
2020

BUKU AJAR PRAKTEK FISIOLOGI TANAMAN



Oleh :

Ir. Yun Sondang, MP
Ir. Nelson Elita, MP
Ir. Anidarfi, MP



POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH
2020

Buku Ajar Praktek
FISIOLOGI TANAMAN

Edisi Pertama

Oleh: Ir. Yun Sondang, M.P. *dkk.*

EDITOR

Ir. Soemarsono, M.P.

REVIEWER

Dr. Ir. Benny Warman, M.P.

Dr. Ir. Agustamar, M.P.

PENATA LETAK

Annita, S.P.

DESAIN SAMPUL

Ir. Ramond Siregar, M.P.

Cetakan Pertama: Agustus 2020
Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Buku Ajar Praktek "**Fisiologi Tanaman**"
Ir. Yun Sondang, M.P. *dkk.*
ISBN: 978-623-95049-0-8

Penerbit

Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
Jl. Raya Negara Km. 7, Tanjung Pati, Kec. Harau
Kab. Limapuluh Kota, Sumatera Barat, 26271
Telp. : (0752) 7754192
Fax : (0752) 7750220
Email : lembagapenelitiandanpengabdian@gmail.com

Pengantar

Pengantar dari Direktur Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami persembahkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang dengan ridho dan karuniaNya, telah menuntun kita untuk selalu berkarya dan berinovasi sehingga buku ajar ini dapat diterbitkan. Buku Ajar ini diperuntukkan bagi mahasiswa, peminat bidang Fisiologi Tanaman, dan menjadi acuan bagi dosen/tenaga PLP dalam perkuliahan Fisiologi Tanaman. Buku ini menjadi salah satu sarana bagi staf pengajar untuk menyalurkan pemikiran yang inovatif sebagai dukungan dalam mewujudkan kompetensi mahasiswa Politeknik Pertanian.

Materi yang dipaparkan dan akan diterapkan dalam buku ajar ini sebagian merupakan teknologi hasil penelitian dari penulis. Teknik pengukuran, pengujian, dan pengamatan yang ada harus bisa diterapkan oleh mahasiswa, tenaga PLP, staf pengajar ataupun pembaca lainnya agar perkembangan ilmu terapan tidak terputus sampai tahap penelitian saja. Semoga teknologi yang dituang dalam buku ini tidak hanya menjadi ilmu yang terpendam, melainkan dapat diterapkan pada pengembangan ilmu Fisiologi dan ilmu terkait lainnya di lapangan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dan berkontribusi dalam terbitnya buku ini. Semoga melalui buku ini dapat menjadi sumber ilmu baru yang bermanfaat bagi dunia pendidikan vokasi dan dunia pertanian umumnya.

Demikian yang dapat kami sampaikan, Terima kasih.

Ir. Elvin Hasman, M.P.
Direktur Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
Periode 2018–2023

Pengantar

Pengantar dari Penulis

Puji syukur penulis persembahkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan karuniaNya sehingga penyusunan buku ajar ini dapat dirampungkan. Buku ajar praktek "Fisiologi Tanaman" merupakan buku ajar yang berisi panduan untuk praktek yang akan digunakan bagi mahasiswa Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Buku ajar ini dibuat untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami teori dasar Fisiologi Tanaman dan memudahkan mahasiswa dalam menjalankan praktek di laboratorium dan lapangan, serta diharapkan menjadi acuan bagi dosen/tenaga PLP dalam perkuliahan. Penyusunan materi buku ajar ini telah disesuaikan dengan silabus mata kuliah Fisiologi Tanaman Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh.

Buku ajar praktek Fisiologi Tanaman edisi satu berisi tentang teknik pengukuran, pengujian, pengamatan sederhana, dan penerapan hasil penelitian yang menyangkut tanaman budi daya, antara lain pengujian fotosintesis dan faktor-faktor yang mempengaruhi, penanaman dan mengamati analisis pertumbuhan/perkembangan tanaman, hubungan air dan tanaman pada masa cekaman, transpirasi tanaman dan faktor-faktor yang mempengaruhi, respirasi tanaman dan faktor-faktor yang mempengaruhi, pengujian pengaruh suspensi bakteri terhadap perkecambahan benih dan bibit, serta pengujian pengaruh zat pengatur tumbuh terhadap tanaman.

Khususnya materi tentang pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam upaya peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman merupakan hasil penelitian penulis utama pada saat ini. Teknologi pemanfaatan bakteri mulai sering digunakan untuk tujuan peningkatan produksi tanaman, peningkatan kualitas hasil, pengolahan limbah dan pengolahan pangan. Semuanya bermuara pada tujuan pengembangan teknologi yang lebih baik. Hasil penelitian terkait diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti dan mahasiswa.

Dengan adanya Buku Ajar Praktek Fisiologi Tanaman ini diharapkan kebutuhan akan buku ajar bidang pertanian dapat terpenuhi sesuai dengan kebutuhan internal institusi dan kelengkapan kurikulum berbasis kompetensi bagi mahasiswa. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ajar ini, semoga buku ini bermanfaat bagi semua pembaca.

Tanjung Pati, 27 Agustus 2020

Penulis Utama,

Ir. Yun Sondang, M.P.



DAFTAR ISI

1. PENGANTAR.....	i
2. DAFTAR ISI.....	iii
3. DAFTAR TABEL.....	iv
4. Pengukuran laju fotosintesis tanaman C3, C4 dan CAM.....	1
5. Pengujian peranan klorofil dalam fotosintesis.....	7
6. Pengamatan peranan klorofil dalam fotosintesis.....	7
7. Mengamati dan mengukur pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung, luas daun dan bobot kering tanaman hasil praktik lapang pengaruh intensitas cahaya tanaman kedelai dan jagung pada fase vegetatif.....	13
8. Mengamati dan mengukur pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung, luas daun dan bobot kering tanaman hasil praktik lapang pengaruh intensitas cahaya tanaman kedelai dan jagung pada komponen hasil.....	13
9. Mengamati dan mengukur pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung, luas daun dan bobot kering tanaman hasil praktik lapang pengaruh intensitas cahaya tanaman kedelai dan jagung pada komponen hasil.....	13
10. Mengamati dan mengukur pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung, luas daun dan bobot kering tanaman hasil praktik lapang pengaruh intensitas cahaya tanaman kedelai dan jagung pada komponen hasil.....	19
11. Pengamatan hasil pengujian peranan stomata terhadap fotosintesa.....	19
12. Penanaman tanaman bayam dan kedelai dalam pot untuk perlakuan cekaman air.....	24
13. Pemberian perlakuan cekaman air terhadap tanaman bayam dan kedelai dalam pot.....	24
14. Pengamatan perlakuan cekaman air terhadap tanaman bayam dan kedelai dalam pot.....	24
15. Panen hasil pemberian perlakuan cekaman air terhadap tanaman bayam dan kedelai dalam pot.....	24
16. Pengukuran tekanan turgor terhadap membuka dan menutupnya stomata....	29
17. Pengukuran kecepatan transpirasi tanaman jagung.....	34
18. Pengamati kecepatan transpirasi tanaman jagung.....	34
19. Pengukuran kecepatan respirasi kecambah kedelai pada berbagai temperatur	40
20. Pengamatan pengukuran kecepatan respirasi kecambah kedelai pada berbagai temperatur.....	40
21. Pengujian daya kecambah padi dan jagung dengan larutan suspensi bakteri penghasil IAA.....	45
22. Pengamatan I daya kecambah padi dan jagung dengan larutan suspensi bakteri penghasil IAA.....	45



23.	Pengamatan II daya kecambah padi dan jagung dengan larutan suspensi bakteri penghasil IAA.....	45
24.	Peranan stomata terhadap kecepatan transpirasi.....	53
25.	Pengamatan peranan stomata terhadap kecepatan transpirasi.....	53
26.	Pengujian ZPT auksin terhadap absisi daun <i>Coleus sp</i>	57
27.	Pengamatan pengujian ZPT auksin terhadap absisi daun <i>Coleus sp</i>	57
28.	Penanaman kedelai dan jagung untuk menguji pengaruh intensitas cahaya pada tanaman jagung dan kedelai	63
29.	Pengamatan panen dan pascapanen Praktik pengaruh intensitas cahaya pada tanaman kedelai dan jagung.....	63
30.	Penanaman kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan	69
31.	Pemberian ZPT retardan II pada pertumbuhan kacang tanah dan kedelai.....	69
32.	Pengamatan vegetatif pertumbuhan kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan	69
33.	Pengamatan generatif kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan	69
34.	Penen dan pascapanen kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan.....	69



DAFTAR TABEL

1. Pengukur laju fotosintesa tanaman C3, C4 dan CAM	5
2. Peranan klorofil dalam fotosintesa.....	11
3. Pengamatan vegetatif tanaman jagung	17
4. Pengamatan vegetatif tanaman kedelai	18
5. Pengaruh perlakuan terhadap daun yang diberi vaselin.....	23
6. Variabel pengamatan yang diamati pada bayam dengan perlakuan kondisi air berbeda.....	27
7. Variabel pengamatan yang diamati pada kedelai dengan perlakuan kondisi air berbeda	27
8. Gambar stomata dalam keadaan terbuka dan tertutup.....	32
9. Pengamatan transpirasi dan absorpsi tanaman jagung dan kedelai pada intensitas cahaya penuh.....	39
10. Pengamatan transpirasi dan absorpsi tanaman jagung dan kedelai pada intensitas cahaya ternaungi	39
11. Perlakuan suhu, hasil tetraisi, dan hasil perhitungan ekivalen CO ₂	44
12. Daya kecambah, tinggi bibit dan panjang akar primer bibit dengan perlakuan bakteri penghasil IAA pada benih jagung.....	47
13. Bobot basah dan kering bibit dengan perlakuan bakteri penghasil IAA pada benih jagung.....	47
14. Pengamatan pengujian daya kecambah dengan larutan suspensi bakteri dan hari pengamatan	48
15. Pengamatan pengujian peranan stomata terhadap kecepatan transpirasi	51
16. Petiola yang gugur dengan berbagai konsentrasi auksin.....	56
17. Hasil Tanaman jagung	64
18. Hasil Tanaman kedelai	64
19. Variabel pengamatan vegetatif tanaman kacang tanah dan kedelai.....	72
20. Variabel pengamatan generatif tanaman kacang tanah dan kedelai.....	72



Latihan No	: 1
Pokok Bahasan	: Fotosintesis
Judul Praktik	: Pengukuran laju fotosintesa tanaman C3, C4 dan CAM
No. Kurikulum	: 2.1.1
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 2 x 50 menit
Dosen	: Ir. Yun Sondang, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu melakukan pengujian peranan cahaya dalam fotosintesis
2. Mahasiswa mampu menjelaskan peranan cahaya dalam proses fotosintesis
3. Mahasiswa mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis

II. TEORI

Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang penting bagi kehidupan organisme. Setiap energi yang digunakan oleh manusia secara langsung atau tidak langsung berasal dari radiasi matahari kecuali energi atom ataupun panas bumi. Untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman matahari satu-satunya sumber energi.

Tanaman mempunyai kemampuan untuk menggunakan zat karbon dari udara dan diubah menjadi bahan organik yang diasimilasi di dalam tubuh tanaman. Peristiwa ini dapat terjadi apabila ada cahaya matahari, karena itu asimilasi zat karbon disebut juga fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses perubahan zat-zat anorganik H₂O dan CO₂ menjadi anorganik karbohidrat dengan bantuan klorofil dan cahaya matahari dan menghasilkan 3 produk utama yaitu Oksigen, ATP dan NADPH yang dikenal dengan reaksi terang.



Secara fisiologis, cahaya mempunyai pengaruh baik langsung maupun tidak langsung. Pengaruhnya pada metabolisme secara langsung melalui fotosintesis, serta secara tidak langsung melalui pertumbuhan dan perkembangan tanaman, keduanya sebagai akibat respons metabolik yang langsung.



Ingenhousz membuktikan bahwa pada fotosintesis di lepaskan o₂. hal ini dibuktikan dengan menggunakan tanaman *Hidrilla Vercitilata* dibawah corong terbalik. Jika tanaman tersebut terkena sinar maka timbullah gelembung–gelembung gas, dan gas ini ternyata oksigen.

Untuk menghitung laju fotosintesis itu sendiri dapat digunakan alat manometer. Alat ini menggunakan daun tanaman yang mempunyai klorofil dan sedang aktif berfotosintesa. Untuk menghitung laju fotosintesa itu sendiri dapat digunakan formula sebagai berikut.

$$F = \frac{(\pi \times r^2 \times t)}{L \times T}$$

F = Laju fotosintesis (mm² cm⁻² menit⁻¹)

r = Jari-jari lobang pipet kaca (1,4 mm)

t = Jarak yang ditempuh safranin (mm)

L = Luas daun (0,5 x 6,0 cm)

T = Waktu perlakuan

Laju fotosintesis pada satu lembar daun = Luas daun x F (mm² menit⁻¹).

Cahaya tampak (*visible light*) merupakan sumber energi yang digunakan tumbuhan untuk fotosintesis. Cahaya ini merupakan bagian spektrum energi radiasi. Energi radiasi mempunyai karakteristik yang unik, yang dapat dijelaskan dengan menggunakan dua macam teori yang berhubungan, yaitu teori gelombang elektromagnetik dan materi kuantum.

Teori elektromagnetik menyatakan bahwa cahaya merambat melalui ruangan sebagai suatu gelombang. Jumlah gelombang yang merambat melalui titik tertentu dalam interval tertentu dinyatakan sebagai frekuensi.

Teori kuantum menyatakan bahwa cahaya merambat dalam bentuk aliran partikel yang disebut satu kuantum. Reaksi cahaya dalam fotosintesis merupakan akibat langsung penyerapan foton oleh molekul–molekul pigmen seperti klorofil. Tidak seluruh foton mempunyai tingkat energi yang cocok untuk mengiatkan pigmen daun. Di atas 760 nm foton tidak memiliki cukup energi dan di bawah 390 nm foton (bila diserap oleh pigmen daun) memiliki terlalu banyak energi, menyebabkan ionisasi dan kerusakan pigmen. Hanya foton yang mempunyai gelombang antara 390 dan 760 nm (cahaya tampak) memiliki tingkat energi yang cocok untuk fotosintesis.



III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan Praktik sesuai dengan objek masing-masing yang telah dibagikan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

1. Manometer 1 set
2. Beker glass / gelas ukur (1 liter)
3. Corong glass
4. Tabung reaksi
5. Alat penahan

4.2. Bahan :

1. Daun jagung pucuk dan daun yang telah membuka sempurna
2. Daun kedelai pucuk dan daun yan telah membukka sempurna
3. Kaktus
4. Larutan Buffel (0,9 M KHCO_3 dan 0,1 K_2CO_3 dilarutkan dalam 100 ml aquades)
5. Larutan Safranin (bubuk safranin dilarutkan dalam aquades)
6. H_2O / air bersih
7. Aquadest

V. PELAKSANAAN PRAKTIK

5.1. Mengukur Laju Fotosintesis dengan Manometer

1. Tabung reaksi diisi dengan potongan daun dan kertas filter yang berukuran sama yaitu 0,5 cm x 6,0 cm. Kertas filter dibasahi terlebih dahulu dengan larutan buffer (sebagai sumber CO_2 , permukaan daun bagian bawah menempel dengan kertas filter).



2. Salah satu tabung reaksi dapat digunakan sebagai pembanding (hanya diisi dengan potongan kertas saja tanpa daun yang telah dibasahi larutan buffer)
3. Isi pipet kaca dengan berskala dengan 1 tetes larutan safranin (sebagai penunjuk skala) pada pipet kemudian hubungkan dengan tabung reaksi menggunakan karet penghubung (harus rapat)
4. Rangkaian tabung reaksi dan pipet diletakkan pada klem panel kaca dan masukkan ke dalam bak yang berisi air mengalir (untuk menjaga kestabilan suhu) dan letakkan dibawah sinar matahari.
5. Beberapa saat setelah ada penyinaran oleh matahari terjadi pergeseran zat warna safranin yang menunjukkan volume gas O₂ yang dihasilkan. Pembacaan pada pipet berskala beberapa mm zat warna safranin bergeser selama 10 menit (1 skala pada pipet = 2 mm)

5.2. Melihat Proses terjadi Fotosintesis

1. Persiapkan bahan-bahan dan alat-alat yang diperlukan dalam pratikum ini.
2. Ambil gelas piala (1 liter), gelas corong dan tabung reaksi masing-masing 2 buah.
3. Ambil tanaman air *Hidrylla Vercitilata* dan tanaman air lainnya yang tidak berklorofil masukkan ke dalam gelas piala, serta isi gelas piala tersebut dengan air $\frac{1}{2}$ bagian tinggi gelas.
4. Letakkan corong dengan posisi terbalik diatas tanaman air dalam gelas piala dan masukkan pipa tabung reaksi.
5. Letakkan gelas ukur itu di atas pada tempat terkena cahaya matahari.
6. Amati peristiwa yang terjadi dan catatlah selama 10 menit.
7. Ulangi pencatatan dan pengamatan sampai 3 kali ulang.
8. Pindahkan gelas piala tersebut ke tempat terlindung dari pengaruh cahaya matahari dan catatlah peristiwa yang terjadi.
9. Bandingkan catatan saudara dari hasil pengamatan tersebut di atas, baik di tempat yang berbeda maupun pada gelas ukur dengan peristiwa yang berbeda.



VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

6.1. Tugas

1. Selesaikan pekerjaan yang tersebut di atas pada waktu yang tersedia.
2. Bandingkan perbedaan yang terjadi selama pengamatan.
3. Catat perubahan yang terjadi selama proses fotosintesis.

6.2. Pertanyaan

1. Bagaimana laju fotosintesa tanaman C3 dan C4 apakah ada perbedaan?
2. Selain tanaman *Hydrilla Verticilata*, sebutkan tanaman lain yang dapat digunakan untuk percobaan ini?
3. Berapa lama gelembung udara naik ke atas permukaan air setelah kena cahaya matahari?
4. Apa perbedaan peristiwa yang terjadi antara tanaman *Hydrilla Verticilata* dengan tanaman lain, dan jelaskan kenapa demikian?

VII. TABEL PENGAMATAN

Tabel 1. Pengukur laju fotosintesa tanaman C3, C4 dan CAM

PARAMETER	PERUBAHAN YANG TERJADI PADA	
	TEMPAT TERBUKA	TEMPAT TERTUTUP
Tanaman C3	<ol style="list-style-type: none">1.2.3.4.5.	<ol style="list-style-type: none">1.2.3.4.5.
Tanaman C4	<ol style="list-style-type: none">1.2.3.4.5.	<ol style="list-style-type: none">1.2.3.4.5.



PARAMETER	PERUBAHAN YANG TERJADI PADA	
	TEMPAT TERBUKA	TEMPAT TERTUTUP
Tanaman CAM	1. 2. 3. 4. 5.	1. 2. 3. 4. 5.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1998. Environmental physiology of plants. Academic Press, Inc., London Ltd.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. 197 hal.
- Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 203 hal.
- Rasdanelwati dan Y. Sondang. 2004. Fisiologi tumbuhan, Edisi Pertama. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 82 hal.
- Salisbury, F.B. and Cleon W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 2. Penerbit ITB Bandung. 173 hal.
- Sasmitamihardja, Darajat dan Arbayah Siregar. 1990. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. ITB. Bogor.
- Suseno, Hari. 1974. Fisiologi tumbuhan. Metabolisme dasar dan beberapa aspeknya. Institut Pertanian Bogor.



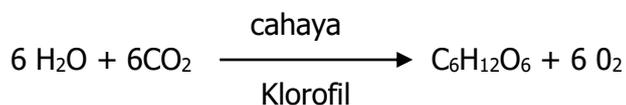
Latihan No	: 2 dan 3
Pokok Bahasan	: Fotosintesis
Judul Praktik	: 1. Pengujian Peranan Klorofil dalam Fotosintesis 2. Pengamatan Peranan Klorofil dalam Fotosintesis
No. Kurikulum	: 2.1.2 dan 2.1.3.
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 4 x 50 menit
Dosen	: Ir. Anidarfi, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu menjelaskan peranan klorofil pada fotosintesis
2. Mahasiswa mampu melaksanakan pengujian klorofil pada fotosintesis
3. Mahasiswa mampu melakukan pengujian peranan klorofil dan cahaya dalam proses fotosintesis.

II. TEORI

Tumbuhan yang memiliki butir-butir hijau daun (klorofil) dapat melakukan proses fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses dimana karbon dioksida dan air dibawah pengaruh cahaya diubah menjadi senyawa organik yang berisi karbon dan kaya energi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Perubahan energi cahaya ke dalam energi kimia merupakan proses kehidupan yang paling menonjol. Rentetan proses yang terintegrasi dan kompleks, yang dapat dinyatakan dalam bentuk singkat dengan reaksi kimia sebagai berikut :



Fotosintesis merupakan suatu proses biokimia yang dilakukan tumbuhan, untuk memproduksi energi dengan memanfaatkan energi cahaya. Hampir semua makhluk hidup bergantung dari energi yang dihasilkan dalam fotosintesis ini. Dan akhirnya fotosintesis menjadi sangat penting bagi kehidupan di bumi. Fotosintesis juga berjasa menghasilkan sebagian besar oksigen yang terdapat di atmosfer bumi (Anonim, 2007).

Fotosintesis yang dilakukan tumbuhan ini dilakukan dalam bagian daun dari tumbuhan yaitu bagian yang mengandung klorofil. Selain itu ada pula bagian dari dalam



daun yang berperan dalam proses terjadinya fotosintesis tersebut yaitu stoma. Stoma merupakan mulut daun yang dalam fotosintesis ini berfungsi menangkap karbondioksida dari lingkungan yang berikutnya digunakan sebagai bahan fotosintesis (Anonim, 2007).

Sehingga dapat dikatakan bahwa stomata memegang peranan penting dalam terjadinya proses fotosintesis. Dan fotosintesis tidak dapat dilakukan ketika stomata daun ini menutup.

Klorofil merupakan pigmen utama yang berperan penting dalam proses fotosintesis yaitu berperan dalam mengabsorpsi energi cahaya matahari. Kandungan klorofil pada daun akan mempengaruhi aktifitas fotosintesa sehingga proses fisiologis tumbuhan menjadi terhambat dan fotosintat yang dihasilkan juga berkurang.

Ketika energi cahaya ditangkap oleh klorofil yang terdapat dalam kloroplas, maka energi cahaya akan merangsang elektron untuk bergerak dari level energi yang rendah ke level energi tinggi. Kloroplas adalah organel yang berbentuk lensa yang berukuran 1 – 10 nm yang terdiri dari 2 bagian yaitu lamella grana dan stroma yang terbungkus di dalam membran berlapis ganda, lamella grana mengandung pigmen fotosintesa sedangkan stroma tidak mengandung pigmen dan terdiri dari protein yang dapat larut.

Sachs (1860) membuktikan pada fotosintesis terbentuk karbohidrat amilum. Adanya amilum ini dapat dibuktikan dengan pengujian menggunakan yodium. Amilum dengan yodium memberikan warna hitam. Amilum ini hanya terdapat pada bagian daun yang berwarna hijau dan terkena sinar.

Klorofil adalah butir-butir hijau yang terdapat dalam kloroplas. Kloroplas berbentuk oval, bahan dasarnya disebut stroma, dan butir-butir yang terdapat di dalamnya di sebut grana. Pada tanaman tingkat tinggi ada dua macam klorofil, yaitu :

- a. klorofil a : $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ (berwarna hijau tua)
- b. klorofil b : $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ (berwarna hijau muda)

Struktur klorofil mirip dengan struktur hemoglobin yang memiliki cincin porfirin, akan tetapi inti pada klorofil adalah Mg^{+2} sedangkan pada hemoglobin adalah Fe.

Klorofil bersifat fluorescens, artinya dapat menerima cahaya matahari dan mengembalikannya dalam bentuk gelombang yang berlainan. Klorofil a berwarna hijau tua, tetapi jika cahayanya direfleksikan akan tampak berwarna merah darah dan klorofil b yang berwarna hijau muda akan tampak berwarna merah coklat. Klorofil banyak menyerap warna merah dan nila.



Klorofil tidak larut dalam air, tetapi larut dalam etanol, metanol, eter, aseton, bensol, kloroform. Untuk memisahkan klorofil a dan klorofil b serta pigmen-pigmen lainnya seperti karotin, xantofil digunakan alat kromatografi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan klorofil:

1. Faktor Pembawaan

Pembentukan klorofil dan pigmen-pigmen lainnya dibawakan oleh gen tertentu di dalam kromosom. Jika gen ini tidak ada maka tanaman akan berwarna putih (albino). Tanaman yang albino tidak dapat bertahan lama.

2. Cahaya

Tidak seluruh tanaman membutuhkan cahaya untuk pembentukan klorofilnya. Pada beberapa kecambah Angiospermae, klorofil dapat terbentuk tanpa memerlukan cahaya. Terlalu banyak cahaya juga berpengaruh buruk kepada klorofil. Larutan klorofil yang dihadapkan kepada cahaya kuat tampak berkurang hijaunya. Hal ini dapat kita lihat pada daun-daunan yang terus menerus terkena sinar langsung, warnanya menjadi hijau kekuning-kuningan.

3. Oksigen

Oksigen diperlukan untuk pembentukan klorofil. Kecambah yang ditumbuhkan di ruang gelap, kemudian ditempatkan di cahaya tidak mampu membentuk klorofil.

4. Karbohidrat

Karbohidrat membantu pembentukan klorofil dalam daun.

5. Nitrogen, Magnesium, dan Besi

Nitrogen, magnesium, dan besi merupakan zat pembentuk klorofil, kekurangan salah satu zat tersebut akan menyebabkan klorosis.

6. Mn, Cu, dan Zn

Mn, Cu, dan Zn merupakan unsur mikro pembentuk klorofil, kekurangan salah satu zat tersebut akan menyebabkan klorosis.

7. Air

Kekurangan air mengakibatkan desintegrasi dari klorofil seperti terjadi pada rumput dan pohon – pohon di musim kering.



8. Suhu

Suhu antara 3–48⁰c merupakan kondisi yang cocok untuk pembentukan klorofil pada kebanyakan tanaman, tetapi yang paling baik antara 26 – 30⁰C.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan Praktik sesuai dengan objek masing-masing yang telah dibagikan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

1. Gelas ukur
2. Kompor
3. Pinset
4. Gelas piala (1 liter)

4.2. Bahan

1. Alkohol
2. Yodium
3. Daun tanaman jagung yang sebagian tertutup dari sinar matahari
4. Kertas karbon/perak

V. PELAKSANAAN

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Lakukan penutupan daun jagung dengan kertas karbon atau kertas perak dengan membentuk menyilang (X), agar tidak terkena sinar matahari (penutupan pada sore/malam hari sebelum fotosintesis berjalan).
2. Kegiatan ini dilakukan satu minggu sebelum praktikum kedua.



5.2. Praktikum 2 jam kedua

1. Ambillah daun yang sudah tertutup karbon/kertas perak tadi, dan rebuslah ke dalam air panas beberapa saat.
2. Selanjutnya rendamlah daun tersebut ke dalam alkohol untuk melarutkan klorofilnya.
3. Kemudian celupkan daun tersebut ke dalam larutan yodium dan amati perubahan yang terjadi.

VI. TABEL PENGAMATAN

Tabel 2. Peranan klorofil dalam fotosintesa

Parameter	Perubahan yang terjadi pada	
	Daun yang tertutup	Daun tidak tertutup
Warna daun	1. 2. 3. 4. 5.	1. 2. 3. 4. 5.
Perubahan warna setelah direbus dan diberi alkohol	1. 2. 3. 4. 5.	1. 2. 3. 4. 5.
Perubahan warna setelah diberi larutan yodium	1. 2. 3. 4. 5.	1. 2. 3. 4. 5.



VII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1998. Environmental physiology of plants. Academic Press, Inc., London Ltd.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. 197 hal.
- Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 203 hal.
- Rasdanelwati dan Y. Sondang. 2004. Fisiologi tumbuhan, Edisi Pertama. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 82 hal.



- Latihan No** : 4, 12, dan 26
- Pokok Bahasan** : Pertumbuhan dan Perkembangan
- Judul Praktik** : 1. **Mengamati dan mengukur pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung , luas daun dan bobot kering tanaman hasil Praktik lapang pengaruh intensitas cahaya tanaman kedelai dan jagung pada fase vegetatif**
2. **Mengamati dan mengukur pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung, luas daun dan bobot kering tanaman hasil Praktik lapang pengaruh intensitas cahaya tanaman kedelai dan jagung pada fase reproduktif**
3. **Mengamati dan mengukur pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung, luas daun dan bobot kering tanaman hasil Praktik lapang pengaruh intensitas cahaya tanaman kedelai dan jagung pada komponen hasil**
- No. Kurikulum** : 5.1.1, 5.1.2 dan 5.1.3.
- Kegiatan** : Laboratorium
- Tempat** : Ruang Laboratorium
- Alokasi Waktu** : 6 x 50 menit
- Dosen** : Ir. Yun Sondang, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu menjelaskan pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan perkembangan jagung dan kedelai.
2. Mahasiswa mampu melakukan perhitungan perbedaan intensitas cahaya pada tanaman jagung dan kedelai
3. Mahasiswa mampu Melakukan perhitungan analisis tumbuh
4. Mahasiswa mampu Menjelaskan perbedaan pengaruh intensitas cahaya pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman berdasarkan perhitungan analisis tumbuh.



II. TEORI

Dalam arti sempit pertumbuhan berarti pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran). Kedua proses ini memerlukan sintesis protein dan merupakan proses yang tidak dapat berbalik.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus menerus sepanjang hidup tanaman, bergantung pada tersedianya hara, hasil asimilasi, hormone, dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung.

Pertumbuhan dalam arti terbatas menunjukkan pada penambahan ukuran yang tidak dapat balik yang mencerminkan penambahan protoplasma, sedangkan perkembangan diartikan sebagai diferensiasi, yaitu perubahan dalam tingkat yang lebih tinggi yang menyangkut spesialisasi dan organisasi secara anatomi dan fisiologi.

Pertumbuhan tanaman merupakan penambahan ukuran dan berat kering tanaman yang tidak dapat balik. Pertambahan ukuran dan berat kering dari suatu tanaman yang mencerminkan bertambahnya protoplasma yang terjadi baik ukuran sel maupun jumlahnya bertambah. Pertambahan ukuran sel mempunyai batas yang diakibatkan hubungan antara volume dan luas permukaan.

Pertambahan protoplasma berlangsung melalui suatu rentetan peristiwa-peristiwa dimana air, karbohidrat, dan garam-garam anorganik diubah menjadi bahan hidup melalui proses metabolisme.

Sehubungan dengan pertumbuhan sel-sel tanaman, mencakup pada peristiwa pembentukan karbohidrat (fotosintesis), pengisapan dan gerakan air dan udara (absorpsi dan transpirasi), penyusunan dan perombakan protein kompleks dan lemak dari karbon dan persenyawaan anorganik (proses metabolisme). Energi cahaya yang diperlukan berasal dari matahari dan tenaga kimianya berasal dari pernafasan (respirasi).

Perhitungan analisis tumbuh yang digunakan adalah :

a. Laju Tumbuh Relatif (g hari⁻¹)

Laju tumbuh relatif (LTR) yaitu peningkatan berat kering tanaman dalam suatu interval waktu dalam hubungannya dengan berat awal. Pengamatan laju tumbuh relatif dilakukan sekali dua minggu, yaitu umur 2, 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah tanam pada tanaman sampel. Caranya satu tanaman sampel dari masing-masing satuan perlakuan



dicabut lalu seluruh bagian tanaman dibersihkan dan diovenkan selama 48 jam pada suhu 70°C. Rumusnya:

$$LTR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1}$$

W_2 = Berat kering tanaman pada waktu T_2

W_1 = Berat kering tanaman pada waktu T_1

T_2 = Waktu pengamatan ke 2 (umur 5 dan 7 minggu)

T_1 = Waktu pengamatan ke 1 (umur 3 dan 5 minggu)

b. Laju Asimilasi Bersih (LAB = NAR) yaitu laju bersih asimilat persatuan luas daun dan waktu atau pertambahan berat kering per unit luas daun per waktu.

Rumus adalah :

$$NAR = 1/LA \times dW/dt$$

III. ORGANISASI

1. Setiap group dibagi menjadi 5 kelompok dengan anggota 4–5 orang per kelompok.
2. Dosen menerangkan teori terkait dan prosedur kerja praktikum
3. Setiap mahasiswa mengerjakan prosedur praktikum yang ditugaskan oleh dosen pembimbing pada jadwal praktikum.
4. Kerjakan dengan teliti dan setelah selesai, laporan praktikum dikumpulkan.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

1. Meteran
2. Timbangan
3. Pisau
4. Oven

4.2. Bahan

1. Tanaman jagung dan kedelai dalam polibag yang ditanam pada keadaan cahaya penuh dan dinaungi.
2. Kertas grafik
3. Amplop besar



V. PELAKSANAAN PRAKTIK

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Pada umur 2 minggu setelah tanam, ukur tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun dari masing-masing tanaman yang ditanam pada 2 minggu sebelumnya pada praktikum kerja lapang.
2. Cabut salah satu dari jagung dan kedelai dari keempat perlakuan tersebut. Timbang berat basah nya dengan menggunakan timbangan analitik dan catat datanya.
3. Masukkan bagian tanaman tersebut ke dalam amplop dan keringkan dalam oven suhu 70° C selama 48 jam (2 hari).
4. Selanjutnya timbang berat kering dengan menggunakan timbangan analitik.
5. Hitung laju tumbuh relatif dan laju asimilasi bersih pada kedua tanaman tersebut.

5.2. Praktikum 2 jam kedua

1. Lakukan pengamatan seperti pada praktikum 2 jam kedua dilakukan pada umur tanaman 4, 6, 8, 10, dan 12 minggu setelah tanam, ukur tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun dari masing-masing tanaman yang ditanam pada 2 minggu sebelumnya pada praktikum kerja lapang.
2. Cabut salah satu dari jagung dan kedelai dari keempat perlakuan tersebut. Timbang berat basah nya dengan menggunakan timbangan analitik dan catat datanya.
3. Masukkan bagian tanaman tersebut ke dalam amplop dan keringkan dalam oven suhu 70° C selama 48 jam (2 hari).
4. Selanjutnya timbang berat kering dengan menggunakan timbangan analitik.
5. Hitung laju tumbuh relatif dan laju asimilasi bersih pada kedua tanaman tersebut.

5.3. Praktikum 2 jam ketiga

1. Lakukan pengamatan seperti pada praktikum 2 jam kedua dilakukan pada umur tanaman 6, 8, 10, dan 12 minggu setelah tanam, ukur tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun dari masing-masing tanaman yang ditanam pada 2 minggu sebelumnya pada praktikum kerja lapang.



2. Cabut salah satu dari jagung dan kedelai dari keempat perlakuan tersebut. Timbang berat basahya dengan menggunakan timbangan analitik dan catat datanya.
3. Masukkan bagian tanaman tersebut ke dalam amplop dan keringkan dalam oven suhu 70⁰ C selama 48 jam (2 hari).
4. Selanjutnya timbang berat kering dengan menggunakan timbangan analitik.
5. Hitung laju tumbuh relatif dan laju asimilasi bersih pada kedua tanaman tersebut.

VI. TABEL PENGAMATAN

Pertumbuhan Vegetatif

Tabel 3. Pengamatan vegetatif tanaman jagung

PERLAKUAN	Tinggi tanaman (cm)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Jumlah daun sempurna (helai)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Berat basah tanaman (gram)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Berat kering tanaman (gram)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						



Tabel 4. Pengamatan vegetatif tanaman kedelai

PERLAKUAN	Tinggi tanaman (cm)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Jumlah daun sempurna (helai)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Berat basah tanaman (gram)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Berat kering tanaman (gram)					
	2	4	6	8	10	Panen
Cahaya normal						
Cahaya rendah						

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Kimball, John W. 1994. Biologi, Edisi Kelima, Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Rasdanelwati dan Y. Sondang. 2004. Fisiologi tumbuhan, Edisi Pertama. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 82 hal.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3. Penerbit ITB Bandung. 343 hal.
- Sasmitamihardja, Darjat dan Arbayah A. Siregar. 1990. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi bandung.
- Suseno, hari. 1974. Fisiologi tumbuhan, metabolisme dasar dan Beberapa Aspeknya. Institut Pertanian Bogor.



Latihan No	: 5 dan 6
Pokok Bahasan	: Fotosintesis
Judul Praktik	: 1. Pengujian Peranan Stomata terhadap Fotosintesa 2. Pengamatan Hasil Pengujian Peranan Stomata terhadap Fotosintesa
No. Kurikulum	: 2.1.4 dan 2.1.5
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 4 x 50 menit
Dosen	: Ir. Yun Sondang, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu melakukan pengujian peranan stomata terhadap fotosintesis
2. Mahasiswa mampu menjelaskan peranan stomata terhadap fotosintesis

II. TEORI

Proses fotosintesis pada tumbuhan hijau dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu faktor yang berasal dari dalam tumbuhan antara lain tahap pertumbuhan, kadar klorofil, umur daun, struktur daun dan stomata, penimbun hasil, dan kadar hasil fotosintesis. Pada struktur daun dan stomata, maka tebal tipisnya daun berpengaruh pada jumlah klorofil, stomata dan mudah tidaknya daun menyerap cahaya.

Stomata berasal dari bahasa Yunani yaitu stoma yang berarti lubang atau porus, jadi stomata adalah lubang-lubang kecil berbentuk lonjong yang dikelilingi oleh dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup (*Guard Cell*), dimana sel penutup tersebut adalah sel-sel epidermis yang telah mengalami kejadian perubahan bentuk dan fungsi yang dapat mengatur besarnya lubang-lubang yang ada diantaranya (Kartasaputra, 1988).

Stomata pada umumnya terdapat pada bagian-bagian tumbuhan yang berwarna hijau, terutama sekali pada daun-daun tanaman. Pada *submerged aquatic plant* atau tumbuhan yang hidup di bawah permukaan air terdapat alat-alat yang strukturnya mirip dengan stomata, padahal alat-alat tersebut bukanlah stomata. Pada daun-daun yang berwarna hijau stomata terdapat pada satu permukaannya saja (Kertasaputra, 1988).



Ada 5 tipe penyebaran stomata pada tanaman, yaitu (Kertasaputra, 1988):

1. Tipe apel atau murbei dimana stomata didapatkan hanya tersebar pada sisi bawah daun saja, seperti pada apel, peach, murbei, kenari dan lain-lain.
2. Tipe kentang dimana stomata didapatkan tersebar lebih banyak pada sisi bawah daun dan sedikit pada sisi atas daun seperti pada kentang, kubis, buncis, tomat, pea dan lain-lain.
3. Tipe oat, yaitu stomata tersebar sama banyak baik pada sisi atas maupun pada sisi bawah daun, misalnya pada jagung, oat, rumput dan lain-lain.
4. Tipe lily hutan, yaitu stomata hanya terdapat pada epidermis atas saja, misalnya lily air dan banyak tumbuhan air.
5. Tipe potamogeton yaitu stomata sama sekali tidak ada atau kalau ada vestigial, misalnya pada tumbuhan-tumbuhan bawah air.

Fotosintesis merupakan salah satu cara asimilasi karbon karena dalam fotosintesis karbon bebas dari $[CO_2]$ diikat (difiksasi) menjadi gula sebagai molekul penyimpan energi. Cara lain yang ditempuh organisme untuk mengasimilasi karbon adalah melalui kemosintesis, yang dilakukan oleh sejumlah bakteri belerang (Anonim, 2007).

Dari semua radiasi matahari yang dipancarkan, hanya panjang gelombang tertentu yang dimanfaatkan tumbuhan untuk proses fotosintesis, yaitu panjang gelombang yang berada pada kisaran cahaya tampak (380-700 nm). Cahaya tampak terbagi atas cahaya merah (610 - 700 nm), hijau kuning (510 - 600 nm), biru (410 - 500 nm) dan violet (< 400 nm). Masing-masing jenis cahaya berbeda pengaruhnya terhadap fotosintesis. Hal ini terkait pada sifat pigmen penangkap cahaya yang bekerja dalam fotosintesis. Pigmen yang terdapat pada membran grana menyerap cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Pigmen yang berbeda menyerap cahaya pada panjang gelombang yang berbeda. Kloroplast mengandung beberapa pigmen. Sebagai contoh, klorofil a terutama menyerap cahaya biru-violet dan merah. Klorofil b menyerap cahaya biru dan oranye dan memantulkan cahaya kuning-hijau. Klorofil a berperan langsung dalam reaksi terang, sedangkan klorofil b tidak secara langsung berperan dalam reaksi terang (Anonim, 2007).

Stomata akan membuka jika tekanan kedua sel penjaga meningkat. Peningkatan tekanan turgor sel penjaga disebabkan oleh masuknya air ke dalam sel penjaga tersebut. Pergerakan air dari satu sel ke sel lainnya akan selalu dari sel yang mempunyai potensi air lebih tinggi ke sel ke potensi air lebih rendah. Tinggi rendahnya potensi air sel akan tergantung pada jumlah bahan yang terlarut (solute) didalam cairan sel tersebut.



Semakin banyak bahan yang terlarut maka potensi osmotik sel akan semakin rendah. Dengan demikian, jika tekanan turgor sel tersebut tetap, maka secara keseluruhan potensi air sel akan menurun. Untuk memacu agar air masuk ke sel penjaga, maka jumlah bahan yang terlarut di dalam sel tersebut harus ditingkatkan (Lakitan, 1993).

Aktivitas stomata terjadi karena hubungan air dari sel-sel penutup dan sel-sel pembantu. Bila sel-sel penutup menjadi turgid dinding sel yang tipis menggebu dan dinding sel yang tebal yang mengelilingi lobang (tidak dapat menggebu cukup besar) menjadi sangat cekung, karenanya membuka lobang. Oleh karena itu membuka dan menutupnya stomata tergantung pada perubahan-perubahan turgiditas dari sel-sel penutup, yaitu kalau sel-sel penutup turgid lobang membuka dan sel-sel mengendor pori/lobang menutup (Lakitan, 1993).

Stomata membuka karena sel penjaga mengambil air dan menggebu dimana sel penjaga yang menggebu akan mendorong dinding bagian dalam stomata hingga rapat. Stomata bekerja dengan caranya sendiri karena sifat khusus yang terletak pada anatomi submikroskopik dinding selnya. Sel penjaga dapat bertambah panjang, terutama dinding luarnya, hingga menggebu ke arah luar. Kemudian, dinding sebelah dalam akan tertarik oleh mikrofibril tersebut yang mengakibatkan stomata membuka (Salisbury dan Ross, 1995).

Pada saat stomata membuka akan terjadi akumulasi ion kalium (K^+) pada sel penjaga. Ion kalium ini berasal dari sel tetangganya. Cahaya sangat berperan merangsang masuknya ion kalium ke sel penjaga dan jika tumbuhan ditempatkan dalam gelap, maka ion kalium akan kembali keluar sel penjaga (Lakitan, 1993).

Stomata tumbuhan pada umumnya membuka pada saat matahari terbit dan menutup saat hari gelap sehingga memungkinkan masuknya CO_2 yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari. Umumnya, proses pembukaan memerlukan waktu 1 jam dan penutupan berlangsung secara bertahap sepanjang sore. Stomata menutup lebih cepat jika tumbuhan ditempatkan dalam gelap secara tiba-tiba. Terbukanya stomata pada siang hari tidak terhambat jika tumbuhan itu berada dalam udara tanpa karbon dioksida, yaitu keadaan fotosintesis tidak dapat terlaksana (Salisbury dan Ross, 1995).



III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan Praktik sesuai dengan objek masing-masing yang telah dibagikan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

- | | |
|----------------|--------------------------|
| 1. Gelas ukur | 5. Kompor |
| 2. Pinset | 6. Gelas piala (1 liter) |
| 3. Gunting | 7. Pemanas listrik |
| 4. Cawan petri | |

4.2. Bahan

- | | |
|---------------|-------------|
| 1. Alkohol | 3. Yodium |
| 2. Daun jarak | 4. Vaseline |

V. PELAKSANAAN

5.1. Pelaksanaan praktikum 2 jam pertama

1. Memilih 4 tanaman yang disimpan di tempat gelap. Perlakuan yang diberikan :
 - A. Melapisi permukaan atas salah satu daun dengan vaselin
 - B. Melapisi permukaan bawah daun kedua dengan vaselin
 - C. Melapisi permukaan atas dan bawah daun ketiga dengan vaselin
 - D. Tidak melapisi permukaan atas ataupun permukaan bawah daun keempat dengan vaselin
2. Menempatkannya di tempat yang cukup terkena sinar matahari selama 3 hari.

5.2. Pelaksanaan Praktikum 2 jam kedua

1. Memetik keempat daun dan meletakkannya di atas kertas saring.
2. Membersihkan vaselin dengan menggunakan kapas yang diberi bensin.
3. Memasukkan kedua daun tersebut ke dalam gelas piala yang berisi air mendidih.
4. Setelah layu, memindahkannya ke dalam gelas piala yang berisi alkohol.



5. Setelah itu memanaskan alkohol dengan alat pemanas listrik selama 10 menit.
6. Mengambil daun tersebut dari alkohol dan memasukkannya ke dalam air dengan suhu kamar selama beberapa menit.
7. Merentangkan daun dalam cawan petri dan menuangkannya ke larutan iodium.
8. Mengangkat daun dari larutan iodium kemudian merentangkan ke dalam cawan petri yang berisi air yang diletakkan di atas kertas putih.
9. Memperhatikan dan mencatat perubahan warna yang terjadi di antara keempat daun tersebut.

VI. TABEL PENGAMATAN

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap daun yang diberi vaselin

No.	Perlakuan	DAUN DIBERI VASELIN			
		A	B	C	D
1.	Air mendidih				
2.	Alkohol				
3.	Pemanasan				
4.	Air				
5.	Larutan Iodium				

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1998. Environmental physiology of plants. Academic Press, Inc., London Ltd.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. 197 hal.
- Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 203 hal



Latihan No	: 7, 12, 13 dan 16
Pokok Bahasan	: Air dan Tanaman
Judul Praktik	: 1. Penanaman tanaman bayam dan kedelai dalam pot untuk perlakuan cekaman air 2. Pemberian perlakuan cekaman air terhadap tanaman bayam dan kedelai dalam pot 3. Pengamatan perlakuan cekaman air terhadap tanaman bayam dan kedelai dalam pot 4. Panen hasil pemberian perlakuan cekaman air terhadap tanaman bayam dan kedelai dalam pot
No. Kurikulum	: 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 dan 4.1.4
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 8 x 50 menit
Dosen	: Ir. Nelson Elita, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa Mampu Melakukan penanaman tanaman bayam dan kedelai dalam pot pada berbagai kelembaban
2. Mahasiswa Mampu menjelaskan kebutuhan air optimal bagi tanaman bayam dan kedelai.
3. Mahasiswa Mampu menjelaskan perbedaan cekaman air (*water stress*) pada tanaman bayam dan kedelai.
4. Mahasiswa Mampu Melakukan panen tanaman bayam dan kedelai dari perbedaan perlakuan cekaman air.

II. TEORI

Air dibutuhkan untuk bermacam-macam fungsi tanaman :

1. Pelarut dan medium untuk reaksi kimia.
2. Medium untuk transport, zat terlarut organik dan an organik.
3. Medium yang memberikan turgor pada sel tanaman. Turgor menggerakkan p[embesaran sel, struktur tanaman dan penempatan daun.
4. Hidrasi dan netralisasi muatan molekul-molekul koloid. Untuk enzim, air hidrasi membantu memelihara struktur dan memudahkan fungsi katalis.



5. Bahan baku untuk fotosintesis, proses hidrolisis dan reaksi-reaksi kimia lainnya dalam tumbuhan.

6. Evaporasi tanaman

Selama fase perkecambahan kedelai [*Glycine max* (L.) Merr.} pertumbuhan perkecambahan biji seragam mungkin berkurang ketika dilapangan pada waktu tertentu dipenuhi dengan air dari hujan deras dan darainase yang jelek. Hasil penelitian di Laboratorium menyimpulkan pengaruh dari waktu dan lamanya penggenangan, ditentukan temperatur perkecambahan, dan kerusakan mekanik pada perkecambahan kedelai. Ada sedikit perbedaan persentase perkecambahan diantara lamanya perlakuan penggenangan ketika penggenangan mulai 1 hari setelah imbibisi.

Permainan temperatur penting dalam perkecambahan dan pembukaan biji. Peneliti memperlihatkan laju dari perpanjangan hipokotil meningkat dengan meningkatnya temperatur. Hatfield dan Egli (1974) menemukan pada suhu 10 ° C perpanjangan hipokotil kedelai luar biasa lambat dan laju perpanjangan hipokotil mencapai maksimum pada suhu 30 ° C. Alm et al. (1993) mengindikasikan peningkatan temperatur dari 10 sampai 25 ° C, laju perpanjangan biji untuk jagung dan kedelai meningkat. Hou dan Thseng (1991) meneliti interaksi antara temperatur dan penggenangan. Penelitian mereka mengindikasikan pada temperatur 10 dan 15 ° C, 2 sampai 8 hari biji kedelai direndam untuk dikecambahkan tidak signifikan pengaruh perkecambahannya. Tetapi pada temperatur 25 dan 30 ° C perkecambahan signifikan mengurangi tinggi tanaman dari peningkatan perendaman, dan kehilangan perkecambahan diukur ketika biji direndam selama 4 hari pada suhu 30 ° C.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan pekerjaan seauai dengan Praktik yang akan dijalankan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi.



IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Bahan

1. Benih bayam cabut
2. Benih kedelai
3. Tanah halus
4. Furadan
5. Pupuk Urea

4.2. Alat

1. Ember plastik
2. Cangkul
3. Label kertas
4. Tensio meter

V. PELAKSANAAN PRAKTIK

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Siapkan media tanam berupa tanah halus dan dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1
2. Isi masing-masing ember plastik dengan tanah yang sudah dicampur sebanyak $\frac{3}{4}$ bagian ember.
3. Buat lubang tanam dengan alat tugal sedalam 1 – 3 cm dan masukkan benih kedelai sebanyak 3 butir dan ditambah furadan 3 G lalu ditutup dengan tanah.
4. Pada ember lain, buat lubang tanam dengan alat tugal sedalam 3 – 5 cm, dan masukan benih bayam sebanyak 3 butir, dan tambahkan Furadan 3G lalu tutup dengan tanah.
5. Masukan pupuk Urea dengan cara melingkar sekitar lubang tanam.
6. Pasang label pada masing-masing ember dengan kode A, B, dan C
7. Lakukan penyiraman tiap hari sampai tanaman berumur dua minggu, penyiraman diusahakan sampai tanah pada kondisi kapasitas lapang.
8. Penjaranagn dilakukan pada umur tanaman 2 minggu setelah tanam, sisa kan tanaman yang sehat.
9. Pada waktu tanaman berumur 2 minggu sampai umur 1,5 bulan masing-masing diperlakukan sebagai berikut:
Ember A : Tanaman tidak disiram sama sekali



Ember B : Tanaman disiram setiap hari sampai kondisi tanaman kapasitas lapang

Ember C : Tanaman disiram tiap hari sampai kondisi tanaman jenuh air (menggenang)

10. Pengamatan mulai dilakukan pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam.
11. Setiap kelompok melakukan pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun bentuk daun, warna daun, dan tegangan air (digunakan tension meter), serta jumlah polong khusus untuk kedelai.
12. Pengamatan berikutnya dilakukan setiap 3 hari sekali sampai tanaman berumur 1,5 bulan.

5.2. Praktikum 2 jam kedua

1. Lakukan pemberian perlakuan cekaman air pada tanaman bayam dan kedelai
2. Lakukan pengamatan tanaman kedelai dan bayam sesuai dengan perlakuan yang telah diberikan.

5.3. Praktikum 2 jam ketiga

Lakukan pengamatan tanaman kedelai dan bayam sesuai dengan perlakuan yang telah diberikan.

5.4. Praktikum 2 jam keempat

Lakukan panen pada tanaman kedelai dan bayam setelah berumur 1,5 bulan

VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

6.1. Tugas

1. Lakukan praktikum diatas pada jadwal yang sudah ditetapkan.
2. Lakukan pengamatan sesuai dengan petunjuk BKPM
3. Buat laporan selesai praktikum

6.2. Pertanyaan

1. Jelaskan fungsi dan peranan air bagi tanaman.
2. Jelaskan kenapa tanaman yang digunakan adalah kedelai dan bayam ?
3. Tulis perlakuan yang diberikan pada topik ini dan kapan dilakukan dimulai perlakuan tersebut ?



VII. TABEL PENGAMATAN

Tabel 6. Variabel pengamatan yang diamati pada bayam dengan perlakuan kondisi air berbeda

Perlakuan	Ember A	Ember B	Ember C
Tinggi tanaman			
Jumlah daun			
Bentuk daun			
Warna daun			
Tegangan air (tensiometer)			

Tabel 7. Variabel pengamatan yang diamati pada kedelai dengan perlakuan kondisi air berbeda

Perlakuan	Ember A	Ember B	Ember C
Tinggi tanaman			
Jumlah daun			
Bentuk daun			
Warna daun			
Berat polong			
Tegangan air (tensiometer)			

VIII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1998. Environmental physiology of plants. Academic Press, Inc., London Ltd.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. 197 hal.
- Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 203 hal.



Latihan No	: 8
Pokok Bahasan	: Air dan Tanaman
Judul Praktik	: Pengukuran tekanan turgor terhadap membuka dan menutupnya stomata
No. Kurikulum	: 4.1.5
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 2 x 50 menit
Dosen	: Ir. Nelson Elita, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu menjelaskan bentuk stomata
2. Mahasiswa mampu Menjelaskan pergerakan stomata
3. Mahasiswa mampu Menjelaskan pergerakan stomata karena tekanan turgor

II. TEORI

Stomata adalah celah yang ada diantara dua sel penjaga (*guard cell*), sedangkan apartus stomata adalah kedua sel penjaga tersebut. Berdampingan dengan sel penjaga terdapat sel-sel epidermis yang juga telah termodifikasi, yang disebut sel pendukung.

Stomata banyak sekali ragamnya. Kutikula berlilin di permukaan daun menghambat difusi, sehingga sebagian besar uap air dan gas lainnya melewati bukaan diantara sel penjaga bukaan stomata disebut pori stomata. Disebelah sel penjaga biasanya terdapat satu atau beberapa sel epidermis lain yang berubah bentuk, yang disebut sel pelengkap. Jumlah dan susunannya ditentukan oleh suku tumbuhannya (walaupun berbagai jenis bisa ditemui pada daun). Air menguap dalam daun, dari dinding sel parenkima palisade dan parenkima bunga karang, yang secara bersama disebut mesofil, kedalam ruang antar sel yang sinambung dengan udara diluar, saat stomata membuka.

Kadang stomata hanya terdapat di permukaan bawah daun, tapi sering ditemui di kedua permukaan, meskipun lebih banyak terdapat di bagian bawah. Daun teratai hanya mempunyai stomata dibagian atas, dan tumbuhan yang terendam air tidak memiliki stomata sama sekali.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kerapian stomata sangat bergantung pada konsentrasi CO₂ yaitu bila CO₂ naik, jumlah stomata persatuan luas lebih sedikit. Hal



ini dibuktikan melalui berbagai kajian di laboratorium dan dengan menghitung jumlah stomata spesies tertentu pada berbagai ketinggian tempat.

Transpirasi sangat ditentukan oleh membukanya stomata. Stomata penting sebagai jalan untuk difusi uap air dan gas-gas lainnya dari daun ke atmosfer atau sebaliknya. Pada dasarnya stomata akan membuka apabila turgor sel sel penutup tinggi dan akan menutup apabila turgor sel penutupnya menjadi rendah. Pengaruh turgor terhadap membuka dan menutupnya stomata ini dimungkinkan oleh struktur stomata yang khas.

Pada saat turgor sel penutup tinggi, makadinding sel penutup yang berhadapan pada celah stoma akan tertarik ke belakang, sehingga celah menjadi terbuka. Naiknya turgor ini disebabkan adanya air yang mengalir dari sel tetangga masuk ke sel penutup, sehingga sel tetangga mengalami kekurangan air dan selnya sedikit mengkerut dan akan menarik sel penutup ke belakang. Sebaliknya pada waktu turgor sel penutup turun, yang disebabkan oleh kembalinya air dari sel penutup ke sel tetangganya, sel tetangga akan mengembang dan mendorong sel penutup ke depan sehingga akhirnya stomata tertutup. Disamping itu dinding sel penutup yang berhadapan di bagian celah, memiliki dinding sel yang elastis sehingga mudah berubah.

Stomata tumbuhan pada umumnya membuka saat matahari terbit dan menutup saat hari gelap, sehingga memungkinkan masuknya CO_2 yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari. Umumnya proses pembukaan memerlukan waktu 1 jam, dan penutupan berlangsung secara bertahap sepanjang sore. Stomata menutup lebih cepat jika tumbuhan ditempatkan dalam gelap secara tiba-tiba. Taraf minimum cahaya yang diperlukan untuk pembukaan stomata pada kebanyakan tumbuhan kira-kira $1/1000$ sampai $1/30$ cahaya matahari penuh yang hanya cukup untuk melangsungkan fotosintesis neto. Tingkat cahaya yang tinggi mengakibatkan stomata membuka lebih besar.

Tumbuhan sukulen tertentu yang terbiasa pada kondisi panas dan kering (misalnya kaktus) bertingkah laku sebaliknya, stomata terbuka pada malam hari menangkap karbon dioksida dan menyimpannya sebagai asam organik saat keadaan gelap, dan tertutup pada siang hari (proses fotosintesis tumbuhan CAM). Ini merupakan cara yang baik sekali untuk menyerap CO_2 melalui stomata terbuka pada malam hari (saat transpirasi rendah) dan menyimpan air di waktu panas pada siang hari.

Pada sebagian besar tumbuhan, konsentrasi CO_2 yang rendah di daun juga membuat stomata membuka. Jika udara bebas CO_2 dihembuskan melalui daun, sekalipun pada malam hari, maka stomata yang membuka lebih lebar. Sebaliknya konsentrasi CO_2



yang tinggi di daun akan, menyebabkan stomata menutup sebagian, dan ini terjadi saat terang maupun gelap.

Bila stomata tertutup sama sekali (keadaan tidak lazim), udara luar yang bebas CO₂ tidak berpengaruh lagi. Stomata tanggap terhadap tingkat CO₂ yang berada diantara sel, tetapi tidak terhadap konsentrasi CO₂ di permukaan daun dan di pori stomata (Mott, 1988). Tumbuhan sukulen menyimpan CO₂ dalam bentuk asam organik di waktu malam, sehingga menurunkan konsentrasi CO₂ dalam daun, akibatnya stomata membuka.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan pekerjaan sesuai dengan Praktik yang akan dijalankan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

1. Mikroskop
2. Gelas objek
3. Cover glass
4. Pipet tetes

4.2. Bahan

1. Daun *Rhodeo discolor*
2. Larutan sukrosa
3. Kertas saring
4. Tissue

V. PELAKSANAAN PRAKTIK

1. Buat sayatan epidermis bawah daun *Rhodeo discolor* dan letakkan pada gelas objek dengan setetes air dan selanjutnya tutup dengan gelas penutup.
2. Amati dibawah mikroskop stomata dalam keadaan membuka dan menutup.



3. Sambil diamati dibawah mikroskop, ganti reagen air dengan larutan sukrosa 10 % dengan cara meneteskan pada satu sisi gelas penutup dan mengisapnya dengan kertas saring pada sisi gelas penutup dan mengisapnya dengan kertas saring pada sisi yang lain.
4. Coba perhatikan stomatanya, perubahan apa yang terjadi.
5. Mengganti air dengan larutan sukrosa atau sebaliknya, dapat mempengaruhi membuka dan menutupnya stomata.

VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

6.1. Tugas

1. Gambar bentuk stomata yang saudara amati ?
2. Catat waktu lama membuka dan menutupnya stomata.

6.2. Pertanyaan

1. Jelaskan perbedaan bentuk stomata sedang membuka dan menutup ?
2. Jelaskan fungsi larutan sukrosa ?

VII. DATA PENGAMATAN

Tabel 8. Gambar stomata dalam keadaan terbuka dan tertutup

No.	Jenis Reagen	Kondisi Stomata	
		Terbuka	Tertutup
1.	Air		
2.	Glukosa		



VIII. DAFTAR PUSTAKA

Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.

Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1998. Environmental physiology of plants. Academic Press, Inc., London Ltd.

Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.

Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. 197 hal.

Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 203 hal.



Latihan No	: 9 dan 10
Pokok Bahasan	: Air dan Tanaman
Judul Praktik	: 1. Pengukuran kecepatan transpirasi tanaman jagung 2. Pengamatan kecepatan transpirasi tanaman jagung
No. Kurikulum	: 4.1.6 dan 4.1.7
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 4 x 50 menit
Dosen	: Ir. Yun Sondang, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu melakukan percobaan hubungan transpirasi dan absorpsi pada tanaman jagung dan kedelai.
2. Mahasiswa mampu mengukur kecepatan transpirasi pada tanaman jagung dan kedelai.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan kecepatan transpirasi pada tanaman jagung dan kedelai.
4. Mahasiswa mampu menghitung kecepatan transpirasi tanaman jagung dan kedelai

II. TEORI

Air yang diserap oleh tanaman digunakan untuk proses metabolisme dan dipertahankan di dalam sel untuk membentuk turgor sel, namun sebagian akan dilepas kembali ke atmosfer. Hilangnya air ke atmosfer dapat terjadi melalui proses transpirasi, gutasi, dan sekresi.

Transpirasi adalah proses keluar atau hilangnya sejumlah air yang meninggalkan daun dan batang sebagai uap air. Sebagian dari air hilang melalui batang tapi pada umumnya kehilangan air berlangsung melalui daun. Dikenal dua jenis transpirasi yaitu (1) Transpirasi stomata adalah kehilangan air yang berlangsung melalui stomata daun, hampir sebesar 95% air dari tanaman akan hilang melalui stomata dan (2) Transpirasi kutikula adalah kehilangan air secara langsung melalui kutikula epidermis 5 – 10%.

Jumlah stomata pada daun cukup beragam menurut jenis tumbuhannya. Jumlah persatuan luas dari jenis yang sama juga beragam tergantung pada utuh daun dan kondisi lingkungan. Daun dari jenis tumbuhan berkayu mempunyai stomata pada



permukaan daun sebelah bawah, sedangkan jenis tumbuhan herba mempunyai stomata pada kedua belah permukaan daunnya dan biasanya permukaan daun sebelah atas mempunyai stomata yang lebih sedikit.

Cahaya mempengaruhi laju transpirasi melalui dua cara yaitu :

1. Cahaya langsung dimana sebagian kecil digunakan fotosintesis selebihnya akan menimbulkan satu daun lebih tinggi dari pada suhu sekitarnya. Pemanasan tersebut meningkatkan transpirasi.
2. Cahaya yang tidak berbentuk cahaya langsung melalui pengaruhnya terhadap membuka dan menutupnya stomata.

Teori kehilangan air melalui transpirasi ini disebut juga teori Tegangan Adhesi dan Kohesi. Pada sebagian besar tumbuhan, transpirasi umumnya sangat rendah pada malam hari. Transpirasi mulai menaik beberapa menit setelah matahari terbit dan mencapai puncaknya pada siang hari. Transpirasi berhubungan langsung dengan intensitas cahaya. Salah satu penyebab terjadinya pelayuan adalah karena adanya transpirasi yang tinggi.

Pada tanaman, transpirasi pada hakekatnya suatu penguapan air baru yang membawa garam-garam mineral dari dalam tanah. Transpirasi dinyatakan penting dari penyerapan mineral seperti sitrat, fosfat dan senyawa anorganik lainnya yang diperlukan bagi pertumbuhan sesuai dengan pemikiran itu semakin besar transpirasi semakin besar pula penyerapan mineral tanah.

Air dapat bergerak dari tanah melalui akar dan batang, kemudian ke tempat transpirasi hanya jika terdapat aliran yang kontinu di seluruh alur. Aliran pergerakannya air ini terjadi secara kontiniu karena adanya dua sifat fisik, yaitu kekuatan tegangan (tensil) dan viskositas. Kedua sifat fisik ini penting dalam pengangkutan air dalam jarak yang panjang dan melarutkan bahan. Kekutan tegangan (tensil) yang tinggi (kohesi) dari kolom air dalam saluran xylem yang halus, berarti bahwa air dapat didorong ke puncak pohon yang tinggi hanya dengan tarikan transpirasi. Kohesi ini disebabkan kekuatan ikatan hidrogen diantara molekul air, meskipun demikian air mempunyai viskositas yang sedang.

Karena adanya kebutuhan air yang tinggi dan pentingnya air, tumbuhan memerlukan sumber air yang tetap untuk tumbuh dan berkembang. Setiap kali air menjadi terbatas, pertumbuhan berkurang dan biasanya mempengaruhi terhadap produksi yang dihasilkan. Jumlah pengurangan produksi ini dipengaruhi oleh genotipe, kehebatan kekurangan air, dan tingkat perkembangan.



Dalam kondisi lapangan, perakaran menembus tanah yang relatif lembab sedangkan akar dan batang tumbuh ke atmosfer yang relatif kering. Hal ini menyebabkan aliran air yang terus menerus dari tanah melalui tumbuhan ke atmosfer sepanjang suatu landaian energi potensial yang menurun. Setiap harinya jumlah aliran air ini (sampai 10 kali jumlah air yang tertahan dalam jaringan tanaman), 10 sampai sampai 100 kali jumlah air yang digunakan untuk perluasan sel-sel baru, dan 100 sampai 1000 kali jumlah air digunakan untuk fotosintesis. Karena itu faktor utama yang dilalui air ialah dari tanah ke daun untuk mengganti kehilangan karena transpirasi.

Gerakan air dalam sistem tanah-tanaman-atmosfer adalah karena perbedaan kandungan energi bebas (kapasitas untuk menghasilkan kerja) dari air dari bagian sistem yang berbeda. Pada suatu tanaman yang bertranspirasi tinggi dan mendapat cukup air, kandungan energi bebas dari air menurun dengan cepat sementara bergerak dari tanah, melalui xylem dan daun, ke atmosfer bebas, konsekuensinya air mengalir dari tanah masuk ke tanaman terus ke udara sebagai respons terhadap gradien energi bebas tersebut.

Dalam proses fisiologi tanaman untuk menunjukkan energi bebas yang dikandung air dalam bentuk potensial air (Ψ). Sistem yang menggambarkan tingkah laku air dan pergerakan air tanah dan tubuh tumbuhan didasarkan atas suatu hubungan energi potensial. Air mempunyai kapasitas untuk melakukan kerja yaitu akan bergerak dari daerah, dengan energi potensial tinggi ke daerah dengan energi potensial rendah. Karena air didalam tumbuhan dan tanah biasanya secara kimia tidak murni, disebabkan oleh adanya bahan terlarut dan secara fisik dibatasi oleh berbagai gaya, seperti gaya tarik menarik yang berlawanan, gravitasi, dan tekanan maka energi potensialnya lebih kecil dari pada energi potensial air murni. Potensial air (Ψ) adalah energi bebas per unit volume air, dengan menganggap bahwa potensial air murni adalah nol pada kondisi standar (menggunakan suhu udara dan tekanan atmosfer). Potensial air bertambah dengan naiknya suhu, gunanya untuk mempertahankan suhu konstan selama satu seri pengukuran.

Udara biasanya mempunyai potensial air yang sangat rendah dibandingkn dengan tanaman atau tanah. Daun yang hidup biasanya mempunyai potensial air yang lebih besar dari pada -15 bar, terdapat landaian energi, terdapat landaian energi yang tajam dan pergerakan air yang terus menerus berupa uap air dari daun ke udara. Apabila tidak terjadi kehilangan air dari tanaman ke udara (misal pada malam hari), Ψ tanaman akan hampir mencapai kesetimbangan dengan Ψ tanah. Ketika stomata terbuka, kehilangan air



dari dalam daun berlangsung terus menerus yang menurunkan Ψ daun sehingga lebih rendah daripada Ψ tangkai daun. Karena air bergerak dari Ψ_w yang lebih tinggi ke Ψ_w yang lebih rendah, air akan mengalir dari tangkai daun ke daun. Aliran air ini mengurangi Ψ tangkai daun yang berada dalam kesetimbangan dengan Ψ batang, sehingga air bergerak dari batang ke tangkai daun. Landaian energi ini berlanjut ke bawah ke akar dan tanah. Dengan kata lain, dalam sistem berkembang landaian Ψ_w dari tanah ke udara. Laju penyerapan dan pergerakan air melalui tanaman dapat dipengaruhi oleh jumlah kelembaban tanah, kontak antara akar dan, tahanan tanaman dan tanah terhadap aliran air, dan landaian Ψ_w (Begg dan Turner, 1976).

Kebutuhan air yang tinggi dan pentingnya air, tumbuhan memerlukan sumber air yang tetap untuk tumbuh dan berkembang. Air embun dan air hujan oleh daun dapat merupakan faktor penting dalam mempertahankan hidup beberapa spesies tanaman, tetapi mekanisme ini tidak begitu penting untuk diperhatikan dibandingkan adsorpsi air tanah melalui sistem perakaran.

III. ORGANISASI

1. Setiap group dibagi menjadi 5 kelompok dengan anggota 4–5 orang per kelompok.
2. Dosen menerangkan teori terkait dan prosedur kerja praktikum
3. Setiap mahasiswa mengerjakan prosedur praktikum yang ditugaskan oleh dosen pembimbing pada jadwal praktikum.
4. Kerjakan dengan teliti dan setelah selesai, laporan praktikum dikumpulkan.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

- | | |
|---------------|-----------------------|
| 1. Polibag | 4. Cangkul |
| 2. Kored | 5. Plastik Penyungkup |
| 3. Ajir bambu | 6. Timbangan |

4.2. Bahan

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. Tanah | 5. Pupuk kandang |
| 2. Pupuk Urea | 6. Pupuk TSP |
| 3. Pupuk KCL | 7. Benih jagung |
| 4. Benih Kedelai | 8. Curater 3-G |



V. PELAKSANAAN

5.1. Praktik 2 jam pertama

1. Setiap mahasiswa memperhatikan penjelasan umum dosen tentang pelaksanaan praktikum.
2. Setiap mahasiswa melakukan pencampuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1.
3. Lakukan penanaman 1 benih jagung dan 1 benih kedelai pada masing-masing ember/polybag sebanyak 2 ember/polybag.
4. Lakukan pemupukan dengan Urea, TSP dan KCL masing-masing 2, 1, dan 1 gram per polybag.
5. Letakkan 1 polybag jagung + 1 polybag kedelai pada intensitas cahaya penuh dan 1 polybag jagung + 1 polybag kedelai pada intensitas cahaya ternaungi sampai berumur 1 bulan dan lakukan penyiraman bila tidak ada hujan

5.2. Praktik 2 jam kedua

1. Umur tanaman 1 bulan diberi air secukupnya, pasang ajir pada polybag, lakukan pembungkusan dengan plastik.
2. Setelah pembungkusan letakkan polybag jagung dan kedelai pada intensitas cahaya penuh dan 2 polybag lain (jagung dan kedelai). Pada intensitas cahaya rendah, dan timbang masing-masing berat polybag (Berat awal). Kemudian dibiarkan selama ± 24 jam.
3. Lakukan penimbangan lagi setelah ± 24 jam (Berat akhir), diperoleh penyusutan berat dan hitung rata-rata transpirasi dan absorpsi air per jam/hari.
Rumus: Besar penguapan = berat awal – berat akhir
4. Luas daun dihitung dengan menjiplak daun pada kertas koran. Hasil jiplakan digunting dan ditimbang. Rumus = berat guntingan kertas x luas kertas dibagi dengan berat kertas.
5. Hitung rata-rata kecepatan transpirasi $\text{g/cm}^2/\text{menit}$ dengan cara:
Rumus = $\frac{\text{Besar penguapan}}{\text{Luas daun seluruhnya}}$: waktu (24 jam = 60 x 60 menit)
satuan $\text{g/cm}^2/\text{menit}$.
6. Hitung rata-rata absorpsi air per jam/hari dengan cara mengurangi jumlah air yang diberikan dengan jumlah air yang hilang (transpirasi).
7. Bandingkan kecepatan transpirasi dan absorpsi dari masing-masing tanaman jagung dan kedelai pada intensitas cahaya yang berbeda.



VI. TABEL PENGAMATAN

Tabel 9. Pengamatan transpirasi dan absorpsi tanaman jagung dan kedelai pada intensitas cahaya penuh

Tanaman	RATA-RATA				
	Jumlah air yang diberikan	Besarnya Penguapan		Transpirasi	Absorpsi
		Berat awal	Berat akhir		
Jagung 1					
Jagung 2					
Jagung 3					
Kedelai 1					
Kedelai 2					
Kedelai 3					

Tabel 10. Pengamatan transpirasi dan absorpsi tanaman jagung dan kedelai pada intensitas cahaya ternaungi

Tanaman	RATA-RATA				
	Jumlah air yang diberikan	Besarnya Penguapan		Transpirasi	Absorpsi
		Berat awal	Berat akhir		
Jagung 1					
Jagung 2					
Jagung 3					
Kedelai 1					
Kedelai 2					
Kedelai 3					

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. 197 hal.
- Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 203 hal.
- Rasdanelwati dan Y. Sondang. 2004. Fisiologi tumbuhan, Edisi Pertama. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 82 hal.



Latihan No	: 14 dan 15
Pokok Bahasan	: Respirasi
Judul Praktik	: 1. Pengukuran kecepatan respirasi kecambah kedelai pada berbagai temperatur 2. Pengamatan pengukuran kecepatan respirasi kecambah kedelai pada berbagai temperatur
No. Kurikulum	: 3.1.1 dan 3.1.2
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 4 x 50 menit
Dosen	: Ir. Nelson Elita, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Menjelaskan tujuan pengukuran kecepatan respirasi pada benih kedelai.
2. Melakukan pengukuran kecepatan respirasi pada benih kedelai
3. Menjelaskan perbedaan kecepatan respirasi berbagai temperature pada benih kedelai.
4. Menghitung kecepatan respirasi benih kedelai pada berbagai temperature.

II. TEORI

Respirasi merupakan proses pembakaran yang terkendali di dalam sel hidup, dan menghasilkan energi yang berguna bagi sel hidup. Energi yang dilepaskan dalam respirasi sebagian dalam bentuk panas, ini tidak berguna bagi tumbuhan, sebagian lagi dapat digunakan oleh tumbuhan untuk kegiatan-kegiatan sel hidup. Energi yang berguna ini digunakan dalam asimilasi yaitu proses pengubahan makanan menjadi dinding sel dan protoplasma. Energi mungkin pula digunakan dalam proses kimiawi yang mengubah produk-produk fotosintesis menjadi protein dan lemak, memelihara struktur kerja protoplasma, akumulasi zat terlarut oleh sel, dan perpindahan bahan makanan dalam tumbuhan. Hampir semua aktifitas sel hidup membutuhkan energi dan energi didapat dari proses respirasi terutama respirasi aerob.

Respirasi adalah suatu proses pelepasan atau transfer energi dari ikatan kimia molekul-molekul organik di dalam sel hidup ke ikatan-ikatan kimia ATP yang memiliki energi tinggi. Dalam proses respirasi dibutuhkan oksigen (O_2), maka proses ini dinamakan respirasi aerob dan proses ini terjadi di dalam mitokondria.



Respirasi aerob ini merupakan aspek dari metabolisme sel yang mana meliputi proses-proses oksidasi bahan organik, bersama dengan itu terjadi reduksi molekul oksigen menjadi air dan pembebasan energi dalam bentuk senyawa posfat berenergi tinggi (ATP). Proses respirasi ini juga dapat dilihat dengan adanya pelepasan CO₂, pembentukan air dan penyusutan bahan kering dari jaringan yang melakukan respirasi.

Menurut Lakitan (1993) bahwa respirasi aerob menggabungkan molekul-molekul organik dari reduksi O₂ dengan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana dalam energi. Secara sederhana reaksinya adalah sebagai berikut :



Proses ini menghasilkan sejumlah energi dan kemudian tersedia bagi sel untuk melaksanakan aktifitasnya. Karena sel berfungsi secara isothermal, maka bentuk energi seluler yang berguna ini bukanlah dalam bentuk panas. Karena semua proses seluler pada dasarnya bersifat kimiawi, maka energi dari katabolisme bahan makanan disimpan dalam bentuk kimia, seperti halnya ikatan kimia dalam iaktan fosfor-oksigen dalam bentuk adenosine trifosfat (ATP).

Terdapat tiga tahap reaksi dalam respirasi yaitu :

1. Glikolisis yaitu perubahan glukosa menjadi asam piruvat.
2. Siklus Krebs yaitu proses perubahan asam asetat menjadi molekul hydrogen dan karbon dioksida.
3. Transpor electron/lingkaran sitokrom H₂ yang ditransfer melalui beberapa persenyawaan kimia yang disebut sitokrom, sebelum bereaksi dengan oksigen membentuk air, dengan demikian energi yang dikeluarkan bertahap dan seluruhnya menjadi ATP. Respirasi ini berlangsung pada siang hari (fase cahaya) dan juga dapat berlangsung pada malam hari (tanpa cahaya).

Respirasi merupakan reaksi kimia murni, oleh karena itu proses ini sangat dipengaruhi oleh suhu. Kenaikan suhu 10⁰C (Q₁₀) dapat meningkatkan laju kecepatan reaksi 2 – 3 kali. Dari hasil penelitian Fernandus *dalam* Suseno (1974) diketahui bahwa bila suhu diturunkan dari 25⁰C, maka laju respirasi menurun dan bila dinaikan hingga 30⁰C laju respirasi meningkat. Akan tetapi jika suhu dinaikan sampai 40⁰C, laju respirasi meningkat sebentar dan kemudian turun kembali. Hal ini disebabkan karena pada suhu 40⁰C, laju respirasi meningkat sebentar dan kemudian turun kembali. Hal ini disebabkan karena pada suhu 40⁰C enzim (protein) sudah mulai rusak atau mengalami denaturasi.



Laju respirasi jaringan tumbuhan dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, aanya luka, umur dan jenis jaringan, konsentrasi CO₂ dan O₂ banyaknya bahan makanan yang tersedia, dan factor-faktor lain.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan pekerjaan sesuai dengan Praktik yang akan dijalankan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Botol selai pakai tutup | 5. Erlenmeyer |
| 2. Gelas piala | 6. Timbangan analitik |
| 3. Gelas ukur | 7. Pipet hisap dan pipet tetes. |
| 4. Gunting | 8. Kulkas/lemari pendingin |
| 5. Oven | 9. Tabung titrasi |

4.1. Bahan

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. Benih kedelai | 5. NaOH |
| 2. HCl | 6. BaCl ₂ |
| 3. Indikator PP | 7. Kain kasa |
| 4. Benang/tali raffia. | |

V. PELAKSANAAN PRAKTIK

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Tuangkan 50 ml 0,2 N larutan NaOH ke dalam sebuah botol selai dan segera tutup rapat.
2. Timbang 10 gram benih kedelai yang telah direndam sebanyak 3 kelompok, bungkus benih tersebut dengan kain kasa dan ikat dengan seutas benang atau tali raffia.

3. Gantungkan bungkus kain kasa yang berisi biji kedelai tersebut di dalam botol selai dengan menyelipkan benang penggantung antara sumbat botol dengan mulut botol sehingga bungkus tersebut tergantung beberapa cm di atas larutan. Sebagai control biarkan satu botol berisi NaOH tanpa benih.
4. Tempatkan masing-masing botol pada suhu 5°C (dalam kulkas), 25°C (lokasi suhu kamar), dan 35°C (dalam oven). Beri label pada masing-masing botol. Simpan selama 48 jam.

5.2. Praktikum 2 jam kedua

1. Setelah 48 jam, benih dalam bungkus [ada praktikum 2 jam pertama dikeluarkan dari botol, dan secara cepat ditutup kembali.
2. Titrais larutan NaOH tersebut dengan cara : pipetkan 10 ml larutan dengan botol Erlenmeyer 125 ml, masing-masing tambahkan larutan BaCl₂ sebanyak 5 ml, beri beberapa tetes PP dan titrasi dengan larutan 0,25 N HCL sampai warna larutan hilang (bening), lakukan untuk semua perlakuan suhu (5°C, 25°C, dan 35°C). Titrasi juag larutan control. Dalam pelaksanaan titrasi terhadap larutan harus hatohati dan perlahan agar perubahan warna larutan jelas terlihat.
3. Lakukan pencacatan untuk setiap titrasi, catat beberapa larutan HCl yang digunakan untuk setiap titrasi.
4. Cara melakukan perhitungan: kurangkan hasil titrasi larutan dari botol yang berisi benih dengan hasil titrasi botol control dan kalikan dengan angka 5. Hasil perhitungan ini memberikan angka ekivalen dengan jumlah CO₂ yang dikeluarkan waktu respirasi. Buat grafik ml HCl yang ekivalen dengan CO₂ yang direspirasikan versus suhu yang digunakan.

VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

6.1. Tugas

1. Lakukan praktikum diatas pada jadwal yang sudah ditetapkan.
2. Lakukan pengamatan sesuai dengan petunjuk BKPM
3. Buat laporan selesai praktikum.

6.2. Pertanyaan

1. Tulis faktor apa saja yang mempengaruhi respirasi ?
2. Apakah kecepatan respirasi dari setiap tanaman sama ?
3. Jelaskan pengaruh suhu terhadap kecepatan respirasi ?



VII. TABEL PENGAMATAN

Tabel 11. Perlakuan suhu, hasil tetrasasi, dan hasil perhitungan ekivalen CO₂

Perlakuan suhu (°C)	Hasil Titrasasi (ml)	Hasil perhitungan ekivalen CO₂ yang dihasilkan)
5		
25		
35		
Kontrol		

Cara perhitungan jumlah (ekivalen) CO₂ yang dihasilkan pada proses respirasi adalah selisih antara titrasi botol berisi benih kedelai dengan titrasi botol control, dikali dengan 5.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1998. Environmental physiology of plants. Academic Press, Inc., London Ltd.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. 197 hal.
- Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 203 hal.



Latihan No	: 17, 18 dan 20
Pokok Bahasan	: Zat Pengatur Tumbuh
Judul Praktik	: 1. Pengujian daya kecambah padi dan jagung dengan larutan suspensi bakteri penghasil IAA 2. Pengamatan I daya kecambah padi dan jagung dengan larutan suspensi bakteri penghasil IAA 3. Pengamatan II daya kecambah padi dan jagung dengan larutan suspensi bakteri penghasil IAA
No. Kurikulum	: 6.1.1, 6.1.2 dan 6.1.3
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 6 x 50 menit
Dosen	: Ir. Yun Sondang, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu menjelaskan tujuan pengujian daya kecambah padi dan jagung dengan larutan suspensi bakteri penghasil IAA.
2. Mahasiswa mampu melakukan penghitungan daya kecambah padi dan jagung setelah diberi perlakuan larutan suspensi bakteri penghasil IAA.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan daya kecambah padi dan jagung yang diberi perlakuan larutan suspensi bakteri penghasil IAA dan yang tidak diberi larutan suspensi bakteri penghasil IAA.

II. TEORI

Pemanfaatan mikroba untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman telah banyak diteliti, baik dalam bentuk campuran mikroba dalam pupuk hayati maupun dalam bentuk bakteri murni. Mekanisme peran mikroba terhadap tanaman adalah: (1) Meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (*Biofertilizer*), (2) Memproduksi fitohormon (*Biostimulant*), (3) Menghambat produksi etilen, dan (4) Menekan perkembangan hama dan penyakit (*Bioprotectant*) (Bloemberg and Lugtenberg, 2001).

Mikroba dapat diperoleh dari mikrohabitat dalam tanaman (endofit) dan tanah di sekitar perakaran (rizosfer) (Sondang, Anty, and Ramond Siregar, 2019). Mikroba endofit dapat melindungi tanaman inang dari serangan patogen dengan senyawa metabolik sekunder (senyawa bioaktif) yang dikeluarkan (Prihatiningtias dan Wahyuningsih, 2006).



Malfanova (2013) menyatakan berbagai bakteri endofit mampu memproduksi *Plant Growth Promotion* (PGP). PGP yang dihasilkan oleh endofit sebagian besar digunakan untuk penyediaan nutrisi, peningkatan produksi, dan memproses fitohormon.

Mikroba Rizosfer merupakan mikroba pada selapis tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman dan mengalami interaksi yang intensif dengan akar tanaman maupun tanah yang dicirikan oleh banyaknya kegiatan mikrobiologis. Hiltner, 1994 *dalam* Rao (2010) menyatakan efek rizosfer menunjukkan pengaruh perakaran tanaman terhadap mikroba tanah, yang dipengaruhi oleh jenis dan kesuburan tanah, kelembaban, pH, suhu, dan tekanan mikroorganisme lainnya. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari mikroba rizosfer adalah 1) mikroba dapat melarutkan dan menyediakan mineral N, P, Fe, dan unsur lainnya, 2) mikroba dapat menghasilkan vitamin, asam amino, auksin dan giberelin yang dapat menstimulir pertumbuhan tanaman seperti *Pseudomonadaceae*, dan 3) mikroba yang patogenik dengan menghasilkan antibiotik (Rao, 2010).

Khususnya bakteri pemacu pertumbuhan tanaman atau Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman (RPTT) adalah bakteri yang mengkoloni perakaran tanaman dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dan bakteri ini hidup dan berkembang dengan memanfaatkan eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman (Soenandar, 2010). Pengaruh langsung RPTT didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan membantu penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah, serta mensintesis fitohormon. Pengaruh tidak langsung adalah menekan aktifitas patogen dengan cara menghasilkan senyawa metabolik yang berfungsi sebagai antibiotik (Glick, 1995). Beberapa mikroba dapat mengeluarkan eksudat dalam bentuk antibiotik (termasuk anti jamur) pelarut fosfat, asam hidrosianat, asam indole acetic acid (IAA), siderophores, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase yang meningkatkan ketersediaan dan kemudahan bioavailabilitas, penyerapan logam sekitar perakaran seperti Fe (Crowley et al, 1991).

Bakteri di alam ada dua jenis, bakteri simbiotik dan nonsimbiotik yang hidup bebas dan mengikat N. Bakteri nonsimbiotik tanah yang ditemukan dapat berfungsi sebagai PGPR adalah dari genera *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azotobacter*, dan *Azospirillum* (Benizri, Baudoin, and Guckert, 2001).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kemunduran viabilitas benih adalah aktivitas mikroorganisme dalam penyimpanan. Ilyas (2006) menambahkan bahwa benih merupakan sumber penyebaran patogen, sehingga keberadaan patogen pada benih akan mengakibatkan epidemi penyakit. Hanudin (2010) melaporkan pengendalian benih patogen dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme antagonis.

Tabel 12. Daya kecambah, tinggi bibit dan panjang akar primer bibit dengan perlakuan bakteri penghasil IAA pada benih jagung

Perlakuan	Daya kecambah (%)	Tinggi bibit (cm)	Panjang akar primer (cm)
Kontrol	98	10.65 c	11.86 b
<i>Pseudomonas azotoformans</i>	100	11.19 c	14.51 a
<i>Bacillus paramycoides</i>	100	10.87 b	13.96 a
<i>Bacillus licheniformis</i>	100	11.35 b	14.57 a
<i>Bacillus pacificus</i>	99	11.91 b	15.27 a
<i>Bacillus aerophilus</i>	100	12.03 ab	13.47 a
<i>P. azotoformans</i> + <i>B. paramycoides</i>	100	12.03 ab	13.88 a
<i>P. azotoformans</i> + <i>B. licheniformis</i>	100	12.03 ab	16.28 a
<i>P. azotoformans</i> + <i>B. pacificus</i>	100	12.67 a	14.93 a
<i>P. azotoformans</i> + <i>B. aerophilus</i>	100	11.64 b	16.37 a

Sumber: Sondang, Anty, and Siregar (2018b)

Tabel 12 memperlihatkan bahwa bakteri yang diinokulasi pada benih jagung akan mempengaruhi daya kecambah dan pertumbuhan bibit, hal ini disebabkan oleh adanya interaksi antara endosperm jagung dengan bakteri. Bakteri akan berkembang dengan baik dengan adanya sumber karbohidrat berupa pati yang terdapat pada benih. Inokulasi 1 atau 2 bakteri memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan tanpa inokulasi sama sekali. Bakteri dari genera *Pseudomonas* dan *Bacillus* dapat melarutkan fosfat dalam endosperm benih jagung dan menghasilkan zat perangsang tumbuh yang berperan dalam metabolisme perkecambahan benih jagung. Mekanismenya bakteri dengan bantuan nutrisi berupa karbohidrat (pati) melakukan perbanyakan diri, selanjutnya melarutkan fosfat yang terikat oleh senyawa dalam cadangan makanan (endosperm) benih jagung, sehingga menjadi tersedia bagi embrio. Embrio akan terangsang tumbuh membentuk daun dan akar.

Tabel 13. Bobot basah dan kering bibit dengan perlakuan bakteri penghasil IAA pada benih jagung

No.	Perlakuan	Bobot basah	Bobot kering
1	Kontrol	0.82 b	0.136 b
2	<i>Pseudomonas azotoformans</i>	0.93 a	0.153 a
3	<i>Bacillus paramycoides</i>	0.91 a	0.158 a
4	<i>Bacillus licheniformis</i>	0.93 a	0.145 a
5	<i>Bacillus pacificus</i>	0.89 ab	0.140 ab
6	<i>Bacillus aerophilus</i>	1.01 a	0.156 a
7	<i>P. azotoformans</i> + <i>B. paramycoides</i>	0.93 a	0.157 a
8	<i>P. azotoformans</i> + <i>B. licheniformis</i>	0.98 a	0.149 a
9	<i>P. azotoformans</i> + <i>B. pacificus</i>	0.95 a	0.154 a
10	<i>P. azotoformans</i> + <i>B. aerophilus</i>	0.96 a	0.154 a

Sumber: Sondang, Anty, and Siregar (2018b)



Hasil penelitian Gholami, Shahsavani, and Nezarat (2009) benih jagung yang diinokulasi bakteri dari genera *Pseudomonas* secara signifikan dapat meningkatkan perkecambahan benih dan kekuatan bibit jagung. Penelitian Alamaghrabi, Abdelmoneim, Albishri, and Moussa (2014) bakteri dari beragam genera telah diidentifikasi sebagai Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), 33,3% dari genera *Bacillus* mendominasi flora mikroba dan diikuti 25% dari genera *Pseudomonas*. Hasil identifikasi menunjukkan kedua genera bakteri tersebut mampu memproduksi IAA dan siderophores.

Bibit jagung dari seluruh perlakuan inokulasi bakteri menampilkan morfologi pertumbuhan yang sehat dan kuat. Bobot basah dan kering bibit jagung menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan tanpa pemberian bakteri (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa kelima bakteri endofit di atas merupakan bakteri yang menguntungkan yang hidup dalam jaringan tanaman jagung tanpa menimbulkan gejala kerusakan pada tanaman inangnya, sesuai dengan pendapat Kobayashi and Palumbo (2000), bahkan dapat berfungsi sebagai bakteri antagonis yang melindungi tanaman dari serangan mikroba patogen dari luar jaringan tanaman. Hal ini diperkuat oleh Fang, Wu, Chen, and Feng (2016) penemuan bakteri *Pseudomonas azotoformans* yang diisolasi dari tanaman sereal terutama padi, merupakan kelompok bakteri biokontrol karena kemampuannya dalam mengendalikan penyakit *Fusarium fujikurio*.

Mikroba antagonis merupakan suatu jasad renik yang dapat menekan, menghambat atau memusnahkan mikroba lainnya sehingga berpeluang digunakan sebagai agen hayati dalam pengendalian mikroba penyebab penyakit. Mikroba antagonis dapat berfungsi sebagai agens pengendali patogen melalui mekanisme kompetisi, antibiosis parasitisme atau ketahanan yang terinduksi. Menurut Choudhary and Johri (2009) genera *Bacillus* termasuk bakteri yang banyak dimanfaatkan sebagai agens pengendali hayati. *Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp merupakan bakteri antagonis yang mampu menghasilkan senyawa antibiosis berupa enzim kitinase yang mampu menekan penyakit bulai (Jatnika, Abadi, dan Aini, 2013). Peran jenis *Bacillus* sp salah satunya adalah menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, seperti dilaporkan oleh Zhou, Wang, and Li (2009).

Pseudomonas sp mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat meningkatkan bobot kering tanaman jagung sampai 9% dan *Bacillus* sp meningkatkan bobot kering tanaman sampai 7% (Glick. 2006). Mekanisme *Pseudomonas* sp dalam memacu pertumbuhan tanaman adalah sebagai penghasil fitohormon IAA (Alamaghrabi, Abdelmoneim, Albishri, and Moussa, 2014). Ditemukan sejenis *plant growth promotion* rizobacteria (PGPR) dari isolat jamur *Williopsis saturnus* dari endofit



akar jagung yang dapat menghasilkan IAA dan IPYA secara *in vitro*. Mikroba yang berada di rhizosfer bermacam tanaman mampu menghasilkan auksin sebagai metabolit sekunder sebagai respon terhadap eksudat akar. Hasil penelitian Podile, *et al.* (2014) menunjukkan bahwa aplikasi PGPR akan meningkatkan tinggi tajuk, panjang akar, dan berat kering tanaman.

Kemunduran mutu benih di penyimpanan tidak dapat dicegah, namun dapat diperlambat melalui *seed treatment*. *Seed treatment* berupa primming, coating, dan pelleting digunakan untuk meningkatkan perkecambahan dan melindungi benih dari patogen (Ilyas, 2006). Coating menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* pada benih padi yang disimpan selama 15 minggu mampu mempertahankan indeks vigor dan kecepatan tumbuh benih.

Dilaporkan oleh Rosenblueth and Martinez-Romero (2006) bahwa bakteri yang diisolasi dari jaringan tanaman dan diaplikasikan ke tanaman lainnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, menekan patogen, melarutkan fosfat, dan menyumbang nitrogen yang dapat diasimilasi ke dalam tanaman. Menurut Sondang, Anty, dan Siregar (2018a) *Pseudomonas azotoformas* dan genera *Bacillus* yang diidentifikasi memiliki *halo zone* yang mengindikasikan bakteri tersebut dapat melarutkan fosfat dan dapat memacu pertumbuhan tanaman. Hasil beberapa penelitian terdahulu menyatakan genera *Pseudomonas* dapat berperan sebagai biofertilizer, biostimulant, dan bioprotectant. Diperkuat oleh Bloemberg, and Lugtenberg (2001) bahwa mekanisme peran mikroba terhadap tanaman adalah memproduksi fitohormon (*Biostimulant*) dan Menghambat produksi etilen.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan pekerjaan sesuai dengan praktik yang akan dijalankan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan praktik dibimbing oleh dosen dan teknisi.



IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

1. Pinset
2. Gelas piala
3. Gelas ukur
4. Gunting
5. Erlenmeyer
6. Timbangan analitik
7. Seedbed.
8. Spidol permanen

4.1. Bahan

1. Benih padi
2. Benih jagung
3. Bakteri *Pseudomonas sp*
4. Bakteri *Bacillus sp*

V. PELAKSANAAN PRAKTIK

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Buat larutan suspensi bakteri dari genera *Bacillus sp*
2. Seleksi benih yang akan diperlakukan dengan larutan suspense bakteri.
3. Rendam benih yang dipilih masing-masing 2 x 100 benih dalam erlenmeyer sesuai dengan perlakuan yang sudah ditentukan selama 6 jam.
4. Uji daya kecambah 100 benih dengan menggunakan uji kertas digulung dalam plastik.
5. Siapkan media daya kecambah berupa pasir steril dalam seed bed.
6. Susun benih sebanyak 100 benih sesuai dengan perlakuan pada masing-masing seedbed.
7. Lakukan pemeliharaan dengan menjaga kelembaban setiap hari.

5.2. Praktikum 2 jam kedua

Lakukan perhitungan daya kecambah umur 7 setelah tanam dengan kriteria sudah mempunyai daun terbuka, tandai kecambah yang sudah diamati dengan spidol permanen.

5.3. Praktikum 2 jam ketiga

1. Lakukan perhitungan daya kecambah padi umur 14 setelah tanam dengan kriteria sudah mempunyai daun terbuka, hitung daya kecambah padi dan jagung yang belum ditandai dengan spidol.
2. Jumlahkan masing-masing benih padi dan jagung yang dihitung daya kecambah umur 7 hst dan 14 hst.



VI. TABEL PENGAMATAN

Tabel 14. Pengamatan pengujian daya kecambah dengan berbagai perlakuan dan hari pengamatan

Hari Pengamatan	Kontrol	<i>Pseudomonas sp</i>	<i>Bacillus sp</i>	Gabungan
Daya kecambah 7 hst				
Daya kecambah 14 hst				

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Alamaghrabi, O.A., Abdelmoneim, H.M. Albishri, T.A.A. Moussa. 2014. Enhancement of Maize Growth Using Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) under Laboratory Conditions. *Life Sci. J.*, 11(11): 764-772.
- Benizri, E., E. Baudoin, and A. Guckert. 2001. Root colonization by inoculated plant growth promoting rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology* 11: 557-574.
- Bloemberg, G.V. and B.J.J. Lugtenberg. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. *Plant Biology*, 4: 343-350.
- Choudhary, D.K. and B.N. Johri, 2009. Interactions of *Bacillus* spp. and plant with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiological Research*, 164(5): 493-513.
- Crowley, D.E., Y.C. Wang, C.P.P. Reid, P.J. Szansizlo. 1991. Mechanism of iron acquisition from siderophores by microorganisms and plants. *Plant soil* 130 (1-2): 179-198.
- Fang, Y., L. Wu, G. Chen, and G. Feng. 2016. Complete genome sequence of *Pseudomonas azotoformans* S4 a potential biocontrol bacterium. *Journal of Biotechnology*, 227: 25-26, 10 Juni 2016.
- Gholami, A., S. Shahsavani, and S. Nezarat. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science Engineering Tecnology International Journal of Agricultural and Byosystems Engineering*, 3 (1): 9-14.
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free living bacteria. *Can J Microbiol*, 41: 109-117.
- Hanudin, E. S. Sutrya, Miharja, dan I. Sanusie. 2010. Mikroba antagonis sebagai agen pengendali hayati pengendali penyakit tanaman. Balai Penelitian Tanaman Hias, Cianjur.
- Ilyas, S. 2006. Seed Treatment Using Matricconditioning to Improve Vegetable Seed Quality. *Bul Agron*, 34 (2): 124-132.
- Ilyas, S. 2012. Ilmu dan teknologi benih; Teori dan hasil-hasil penelitian. P.T IPB Press, Bogor.
- Jatnika, W., A.L. Abadi, dan L.Q. Aini. 2013. Pengaruh aplikasi *Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp terhadap perkembangan penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora maydis* pada tanaman jagung, *Jurnal HPT*, 1(4) , Desember 2013.
- Kobayashi, D.Y. and J.D. Palumbo. 2000. Bacterial endophytes and their effects on plants and uses in agriculture, Book Chapter *In Microbial Endophytes*, eds C.W. Bacon and J.F. White, Marcel Dekker, Inc., New York, N.Y., 199-233.



- Malfanova, N.V. 2013. Endophytic bacteria with plant growth promoting and biocontrol abilities. *Leiden University Respiratory*, 15-37.
- Podile, A.R., R.V.N.R. Vukanti, A. Sravani, S. Kalam, S. Dutta, P. Durgeshwar, and V.P. Rao. 2014. Root colonization and quorum sensing are the driving forces of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for growth promotion. *In Proc. Indian Natn Sci Acad*, 80 (2).
- Prihatiningtias, W. dan M.H.S. Wahyuningsih. 2006. Prospek mikroba endofit sebagai sumber senyawa bioaktif. Makalah. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rao, N.S.S. 2010. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. UI Press, Jakarta.
- Rosenblueth, M. and E. Martinez-Romero. Bacterial endopytes and their interactions with hosts. *Mol Plant Microbe Interac*, 19(8): 827-837, Aug 2006.
- Soenandar, M., A.M. Nur, dan A. Raharjo. 2010. Petunjuk praktis membuat pestisida organik. P.T. Agro Media Pustaka, Jakarta Selatan.
- Sondang, K. Anty, dan R. Siregar. 2018a. Formulasi pupuk organik hayati berbasis eceng gondok dan mikrohabitat sebagai sumber nutrisi dan upaya meningkatkan ketahanan tanaman jagung. Laporan Penelitian Penelitian Dadar Unggulan Perguruan Tinggi, Payakumbuh. 2018.
- Sondang, Y., K. Anty, dan R. Siregar. 2018b. Application of corn endofit bacteria (*Pseudomonas* sp and *Bacillus* sp) to the physiological quality of corn seed. Proseding Seminar Nasional: Peranan Teknologi Perbenihan Berbasis Sumberdaya Lokal dalam Mendukung Ketahanan Pangan, 26 September 2018, ISBN: 978-602-51262-2-2, 101–108.
- Sondang, Y., K. Anty, and R. Siregar. 2019. Identification of endophytic and rhizosphere bacteria in maize (*Zea mays* L.) in Limapuluh Kota Region, West Sumatra, Indonesia. 6th International Conference on Sustainable Agriculture, Food and Energy. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 347 (2019) 012002.
- Watanabe, I., T. Yonenama, B. Padre, and J.K. Ladha. 1987. Different in natural abundance of N varieties in several rice (*Oryza sativa* L.) varieties: Application for evaluating N-fixtations. *Soil Sci*.
- Zhou, X., Y. Wang, and W. Li. 2009. Effect of probiotik on larvae Shimp (*Penacus vannamei*) based on water quality, survival rate and digestive enzyme activities. *J. Aquaculture*, 287: 349-353.



Latihan No	: 19 dan 21
Pokok Bahasan	: Air dan Tanaman
Judul Praktik	: 1. Peranan stomata terhadap kecepatan transpirasi 2. Pengamatan peranan stomata terhadap kecepatan transpirasi
No. Kurikulum	: 4.1.8 dan 4.1.9
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 4 x 50 menit
Dosen	: Ir. Nelson Elita, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu menjelaskan tujuan pengujian peranan stomata terhadap kecepatan transpirasi.
2. Mahasiswa mampu melakukan perhitungan kecepatan transpirasi berdasarkan besar kecilnya stomata.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan kecepatan transpirasi berdasarkan besar kecilnya stomata.

II. TEORI

Transpirasi pada dasarnya merupakan proses penguapan air pada tumbuhan melalui lobang-lubang stomata yang tersebar pada permukaan daun. Besar kecilnya lubang sangat berpengaruh terhadap keluarnya uap air tersebut.

Proses Transpirasi berlangsung selama tumbuhan hidup.

1. Dalam proses transpirasi, air menguap dari dinding sel-sel parenkim Palisade dan Spongy parenkim ke ruang interseluler (sel mesofil).
2. Rongga udara yang relatif luas yang berada dibawah posisi stomata di dalam daun disebut sebagai rongga Substomatal.

Faktor-faktor yang mempengaruhi Transpirasi adalah :

1. Faktor internal yang mempengaruhi mekanisme buka tutupnya stomata
2. Kelembaban udara sekitar tanaman
3. Suhu udara
4. Suhu dan tanaman



Fungsi Transpirasi bagi Tumbuhan :

1. Mempercepat laju pengangkutan unsur hara melalui pembuluh xilem
2. Menjaga turgiditas sel tumbuhan agar tetap pada kondisi optimal
3. Sebagai salah satu cara untuk menjaga stabilitas suhu daun

Macam-Macam Transpirasi

Ada tiga tipe transpirasi yaitu :

a. Transpirasi Kutikula

Adalah evaporasi (penguapan) air yang terjadi secara langsung melalui kutikula epidermis. Kutikula daun secara relatif tidak tembus air, dan pada sebagian besar jenis tumbuhan transpirasi kutikula hanya sebesar 10 persen atau kurang dari jumlah air yang hilang melalui daun-daun. Oleh karena itu, sebagian besar air yang hilang terjadi melalui stomata.

b. Transpirasi Stomata

Adalah Sel-sel mesofil daun tidak tersusun rapat, tetapi diantara sel-sel tersebut terdapat ruang-ruang udara yang dikelilingi oleh dinding-dinding sel mesofil yang jenuh air. Air menguap dari dinding-dinding basah ini ke ruang-ruang antar sel, dan uap air kemudian berdifusi melalui stomata dari ruang-ruang antar sel ke atmosfer di luar. Sehingga dalam kondisi normal evaporasi membuat ruang-ruang itu selalu jenuh uap air. Asalkan stomata terbuka, difusi uap air ke atmosfer pasti terjadi kecuali bila atmosfer itu sendiri sama-sama lembab.

c. Transpirasi Lentikuler

Lentisel adalah daerah pada kulit kayu yang berisi sel-sel yang tersusun lepas yang dikenal sebagai alat komplementer, uap air yang hilang melalui jaringan ini sebesar 0.1 % dari total transpirasi. Stomata adalah Celah yang ada di antara dua sel penjaga (guard cell) , sedangkan aparatus stomata adalah kedua sel penyangga tersebut berdampingan dengan sel-sel epidermis yang juga telah termodifikasi , yang disebut sel pendukung (*Subsidiary cell*). Stomata pada umumnya terdapat pada permukaan bawah daun. Tetapi ada beberapa species tumbuhan terletak pada kedua permukaan (atas dan bawah), dan ada yang dipermukaan atas. Untuk tumbuhan air tidak memiliki stomata sama sekali.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.



2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan pekerjaan sesuai dengan Praktik yang akan dijalankan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

1. Pinset
2. Botol bermulut besar
3. Jarum dengan berbagai ukuran
4. Erlenmeyer
5. Timbangan analitik
6. Kaliper untuk pengukur besar jarum

4.1. Bahan

1. Aluminium foil
2. Aquades
3. Vaseline atau silicon grease

V. PELAKSANAAN PRAKTIK

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Lobangi kertas aluminium dengan jarum yang disediakan, yang diameternya telah diukur terlebih dahulu dengan kaliper.
2. Siapkan botol-botol di atas dan isi dengan air sampai setengahnya.
3. Tutup botol tersebut dengan kertas aluminium yang telah dilubangi dan letakkan lubang pada kertas aluminium tepat ditengah mulut botol.
4. Cegah adanya lubang lain selain lubang yang dibuat dengan jarum.
5. Cegah pula penguapan melalui tempat lain, kecuali melalui lubang yang telah disediakan.
6. Timbang botol yang telah ditutup tadi, dan catat beratnya.

5.2. Praktikum 2 jam kedua

1. Lakukan pengamatan terhadap botol tersebut selama 1 minggu, dan setelah itu timbang kembali berat botol tersebut.



2. Lakukan analisis apa hubungan antara kehilangan air berat air dengan besarnya lubang.

VI. TABEL PENGAMATAN

Tabel 15. Pengamatan pengujian peranan stomata terhadap kecepatan transpirasi

Ukuran lobang jarum penutup botol	Berat Hari pertama	Berat Hari ke tujuh
Botol 1		
Botol 2		
Botol 2		

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1986. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Salisbury F.G and C.W. Ross.1985. Plant Physiol. Wadsworth Publ.Company, California.
- Harahap F., 2012. Fisiologi Tumbuhan. Unimed Press, Medan.



Latihan No	: 22 dan 23
Pokok Bahasan	: Air dan Tanaman
Judul Praktik	: 1. Pengujian ZPT auksin terhadap absisi daun <i>Coleus sp</i> 2. Pengamatan pengujian ZPT auksin terhadap absisi daun <i>Coleus sp</i>
No. Kurikulum	: 6.1.4 dan 6.1.5
Kegiatan	: Laboratorium
Tempat	: Ruang Laboratorium
Alokasi Waktu	: 4 x 50 menit
Dosen	: Ir. Anidarfi, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu melakukan pemberian auksin pada suatu tanaman.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan peranan auksin dalam proses absisi atau gugurnya daun.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan peranan auksin pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

II. TEORI

Subtansi kimia yang konsentrasi sangat rendah, yang mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman disebut hormon pertumbuhan (fitohormon). Istilah pengatur pertumbuhan tanaman meliputi kategori yang luas yaitu substansi (bahan) organik (selain vitamin dan unsur mikro) yang dalam jumlah sedikit merangsang, menghambat, atau sebaliknya mengubah proses fisiologis.

Hormon tumbuhan adalah senyawa organik yang sdiintesis dari salah satu bagian tumbuhan dan dipindahkan ke bagian lain, yang pada konsentrasi rendah mampu menimbulkan suatu respon fisiologis

Auksin merupakan salah satu jenis hormon tumbuh yang selain dihasilkan oleh tumbuhan (auksin alami), ternyata auksin dapat juga dalam bentuk auksin sinetik seperti asam fenol asetat, asam naftalen asetat, asam pikolinat, asam benzoat, dan dinitrofenol. Indol asetic acid dikenal sebagai auksin utama tanaman dan biasanya tidak dijumpai dalam bentuk bebas, bergabung dengan asam askorbat, gula, asam amino, dan senyawa –senyawa organik lainnya.



Dwidjoseputro (1986) mengemukakan auksin efektif dalam mendorong pertumbuhan jaringan tumbuhan, termasuk pertumbuhan memanjang dan bagian meristem tumbuhan. Ditambahkan oleh Suseno (1974) pengaruh fisiologis dari auksin adalah berperan dalam absisi, pemanjangan sel, aktivitas kambium, dan tumbuhnya akar. Absisi daun akan terjadi jika sel-sel pada daerah absisi mengalami perubahan kimia dan fisika. Proses absisi dikontrol oleh konsentrasi IAA dalam sel-sel sekitar atau pada daerah absisi. Absisi adalah suatu proses yang secara alami terjadinya pemisahan bagian atau organ tanaman seperti daun, bunga, buah, dan batang. Auksin ini akan menghambat absisi baik pada daun ataupun buah.

Pada dasar tangkai daun maupun dasar tangkai buah terdapat suatu lapisan sel-sel yang pada suatu lapisan sel-sel yang pada suatu waktu dinding-dindingnya menjadi lunak dan berair sehingga daun dan buah terlepas dari induk batang. Faktor alam seperti dingin, panas, dan kekeringan akan berpengaruh terhadap absisi. Dalam hubungannya dengan hormon tumbuh, maka mungkin hormon ini akan mendukung atau menghambat proses tersebut. Kejadian ini dapat dicegah kalau tanaman itu disemprot dengan larutan IAA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gugurnya daun dipengaruhi oleh suatu hormon yang disebut asam absinat atau asam absisi. Asam absinat terdapat pada banyak tumbuhan semak maupun tumbuhan berkayu. Fungsinya adalah menghambat pertumbuhan, jadi berlawanan dengan fungsi auksin maupun giberelin.

Mengenai hubungan antara absisi dengan zat tumbuhan auksin, absisi akan terjadi apabila jumlah auksin yang ada di daerah proximal sama atau lebih dari jumlah auksin yang terdapat di daerah distal. Tetapi apabila jumlah auksin yang berada di daerah distal lebih besar dari daerah proximal maka absisi tidak akan terjadi, dengan kata lain proses absisi ini akan terhambat.

Pengaruh auksin terhadap absisi ditentukan oleh konsentrasi auksin itu sendiri. Konsentrasi auksin yang tinggi akan menghambat terjadinya absisi, sedangkan auksin yang berkonsentrasi rendah akan mempercepat terjadinya absisi.

Respon absisi pada daun terhadap auksin dapat dibagi kedalam dua fase jika perlakuan auksin diberikan setelah daun terlepas. Fase pertama, auksin akan menghambat absisi dan fase kedua yaitu auksin dengan konsentrasi yang sama keadaan yang sama akan mendukung terjadinya absisi.



III. ORGANISASI

1. Mahasiswa bekerja berkelompok terdiri dari 3 – 4 orang.
2. Setiap kelompok melakukan praktikum yang sesama yang nantinya akan dianggap sebagai ulangan
3. Setiap mahasiswa harus aktif bekerja dalam melakukan masing-masing.
4. Setiap pekerjaan dibimbing oleh dosen pengasuh dan teknisi laboratorium.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. Pisau (cutter) | 4. Pinset |
| 2. Timbangan analitik | 5. Cawan petridish |
| 3. Pengaduk | 6. Gelas piala 50 ml |
| 4. Alat – alat tulis | |

4.2. Bahan

1. *Coleus sp* panjang 50 cm dari pucuk
2. Agar – agar
3. Lanolin
4. Auksin IAA atau IBA

V. PELAKSANAAN PRAKTIK

1. Menyiapkan pasta Lanolin yang mengandung IAA atau IBA, masing – masing 1 mg, 5 mg, dan 10 mg dalam 1 liter lanolin.
2. Menyiapkan larutan agar 3 % atau masukkan sebanyak 15 gram agar dalam 0,5 liter air dan diusahakan secara aseptik.
3. Menuang agar–agar tersebut ke dalam gelas atau cawan petridish dengan tinggi kira – kira 0,5 cm, kemudian dinginkan.
4. Ambil sebatang *coleus sp* dan pilih sepasang daun yang berlawanan dari buku ke 4 sampai 8 dari ujung tanaman yang daunnya sudah membuka sempurna.
5. Potong cabang terpilih dengan jarak 0,25 cm di atas buku dan 2 cm dibawah buku. Potong juga tangkai daun atau petiola sehingga yang tinggal kira – kira 1 cm panjangnya.
6. Oleskan pasta lanolin dari pasta lanolin + IAA sesuai perlakuan pada ujung petiola.



7. Menempatkan masing–masing potongan tersebut di dalam cawan petridish dengan buku tergantung di rongga antara agar–agar. Tempatkan cawan petridish di tempat gelap.
8. Amati setiap hari dengan menekan petiola untuk mengetahui apakah absisi sudah terjadi, cacat saat absisi terjadi.
9. Hhitung persentase petiola yang gugur/lepas setiap hari setelah perlakuan untuk masing–masing perlakuan yang diberikan.

VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

6.1. Tugas

1. Lakukan pekerjaan di atas secara terjadwal
2. Lakukan pengamatan secara teliti dan hati – hati setiap hari agar data yang di dapat lebih akurat sehingga memudahkan dalam penganalisaan.
3. Tanyakan pada dosen pengasuh atau teknisi jika mengalami kesulitan dan kendala dalam pelaksanaan dan pengamatan.

6.2. Pertanyaan

1. Sebutkan beberapa jenis auksin sintetik yang berperan sama dengan auksin yang terdapat pada tanaman.
2. Jelaskan peranan auksin dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
3. Selain IAA dan IBA sebutkan merek dagang lain yang berfungsi sama dengan ZPT auksin.
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan absisi, dan jelaskan penyebab terjadinya absisi.



VII. TABEL PENGAMATAN

Tabel 16. Petiola yang gugur dengan berbagai konsentrasi auksin

Hari ke	Konsentrasi auksin (ppm)							
	0		1		5		10	
	Petiola yang gugur							
	Jlh	%	Jlh	%	Jlh	%	Jlh	%
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								



VII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Kimball, John W. 1994. Biologi, Edisi Kelima, Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Rasdanelwati dan Y. Sondang. 2004. Fisiologi tumbuhan, Edisi Pertama. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 82 hal.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3. Penerbit ITB Bandung. 343 hal.
- Sasmitamihardja, Darjat dan Arbayah A. Siregar. 1990. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi bandung.
- Suseno, hari. 1974. Fisiologi tumbuhan, metabolisme dasar dan Beberapa Aspeknya. Institut Pertanian Bogor.



Latihan No	: 1 dan 6
Pokok Bahasan	: Pertumbuhan dan Perkembangan
Judul Praktik	: 1. Penanaman kedelai dan jagung untuk menguji pengaruh intensitas cahaya pada tanaman jagung dan kedelai 2. Pengamatan panen dan pascapanen praktik pengaruh intensitas cahaya pada tanaman kedelai dan jagung
No. Kurikulum	: 5.2.1 dan 5.2.2
Kegiatan	: Kerja Lapang
Tempat	: Kebun Percobaan Politani
Alokasi Waktu	: 4 x 50 menit
Dosen	: Ir. Yun Sondang, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu menjelaskan pengertian pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta faktor-faktor yang mempengaruhinya
2. Mahasiswa mampu mengukur perbedaan intensitas cahaya pada tanaman jagung dan kedelai.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan pengaruh intensitas cahaya pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung dan kedelai.

II. TEORI

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus menerus sepanjang hidup tanaman, bergantung pada tersedianya hara, hasil asimilasi, hormon, dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung.

Pertumbuhan tanaman (*growth*) ditunjukkan oleh penambahan ukuran dan berat kering yang tidak dapat balik. Pertambahan ukuran sel mempunyai batas yang diakibatkan hubungan antara volume dan luas permukaan yang dicerminkan oleh penambahan protoplasma. Pertambahan protoplasma berlangsung melalui suatu rentetan peristiwa antara lain pembentukan karbohidrat (fotosintesis), pengisapan dan gerakan air dan udara (absorpsi dan transpirasi), penyusunan dan perombakan protein kompleks dan lemak dari karbon dan persenyawaan anorganik (proses metabolisme).



Pertumbuhan tanaman terjadi pada sel-sel dan atau jaringan meristem yang masih aktif, seperti ujung suatu organ (Meristem apical). Meristem apical biasanya tetap bersifat embrionik dan mampu tumbuh dalam waktu yang tidak terbatas, sehingga disebut juga Indeterminate meristem. Misalnya, pada ujung batang dan ujung akar. Meristem lateral adalah meristem yang berkaitan dengan pertumbuhan membesar. Misalnya, pada jaringan kambium, jaringan kambium gabus (*fello-gen*). Meristem intercalar yaitu meristem yang terletak antara daerah-daerah jaringan yang telah terdiferensiasi. Meristem seperti ini kebanyakan terdapat pada familia Gramineae. Pada organ-organ tumbuhan lain, misalnya bunga, akar, buah, pola pertumbuhannya agak berbeda dengan batang dan hanya bersifat embrionik dalam jangka waktu tertentu, sehingga disebut Determinate meristem.

Perkembangan tanaman (*development*) merupakan proses pertumbuhan dan diferensiasi sel menjadi jaringan, organ, dan individu tanaman, serta morfogenesis yang mengarah pada akumulasi bahan kering.

Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman yang paling sering dipakai pada tanaman setahun adalah biomassa tanaman yang menunjukkan pertambahan mengikuti bentuk S dengan waktu, dikenal dengan kurva pertumbuhan **sigmoid**. Biomassa tanaman pada awal pertumbuhan meningkat perlahan, kemudian cepat dan akhirnya perlahan sampai konstan sesuai dengan pertambahan umur tanaman. Kurva sigmoid menunjukkan ukuran kumulatif sebagai fungsi dari waktu. Ada tiga fase utama dari kurva ini, yaitu :

1. Fase logaritmik

Pada fase ini ukuran (V) bertambah secara eksponensial sejalan dengan waktu (t). Hal ini berarti laju pertumbuhan (dv/dt) lambat pada awalnya, tapi kemudian meningkat terus. Laju pertumbuhan berbanding lurus dengan ukuran organisme, semakin besar organisme semakin cepat ia tumbuh. Fase pertumbuhan logaritmik ditunjukkan juga oleh sel tunggal, misalnya se raksasa ganggang *Nittela*, dan oleh populasi organisme bersel tunggal, misalnya bakteri atau jamur yang setiap produk pembelahannya mampu tumbuh dan membelah lagi, sehingga jumlah totalnya tumbuh secara eksponensial.

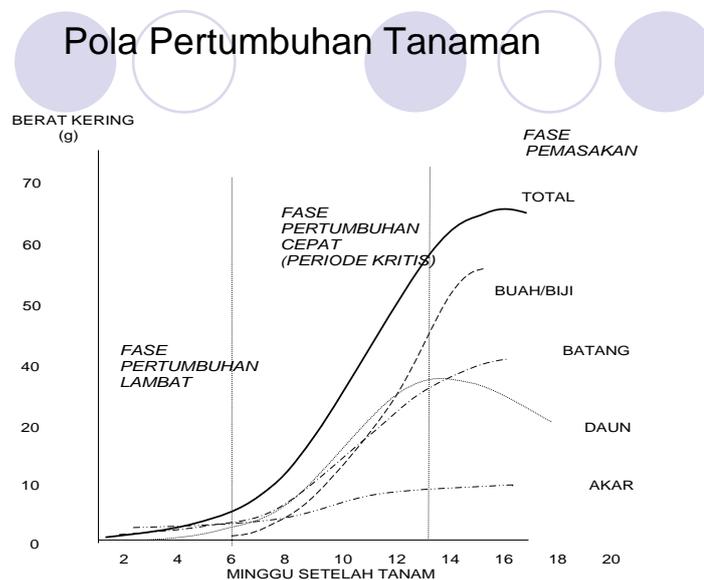
2. Fase linier

Pada fase ini pertambahan ukuran berlangsung secara konstan. Laju pertumbuhan yang konstan ditunjukkan oleh kemiringan konstan pada bagian atas kurva tinggi tanaman dan oleh bagian mendatar kurva laju tumbuh di bagian bawah. Tidak begitu jelas mengapa laju pertumbuhan pada fase ini harus konstan, dan bukan sebanding

dengan peningkatan ukuran organisme. Namun pada batang tak bercabang, fase linier tersebut disebabkan hanya oleh aktivitas yang konstan dari meristem apikalnya.

3. Fase penuaan

Fase ini dicirikan oleh laju pertumbuhan yang menurun saat tumbuhan sudah mencapai kematangan dan mulai menua. Contoh kurva pertumbuhan sigmoid antara lain pada tanaman apel, pir, tomat, pisang, arbei, kurma, mentimun, jeruk, alpukat, melon, dan nenas. Bentuk kurva sigmoid yang hampir sempurna yaitu kurva pertumbuhan tanaman jagung yang berbentuk **lonceng**. Sedangkan pada beberapa tanaman tahunan bentuk kurva sigmoid dapat berubah bentuk sesuai dengan perubahan musim.



Gambar 3. Pola pertumbuhan tanaman

Sumber: Anonim (2000)

Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman ialah faktor tanah, suhu, dan cahaya. Cahaya matahari sebagai sumber energi primer di muka bumi, sangat menentukan kehidupan dan produksi tanaman. Energi cahaya yang diperlukan berasal dari matahari dan tenaga kimianya berasal dari pernafasan (respirasi). Pengaruh cahaya tergantung mutu berdasarkan panjang gelombang (antara panjang gelombang 0,4–0,7 milimikron).

Sebagai sumber energi pengaruh cahaya ditentukan oleh intensitas cahaya maupun lama penyinaran (panjang hari). Reaksi cahaya dari tanaman (fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisitas) didasarkan atas reaksi fotokimia yang dilaksanakan oleh sistem pigmen spesifik.



Cahaya mempengaruhi fotosintesis. Secara umum merupakan faktor penghambat. Etiolasi adalah pertumbuhan yang sangat cepat di tempat yang gelap. Fotoperiodisme adalah respon tumbuhan terhadap intensitas cahaya dan panjang penyinaran. Sinar matahari sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk dapat melakukan fotosintesis (khususnya tumbuhan hijau). Jika suatu tanaman kekurangan cahaya matahari, maka tanaman itu bisa tampak pucat dan warna tanaman itu kekuning-kuningan (etiolasi). Pada kecambah, justru sinar matahari dapat menghambat proses pertumbuhan.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam sub grup seperti praktikum sebelumnya.
2. Praktikum dilakukan sebanyak 2 kali, pada praktikum pertama adalah praktikum lapang untuk penanaman, praktikum ke dua saat panen hasil.
3. Setiap subgrup mengukur dan mengamati tinggi tanaman, jumlah daun, panjang dan lebar daun sekali 2 minggu pada praktikum laboratorium.
4. Setiap grup melakukan penimbangan berat basah dan berat kering tanaman.
5. Mahasiswa melakukan pekerjaan tersebut pada tanaman berumur 2, 4, 6, 8, 10, 12 minggu dan saat panen.
6. Mahasiswa membuat grafik pertumbuhan absolut dan pertumbuhan relatif dari data-data yang diperoleh.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Alat

1. Cangkul
2. Timbangan
3. Gembor
4. Tugal

4.2. Bahan

1. Tanah humus
2. Pupuk kandang
3. Polybag isi 6 kg
4. Pupuk Urea, TSP, dan KCl
5. Benih jagung
6. Benih kedelai
7. Kantong plastik kecil



V. PELAKSANAAN

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Isi polibag ukuran 5 kg dengan tanah dan pupuk kandang (sapi/ayam/kambing) dengan perbandingan 1 : 1 sampai ketinggian 5 cm dari permukaan atas polibag, masing-masing mahasiswa mengisi 4 polibag.
2. Berikan pupuk untuk tanaman jagung dengan Urea 200 kg, TSP 150 kg, dan KCl 100 kg serta untuk tanaman kedelai dengan Urea 50 kg, TSP 100 kg, dan KCl 75 kg per hektarnya, lalu konversikan ke berat tanah satu polibag.
3. Tanam benih jagung 2 biji per polibag sebanyak 2 polibag dan tanam benih kedelai 3 biji per polibag sebanyak 2 polibag.
4. Tempatkan masing-masing perlakuan :
 - a. 1 polibag tanaman jagung ditempatkan pada cahaya normal.
 - b. 1 polibag tanaman jagung ditempatkan pada cahaya rendah.
 - c. 1 polibag tanaman kedelai ditempatkan pada cahaya normal.
 - d. 1 polibag tanaman kedelai ditempatkan pada cahaya rendah.
5. Lakukan penyiraman pada polybag sampai media dalam keadaan lembab.

5.2. Praktikum 2 jam kedua

1. Lakukan panen pada tanaman jagung dan kedelai dari pengaruh intensitas cahaya.
2. Hitung komponen hasil tanaman jagung, panjang tongkol, jumlah baris biji per tongkol, jumlah biji per baris tongkol, berat 100 biji.
3. Hitung komponen hasil tanaman kedelai, jumlah polong pertanaman, rata-rata jumlah biji per polong, berat 100 biji.



VI. TABEL PENGAMATAN

Tabel 17. Hasil Tanaman jagung

PERLAKUAN	Tongkol basah per tanaman					
	Jumlah tongkol	Panjang tongkol	Lebar tongkol	Jumlah baris	Jumlah biji	Hasil/ tanaman
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Tongkol kering per tanaman					
	Bobot basah 100 biji (g)		Bobot kering 100 biji (g)		Hasil pipilan kering/ tanaman	
Cahaya normal						
Cahaya rendah						

Tabel 18. Hasil Tanaman kedelai

PERLAKUAN	Polong basah per tanaman					
	Jumlah polong	Jumlah polong bernas	Jumlah polong kisut	Jumlah biji/plg	Bobot biji/ polong	Hasil/ tanaman
Cahaya normal						
Cahaya rendah						
	Polong kering per tanaman					
	Bobot basah 100 biji (g)		Bobot kering 100 biji (g)		Hasil pipilan kering/ tanaman	
Cahaya normal						
Cahaya rendah						

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press. Jakarta. 428 hal.
- Kimball, J.W. 1994. Biologi, Edisi Kelima, Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Rasdanelwati dan Y. Sondang. 2004. Fisiologi tumbuhan, Edisi Pertama. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 82 hal.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3. Penerbit ITB Bandung. 343 hal.
- Sasmitamihardja, Darjat dan Arbayah A. Siregar. 1990. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi bandung.
- Suseno, hari. 1974. Fisiologi tumbuhan, metabolisme dasar dan Beberapa Aspeknya. Institut Pertanian Bogor.



Latihan No	: 2, 3, 4, 5 dan 7
Pokok Bahasan	: Pertumbuhan dan Perkembangan
Judul Praktik	: 1. Penanaman kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan 2. Pemberian ZPT retardan II pada pertumbuhan kacang tanah dan kedelai 3. Pengamatan vegetatif pertumbuhan kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan 4. Pengamatan generatif kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan 5. Panen dan pascapanen kacang tanah dan kedelai dengan ZPT retardan
No. Kurikulum	: 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4 dan 6.2.5
Kegiatan	: Kerja Lapang
Tempat	: Kebun Percobaan Politani
Alokasi Waktu	: 10 x 50 menit
Dosen	: Ir. Anidarfi, MP

I. CAPAIAN PEMBELAJARAN KHUSUS MATA KULIAH

1. Mahasiswa mampu menyiapkan tanaman untuk pengujian peranan zpt retardan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman
2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan zpt retardan terhadap bunga krisan dan kedelai dengan berbagai konsentrasi.
3. Mahasiswa mampu mengamati pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang diberi perlakuan berbagai konsentrasi zpt retardan
4. Mahasiswa mampu menjelaskan peranan zpt retardan terhadap pertumbuhan dan hasil bunga krisan dan kedelai

II. TEORI

Hormon tanaman adalah senyawa organik yang disintesis di salah satu bagian tumbuhan dan ditranslokasikan ke bagian lain yang pada konsentrasi yang sangat rendah mampu menimbulkan suatu respon fisiologis (Salisbury dan Ross, 1995), sedangkan zat pengatur tumbuh tanaman (plant growth regulator) adalah senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah (< 1 mM) mendorong,



menghambat, atau secara kualitatif mengubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Wattimena *et al*, 1992).

Pada saat ini dikenal enam kelompok ZPT yaitu akusin, giberellin, sitokini, asam absisi (ABA), etilen dan retardan yang masing-masing mempunyai peran yang berbeda-beda (Salisbury dan Ross, 1995). Cathey (1975) *dalam* Wattimena *et al* (1992) mendefinisikan retardan sebagai suatu tipe senyawa organik baru yang dapat menghambat perpanjangan batang, meningkatkan warna hijau dari daun dan secara tidak langsung mempengaruhi pembungaan tanpa menyebabkan pertumbuhan yang abnormal. Kemudian Dicks (1979) *dalam* Wattimena (1988) mendefinisikan retardan sebagai senyawa organik sintetik yang bila diberikan pada tanaman yang responsif, menghambat perpanjangan sel meristem sub apikal, mengurangi laju perpanjangan batang tanpa mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan daun atau tanpa mendorong pertumbuhan yang abnormal.

Menurut Wattimena (1988), Pengujian ZPT retardan dapat meningkatkan pembuahan serta mempertinggi daya tahan terhadap cekaman air dan mengurangi kerusakan yang disebabkan polutan seperti O₃ dan SO₂. Selain itu retardan dapat juga menekan perpanjangan batang, mempertebal batang, mendorong pembungaan, mendorong pembentukan pigmen, mencegah kerebahan, mencegah etiolasi, menghambat laju senescens, dan memperpanjang umur panen.

Retardan dapat meningkatkan ketebalan daun, mengurangi luas daun, mengurangi jumlah stomata per luas daun sehingga dapat mengurangi pengeluaran air melalui daun. Sebaliknya retardan dapat menunda proses penuaan daun dengan meningkatkan sintesis protein, asam nukleat, dan jumlah klorofil daun. Selain itu retardan dapat meningkatkan berat kering akar, menurunkan nisbah tajuk akar sehingga dapat meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan. Faktor-faktor yang mempengaruhi aktifitas retardan dalam jaringan tanaman meliputi tingkat konsentasi, formulasi, waktu dan tempat aplikasi.

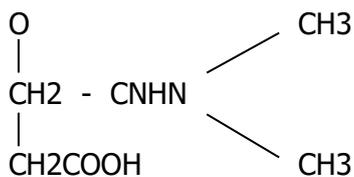
Secara alamiah retradan tidak terdapat dalam tanaman. Fungsi retardan dalam tumbuhan digantikan oleh kerjasama antara asam-asam fenolik dengan ABA, akan berdampak menghambat perpanjangan batang, akar, perkecambahan biji dan pertunasan. Retardan hanya dibuat secara sintesis, yang umum digunakan antara lain Alar (ADH), paclobutrazol (Cultar) dan Cycocel (CCC). Retardan ditranslokasikan melalui xilem dan floem. Peran Fisiologis retardan antara lain :

1. Menekan perpanjangan batang

2. Mempertebal batang
3. Mendorong pembungaan
4. Mendorong pembentukan pigmen (klorofil, antosianin)
5. Mencegah etiolasi
6. Mempertinggi dan memperbanyak perakaran pada stek
7. Menghambat senescens
8. Memperpanjang umur panen
9. Meningkatkan pembuahan
10. Meningkatkan ketahanan terhadap stres
11. Mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh polusi udara
12. Mempertinggi ketahanan tanaman terhadap penyakit.

Alar (Succlenamic acids) merupakan salah satu jenis ZPT golongan retardan.
Rumus empiris $C_6 H_{12} N_2 O_3$.

Rumus bangun dari alar :



Akar berfungsi untuk menstimulasi kondisi fisiologis tertentu pada tanaman untuk meningkatkan kualitas dan keragaan tanaman yang diharapkan.

Pemberian alar pada tanaman melalui daun, daun yang lebih muda menyerap lebih cepat dari daun yang tua. ZPT akan diserap tanaman dalam durasi 1 jam setelah aplikasi, dan dalam 12 jam ZPT telah terserap secara keseluruhan. Alar yang diserap tanaman selanjutnya ditransloksikan melalui xilem menuju titik tumbuh. Senyawa aktif yang mencapai meristem sub apikal akan menghambat biosintesis giberelin. Trlambatnya biosintesis giberelin menyebabkan laju perpanjangan sel menjadi berkurang. Pengaruh langsung pada morfologi beberapa spesies tanaman adalah pengurangan perumbuhan vegetatfi dan mendorong pembungaan.

Peran fisiologi Alar adalah mencegah terjadinya akumulasi ACC (1-aminocyclopropane-1 carboxylic acid) yang merupakan prekursor dalam biosintesis etilen dan menghambat aktivitas enzim ent kaurane oksidasi yang merubah ent kaurene menjadi entkauronoic acid dalam biosintesis giberelin pada tanaman.



Apliasi dari alar 64 SP dilakukan dengan selang 1 – 4 minggu. Pada saat kondisi panas dan cahaya matahari terik (25° C) atau suhu rendah (18 °C) apliasi ZPT sebaiknya tidak dilakukan.

III. ORGANISASI

1. Mahasiswa dibagi dalam kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 – 5 orang.
2. Masing-masing kelompok mendapatkan bahan dan alat sesuai dengan kebutuhan.
3. Masing-masing kelompok bekerja aktif melakukan pekerjaan sesuai dengan Praktik yang akan dijalankan.
4. Setiap mahasiswa selama praktikum dinilai oleh dosen.
5. Setiap pekerjaan Praktik di bimbing oleh dosen dan teknisi.

IV. ALAT DAN BAHAN

4.1. Praktikum 2 Jam pertama

4.1.1. Alat

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1. Cangkul | 4. Ember |
| 2. Timbangan | 5. hand sprayer |
| 3. Gembor | 6. Tali plastik |

4.1.2. Bahan

1. Bibit krisan yang telah berumur 2-3 minggu
2. Benih kedelai
3. Polybag ukuran 35 x 40 cm
4. Pupuk kandang yang sudah matang
5. Pupuk NPK (15-15-15)
6. Pestisida (insektisida Curater 3 G)
7. Tanah humus (top soil)

4.2. Praktikum 2 jam kedua

4.2.1. Alat

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. Pipet hisap | 7. Ember |
| 2. Gelas ukur | 8. Timbangan |
| 3. Hand sprayer | 9. Pipet tetes |
| 4. Gunting stek | 10. Tali plastik |



5. Meterai
6. Cangkul/kored

11. Sigmat/jangka sorong

4.2.2. Bahan

1. ZPT retardan (Alar 64 SP)
2. Ajir bambu
3. Label
4. Pupuk NPK (15-15-15)
5. Pestisida (insektisida & fungisida)
6. Kantong plastik

4.3. Praktikum 2 jam ketiga

4.3.1. Alat

1. Gunting stek
2. Jangka sorong
3. Tali plastik
4. Ember
5. Timbangan

4.3.2. Bahan

1. Kantong plastik
2. Label

4.4. Praktikum 2 jam keempat

4.3.1. Alat

1. Gunting stek
2. Cangkul
3. Kored
4. Meteran
5. Tali plastik
4. Ember
5. Timbangan

4.3.2. Bahan

1. Kantong plastik
2. Label

4.5. Praktikum 2 jam kelima

4.3.1. Alat

1. Cangkul
2. Kored
3. Meteran
4. Tali plastik
4. Ember
5. Timbangan

4.3.2. Bahan

1. Kantong plastik
2. Label



V. PELAKSANAAN PRAKTIK

5.1. Praktikum 2 jam pertama

1. Buat lobang tanam pada bagian tengah polibag sedlam 4 cm.
2. Tanamkan benih kedelai pad alobang tugal yang sudah disiapkan sebanyak 3 benih per lobang polibag.
3. Buat lobang pupuk secara melingkar sekeliling benih sedlam 7-8 cm, masukkan pupuk kedalamnya dan tutup kembali dengan tanah media. Pupuk yang diberikan adalah pupuk NPK dengan dosis 5 gram per tanaman.
4. Siram benih yang sudah ditanam secara hati-hati sampai media tanam dalam keadaan lembab (kadar air tanah pada kadar air kapasitas lapang).
5. Lakukan penyisipan/penyulaman pada umur satu minggu setelah tanam jika tanaman yang sudah ditanam ada yang mati atau kurang baik tumbuhnya atau terserang oleh hama dan penyakit. Jika bejih yang ditanam pada polibag tumbuh semuanya, lakukan penjarangan dengan meninggalkan dua tanaman/polibag.
6. Lakukan pemeliharaan tanaman diluar jam praktikum seperti penyiraman, pemupukan susulan, serta pengendalian hama dan penyakit. Pupuk susulan dilakukan sekali 2 minggu dengan dosis dan cara yang sama dengan waktu penanaman benih.

5.2. Praktikum 2 jam kedua

1. Siapkan larutan ZPT retardan yang akan diaplikasikan pada tanaman kedelai. Salah satu jenis retardan yang dapat digunakan adalah Alar 64 SP yang mengandung bahan aktif Alar 64 gr per liter air atau menggunakan ZPT retradan jenis lainnya seperti Paclobutrazol atau Cycocel.
2. Pemberian retardan (Alar) dilakukan dengan beberapa konsentrasi yaitu :
 - a. Pemberian retardan 0 ppm
 - b. Pemberian retardan 5 ppm
 - c. Pemberian retardan 10 ppm
 - d. Pemberian retardan 15 ppm
 - e. Pemberian retardan 20 ppm
3. ZPT retardan diberikan pada umur tanaman 2 minggu setelah tanam dengan cara menyemprotkan larutan retardan sesuai dengan konsentrasi perlakuan ke permukaan daun dan batang tanaman dengan kriteria sampai membasahi seluruh permukaan duan dan batang secara merata, kemudian dibiarkan



smpai kering dan diusahakan jangan ada hujan minimal 1 hari setelah penyemprotan.

4. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pada pagi hari.

5.3. Praktikum 2 jam ketiga

Untuk melihat peranan ZPT retardan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, dilakukan pengamatan sebagai berikut :

1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada umur 7 minggu setelah tanam. Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman mulai dari permukaan tanah (leher akar) sampai ketitik tumbuh batang utama.

2. Jumlah daun (buah)

Pengukuran jumlah daun dilakukan terhadap daun yang telah membuka sempurna pada satu tanaman. Pengamatan dilakukan sejalan dengan pengamatan tinggi tanaman.

3. Umur berbunga (hari nsetelah tanam)

Umur berbunga dihitung jumlah hari sejak saat tanaman ditanam sampai keluarnya kuncup bunga . Pengamatan pertama. Tanaman kedelai dihitung sampai bunga mekar sempurna.

4. Panjang ruas (cm)

Dilakukan pada umur 7 minggu setelah tanam dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman mulai dari permukaan tanah (leher akar) sampai ke titik tumbuh batang utama lalu dibagi dengan jumlah ruas yang terdapat pada batang utama tersebut.

5.4. Praktikum 2 jam keempat

Lakukan pemeliharaan pemberisihan gulma, pada masa pertumbuhan ini, pemberisihan drainase untuk menghindari serangan tikus.

5.5. Praktikum 2 jam ke lima

Lakukan panen pada tanaman kacang tanah dengan cara dicabut untuk masing-masing tanaman sampel diambil terlebih dahulu. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sudah disediakan. Lakukan juga panen kacang tanah untuk populasi yang lainnya. Lakukan pengamatan terhadap tanaman sampel :



1. Umur panen (hst)

Pengamatan umur panen, dilakuakn tanman sudah menguning dan polong sudah berwarna coklat untuk kedelai. Menghitung umur panen buah pertama dengan cara dihitung jumlah hari sejak tanam sampai hari panen.

2. Berat polong per tanaman

Dilakuakn pada saat panen dengan menimbang polong bernas yang didapatkan pada satu tanaman.

3. Berat biji kering per tanaman

Biji kering diamati setelah dilakukan pengeringan sampai kadar air 14 % untuk 1 tanaman.

4. Produksi per hektar

Diperoleh dengan mengalikan berat polong kering 1 tanaman dengan populasi tanaman 1 hektar.

Perhatikan data-data yang diperoleh dan bandingkan antara semua perlakuan (tanpa dan beberapa konsentrasi retardan) yang diberikan. Bahas hasil pengamatan yang saudara peroleh dalam suatu laporan dan berikan kesimpulan apa yang saudara dapatkan dari praktikum ini.

VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

6.1. Tugas

1. Laksanakan praktikum tersebut diatas pada jadwal yang sudah ditetapkan.
2. Lakukan pemeliharaan dan pengamatan diluar jam.
3. Laporkan pada dosen pembimbing/teknisi jika terjadi gangguan.
4. Tanyakan pada dosen pembimbing jika mengalami kesulitan.
5. Buat laporan tertulis.

6.2. Pertanyaan

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan hormon tumbuh dan zat pengatur tumbuh tanaman ?
2. Sebutkan berbagai peran fisiologi ZPT ?
3. Sebutkan beberapa jenis penggolongan ZPT retardan sintesis yang dapat dihasilkan pada tanaman.



VII. DATA PENGAMATAN

Tabel 19. Variabel pengamatan vegetatif tanaman kacang tanah dan kedelai

No.	Pengamatan	Retardan (ppm)				
		0	5	10	15	20
1.	Kacang tanah					
	a. Tinggi tanaman					
	b. Jumlah daun					
	c. Umur berbunga					
	d. Panjang ruas					
	Pengamatan	Retardan (ppm)				
		0	5	10	15	20
2.	Kedelai					
	a. Tinggi tanaman					
	b. Jumlah daun					
	c. Umur berbunga					
	d. Panjang ruas					

Tabel 20. Variabel pengamatan generatif tanaman kacang tanah dan kedelai

No.	Pengamatan	Retardan (ppm)				
		0	5	10	15	20
1.	Kacang tanah					
	a. Umur panen					
	b. Berat polong					
	c. Berat biji kering					
	d. Produksi					
	Pengamatan	Retardan (ppm)				
		0	5	10	15	20
2.	Kedelai					
	a. Umur panen					
	b. Berat polong					
	c. Berat biji kering					
	d. Produksi					



VIII. DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro. 1985. Pengantar fisiologi tumbuhan. Gramedia, Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1998. Environmental physiology of plants. Academic Press, Inc., London Ltd.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. UI Press, Jakarta. 428 hal.
- Harjadi, Sri Setyati. 1979. Pengantar agronomi. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta. 197 hal.
- Lakitan, Benjamin. 1995. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 203 hal.
- Salisbury, F.B. and Cleon W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 2. Penerbit ITB, Bandung. 173 hal.
- Sasmitamihardja, Darajat dan Arbayah Siregar. 1990. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. ITB, Bogor.
- Suseno, Hari. 1974. Fisiologi tumbuhan. Metabolisme dasar dan beberapa aspeknya. Institut Pertanian Bogor, Bogor.