

**DAFTAR PUSTAKA**

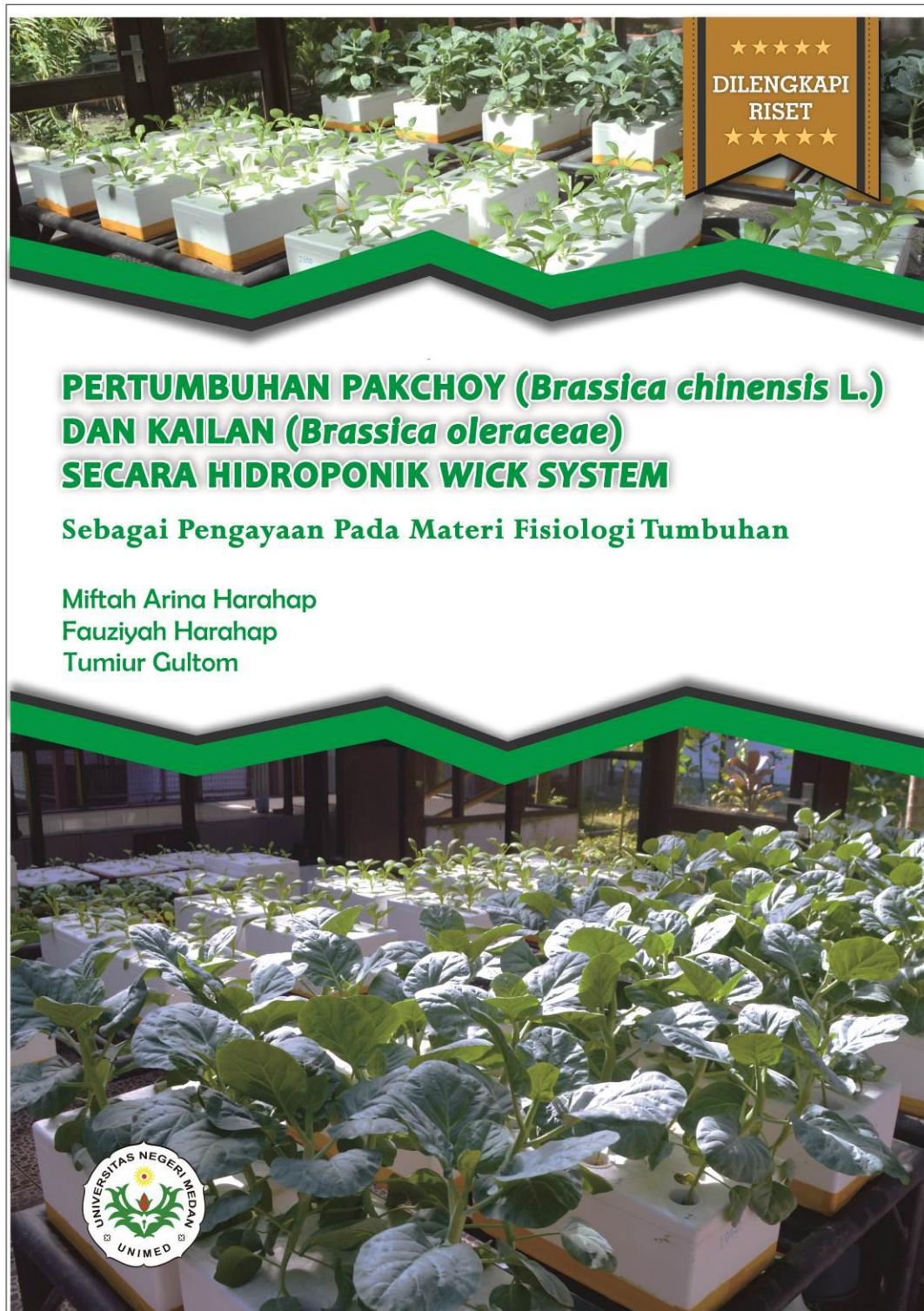
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arifin, S. (2015). Slides Persentasi Sukses Menulis Buku Pendidikan Tinggi.
- Chrysti, K. (2011). Implementasi Pembelajaran Berbasis Riset Kajian Fermentasi Limbah Cucian Beras (LERI) untuk Pembuatan Nata Pada Mata Kuliah Konsep Dasar IPA Mahasiswa S1 PGSD FKIP UNS. *Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi*. 247-252.
- Bahri, S., Istamar, S., dan Susriyati. (2016). Pengembangan Modul Keanekaragaman Hayati dan Virus Berbasis Model Inkuiri Terbimbing untuk Siswa Kelas X MAN 1 Malang. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. 1(2):127-136.
- Fadhilah, R., Mohammad, A., dan Umie, L. (2016). Pengembangan Buku Ajar Evolusi Berbasis Penelitian untuk Mahasiswa S1 Pendidikan Biologi Universitas Jember. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. 1(6):1104-1109.
- Giyatmi, (2016). Membudayakan Menulis Buku Ajar. *Bahan Workshop Budaya Menulis di Kampus*.
- Habibi, M., Endang, dan Mohammad, A. (2016). Pengembangan Buku Ajar Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar. *Jurnal Pendidikan Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. 1(5): 890-900.
- Masrur, H., Aloysius, D., dan Abdul, G. (2017). Pengembangan Buku Suplemen Mutasi Gen pada Matakuliah Genetika. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. 2(9): 1160-1167.
- Mushafi, M. (2016). Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Sawi (*Brassica juncea*) Akibat Konsentrasi Nutrisi *AB Mix* yang Berbeda Pada Hidroponik Sistem Wick. *Digital Repository Universitas Jember*.
- Nuha, U., Mohammad, A., dan Umie, L. (2016). Pengembangan Buku Ajar Berbasis Penelitian Evolusi dan Filogenetik Molekuler untuk Matakuliah Evolusi di Universitas Jember. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. 1(9):1791-1796.
- Parmin, P. (2012). Pengembangan Modul Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar IPA Berbasis Hasil Penelitian Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. (1) 8-15.

- Pedoman Operasional Penilaian Angka Kredit Kenaikan Jabatan Akademik/Pangkat Dosen. (2019). Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.
- Pedoman Publikasi Ilmiah Direktorat Pengelolaan Kekayaan Intelektual, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Tahun 2017.
- Piranti, I dan Dewi. (2016). Pengembangan Buku Referensi Berbasis Riset Multi Representasi dengan Pendekatan Kontekstual pada Materi Kalor dan Termodinamika. *Prosiding SNIPS 2016 ISBN: 978-602-61045-0-2*:495-500.
- Prastowo, A. (2014). *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Praktik*. Jakarta: Kencana.
- Putro, S.D., Ummi, dan Betty. (2016). Pengembangan Buku Ajar Perkembangan Hewan Berbasis Penelitian Metamorfosis Ulat Sutera *Bombyx Mori L.* *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. 1(7):1229-1234.
- Rizki, M., Dedi., dan Evi. (2016). Pengembangan Buku Suplemen Kimia Berbasis Sains Teknologi Masyarakat Pada Materi Kimia Polimer. *Jurnal Tadris Kimia*. 1(2):47-57.
- Rosidah, N. (2013). Studi Tentang Penggunaan Bahan Ajar Mata Pelajaran Ekonomi Materi Akuntansi pada Kelas XI IPS SMA Negeri 1 Kota Mojokerto. Universitas Negeri Surabaya.
- Sarmah, S., Grady., Martin., Pooja., Jim, A., dan Kathleen. (2016). *Using Zebrafish to Implement a Course-Based Undergraduate Research Experience to Study Teratogenesis in Two Biology Laboratory Courses*. 13(4):293-304.
- Salinan Permenristekdikti Nomor 44 Tahun 2015 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi.
- Salinan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2017 Tentang Sistem Perbukuan.
- Salinan Permendiknas Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2008 Tentang Buku.
- Setyosari, P. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan & Pengembangan Edisi Keempat*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.

- \_\_\_\_\_. (2016). *Metode Penelitian & Pengembangan Research and Development*. Bandung : Alfabeta.
- Sundari., Ince., dan Untung. (2016). Pengaruh POC dan AB Mix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) dengan Sistem Hidroponik. *Magrobis Journal*. 16(2):9-19.
- Susanto, H. (2013). Teknik Penyusunan Buku Ajar. *Bahan Workshop Penyusunan Buku Ajar*.
- Susilo, A. (2016). Slides Persentasi Bagaimana Menulis Buku Referensi dan Monograf, Sebagai Materi Workshop Pembuatan Buku Referensi dan Monograf Serta Keterkaitannya dengan Angka Kredit untuk Jafa Dosen. Malang: Universitas Kanjuruhan Malang.
- Sutanto, T. (2015). *Rahasia Sukses Budi Daya Tanaman dengan Metode Hidroponik*. Jakarta: Bibit Publisher.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S dan Semmel, M.I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- Trim, B. (2018). *Catatan Antibingung Menulis Buku Ilmiah*.
- Utama, A.N.B. (2014). *Cara Praktis Menulis Buku*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Wibowo, W. (2016). *Penulisan Buku Ajar Perguruan Tinggi Hakikat Formulasi, dan Problem Etisnya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Widayati, D., Djoko., Edia., Gentur., Harsono., Retno., Sarjawa. (2010). *Pedoman Umum Pembelajaran Berbasis Riset (PUPBR)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Widyaningrum, E., Sulifah, A., dan Mochammad, I. (2015). Pengembangan Produk Penelitian Berupa Buku Nonteks sebagai Buku Pengayaan Pengetahuan. *Artikel Ilmiah Mahasiswa*. I(1): 1-5.
- Wulandari, S., Imam., dan Riza. (2013). Pengembangan Sumber Belajar Konsep Bioteknologi Berbasis Riset Pengaruh 2.4D dan BAP Terhadap Multiplikasi Eksplan Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) Melalui Teknik Kultur Jaringan. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. 371-379.
- Yusna, A. (2019). Pengembangan Buku Kultur Jaringan Berbasis Riset Induksi Kalus Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan Deteksi dan Flavonoid. Tesis Universitas Negeri Medan.

Produk Buku Referensi Berbasis Riset Budidaya Sayuran *Brassica* Hidroponik

Cover Depan



## Cover Belakang



**PERTUMBUHAN PAKCHOY (*Brassica chinensis* L.)  
DAN KAILAN (*Brassica oleraceae*)  
SECARA HIDROPONIK WICK SYSTEM**

**Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan**

Hidroponik menjadi salah satu bentuk aplikasi dari materi pertumbuhan dan perkembangan pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Hidroponik merupakan suatu metode bercocok tanam yang selama prosesnya tanpa menggunakan tanah. Tujuan dibudidayakannya sayuran dengan teknik hidroponik yaitu untuk meningkatkan produksi dan memperbaiki kualitas sayuran yang dihasilkan. Dengan teknik hidroponik kadar nutrisi yang dibutuhkan tanaman dapat terjaga. Buku ini merupakan buku berbasis riset yang membahas tentang hasil penelitian pertumbuhan Pakchoy (*Brassica chinensis* L) dan Kailan (*Brassica oleraceae*) secara hidroponik *wick system* yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi nutrisi *ab mix* terhadap pertumbuhan dan produksi sayuran tersebut.

Dalam buku dijabarkan prosedur budidaya Pakchoy (*Brassica chinensis* L) dan Kailan (*Brassica oleraceae*) secara hidroponik *wick system*, dimulai dari persiapan alat dan bahan, penyemaian benih, perawatan tanaman, pembasmian hama, pemanenan, pengambilan data serta analisisnya, sampai dengan hasil dan pembahasan riset. Selain menambah wawasan ilmu Fisiologi Tumbuhan terkhusus mengenai nutrisi dan mineral, fotosintesis, serta pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, buku ini juga dapat dijadikan sebagai referensi atau pedoman pelaksanaan budidaya sayuran dengan teknik hidroponik *wick system*.

## Daftar Isi

DAFTAR ISI			
	Halaman		
Kata Pengantar	<i>i</i>	Rangkuman	44
Daftar Isi	<i>iii</i>	<b>BAB IV. HIDROPONIK</b>	
Daftar Gambar	<i>v</i>	4.1. Hidroponik dan Manfaatnya	46
Daftar Tabel	<i>vi</i>	4.2. Metode dan Teknik Bertanam Hidroponik Wick System	47
<b>PENDAHULUAN</b>		4.3. Kelebihan dan Kekurangan Hidroponik Wick System	47
Pendahuluan	1	4.4. Hal-hal Penting Dalam Berhidroponik	48
<b>BAB I. UNSUR HARA TANAMAN</b>		4.5. Langkah-langkah Dalam Hidroponik Wick System	51
1.1. Unsur Hara Esensial	6	Rangkuman	58
1.2. Unsur Hara Non Esensial	8	<b>BAB V. PERTUMBUHAN PAKCHOY (<i>Brassica chinensis</i> L.) SECARA HIDROPONIK WICK SYSTEM</b>	
1.3. Fungsi dan Gejala Kekurangan Unsur Hara	9	5.1. Klasifikasi dan Morfologi Sayur Pakchoy	60
1.4. Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Hidroponik	16	5.2. Pertumbuhan Pakchoy ( <i>Brassica chinensis</i> L.) Secara Hidroponik Wick System	61
Rangkuman	18	Rangkuman	72
<b>BAB II. PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN</b>		<b>BAB VI. PERTUMBUHAN KAILAN (<i>Brassica oleraceae</i>) SECARA HIDROPONIK WICK SYSTEM</b>	
2.1. Definisi Pertumbuhan dan Perkembangan	20	6.1. Klasifikasi dan Morfologi Sayur Kailan	74
2.2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan	21	6.2. Pertumbuhan Kailan ( <i>Brassica oleraceae</i> ) Secara Hidroponik Wick System	76
2.3. Pola Pertumbuhan dan Perkembangan	26	Rangkuman	85
2.4. Parameter Pengamatan Pertumbuhan	28	Glosarium	86
Rangkuman	36	Daftar Pustaka	87
<b>BAB III. FOTOSINTESIS</b>			
3.1. Definisi Fotosintesis	38		
3.2. Pigmen Kloroplas	38		
3.3. Faktor yang Mempengaruhi Susunan Klorofil	39		
3.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Fotosintesis	39		
3.5. Proses Fotosintesis Pada Tanaman	40		

## Daftar Gambar dan Daftar Tabel

DAFTAR GAMBAR		DAFTAR TABEL	
	Halaman		Halaman
Gambar 2.1. Metode mengukur volume akar	33	Tabel 1.1. Daftar Unsur Hara Esensial Berserta Bentuk yang Tersedia dan Konsentrasi Relatif Pada Tumbuhan Tingkat Tinggi	7
Gambar 2.2. Metode mengukur berat basah	33	Tabel 4.1. Komposisi Larutan Nutrien yang Dimodifikasi oleh Hoagland untuk Biakan Hidroponik	51
Gambar 2.3. Metode mengukur berat kering	34	Tabel 5.1. Rerata tinggi tanaman pakchoy ( <i>Brassica chinensis</i> L.) yang diberi perlakuan perbedaan konsentrasi nutrisi <i>ab mix</i> pada berbagai umur pengamatan	65
Gambar 2.4. Tahapan dalam pengukuran kadar klorofil	35	Tabel 5.2. Rerata jumlah daun pakchoy ( <i>Brassica chinensis</i> L.) yang diberi perlakuan perbedaan konsentrasi nutrisi <i>ab mix</i> pada berbagai umur pengamatan	67
Gambar 4.1. <i>Rockwool</i>	53	Tabel 5.3. Rerata luas daun ( $cm^2$ ), berat basah (g), berat kering (g), volume akar (ml), indeks panen (g), dan kadar klorofil (mg/g) pakchoy ( <i>Brassica chinensis</i> L.) umur 33 HST setelah pemberian nutrisi <i>ab mix</i> dengan konsentrasi yang berbeda	68
Gambar 4.2. Net pot	54	Tabel 6.1. Hasil uji Duncan 5% untuk rerata tinggi tanaman kailan ( <i>Brassica oleraceae</i> ) yang diberi perlakuan perbedaan konsentrasi nutrisi <i>ab mix</i> pada 2 s/d 6 MST	79
Gambar 4.3. Kain planel	54	Tabel 6.2. Hasil uji Duncan 5% untuk rerata jumlah daun kailan ( <i>Brassica oleraceae</i> ) yang diberi perlakuan perbedaan konsentrasi nutrisi <i>ab mix</i> pada 2 s/d 6 MST	81
Gambar 4.4. Satu set box tanam	54	Tabel 6.3. Hasil uji Duncan 5% untuk rerata luas daun, berat basah, berat kering, volume akar, indeks panen, dan kadar klorofil kailan	
Gambar 4.5. TDS	56		
Gambar 4.6. pH meter	56		
Gambar 4.7. Bibit kailan dan pakchoy	53		
Gambar 4.9. Nutrisi A pada <i>AB Mix</i> yang dilarutkan	54		
Gambar 5.1. Morfologi Pakchoy	60		
Gambar 5.2. Performa Pakchoy Umur 4 MST	71		
Gambar 6.1. Morfologi kailan	74		
Gambar 6.2. Morfologi bunga kailan	75		

## Kata Pengantar

### Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas Rahmat dan Ridho-Nya penulis masih diberikan kesehatan dan kesempatan untuk dapat menyelesaikan buku ini.

Pengembangan materi ke dalam bentuk aplikasi pada fisiologi tumbuhan memiliki peranan penting untuk meningkatkan keterampilan proses pada mahasiswa. Buku ini disusun berdasarkan hasil pengalaman riset hidroponik yang dilaksanakan oleh penulis, sebagai bentuk upaya untuk menambah wawasan pengetahuan mahasiswa serta memotivasi mahasiswa untuk aktif mengembangkan riset khususnya pada perkuliahan Fisiologi Tumbuhan dan menjadi bahan bacaan bagi peminat lainnya. Selain dapat dijadikan sebagai buku tambahan pada mata kuliah fisiologi tumbuhan, buku ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat luas sebagai referensi dalam berkebun sayuran hidroponik.

Buku ini membahas tentang aplikasi fisiologi tumbuhan yaitu budidaya pakchoy (*Brassica chinensis* L.) dan kailan (*Brassica oleracea*) dengan teknik hidroponik wick system. Buku terdiri dari beberapa bagian yang mencakup: Pendahuluan yang menceritakan sekilas tentang hidroponik; 1) kebutuhan unsur hara tanaman; 2) pertumbuhan dan perkembangan tanaman hidroponik; 3) fotosintesis; 4) hidroponik sebagai aplikasi; 5) pertumbuhan pakchoy (*Brassica chinensis* L.) secara hidroponik wick system; dan 6) Pertumbuhan kailan (*Brassica oleracea*) secara hidroponik wick system.

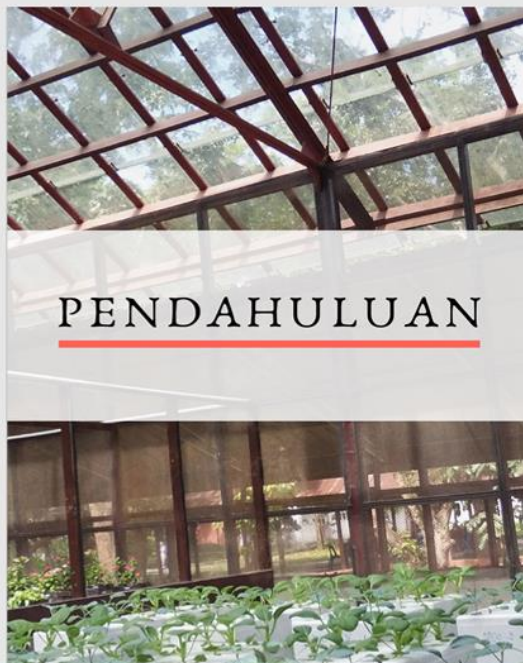


Penulis telah berupaya dengan semaksimal mungkin dalam penyelesaian buku ini, namun penulis menyadari masih banyak kelemahan baik dari segi isi maupun tata bahasa, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar penulisan berikutnya dapat menjadi lebih baik. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih. Selamat membaca.

Medan, Oktober 2019

Penulis

## Pendahuluan



### PENDAHULUAN

Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) & Kailan (*Brassica oleracea*) Secara Hidroponik Wick System Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuhnya. Budidaya sayuran secara hidroponik menjadi satu tren yang sedang berkembang di era sekarang, melihat semakin berkurangnya jumlah lahan yang dapat dimanfaatkan untuk budidaya sayur secara konvensional. Teknik budidaya secara hidroponik dipercaya dapat meningkatkan produksi dan kualitas tanaman, karena jumlah kandungan unsur hara yang dibutuhkan dapat terjaga. Tanaman yang dihasilkan juga dalam keadaan bersih dan persentase terserang hama lebih kecil dibandingkan tanaman yang dibudidayakan secara konvensional, karena kebanyakan tanaman hidroponik tumbuh dan berkembang di dalam green house. Jika dilihat dari perbandingan jumlah produksi dengan lahan yang terpakai, penggunaan lahan dengan teknik hidroponik lebih sedikit dibandingkan dengan luas lahan yang dibutuhkan untuk budidaya secara konvensional. Walaupun demikian, hidroponik juga memiliki beberapa kelemahan dibandingkan dengan budidaya secara konvensional.

Oleh karena itu, hidroponik memiliki gaya tarik tersendiri di kalangan kampus, sekolah, maupun masyarakat luas saat ini. Pengembangan penelitian hidroponik semakin berkembang, rasa ingin tahu masyarakat untuk merasakan sayuran hasil hidroponik juga semakin hari semakin meningkat, sejalan dengan keingintahuan masyarakat untuk mempelajari cara budidaya dengan teknik hidroponik. Sehingga hidroponik dapat dijadikan salah satu fokus penelitian dan peluang usaha. Baik usaha untuk pemasaran sayur maupun usaha untuk membentuk kelompok dan mengadakan pelatihan hidroponik agar nantinya hidroponik semakin dapat dikenal di kalangan masyarakat luas.

Ada beberapa macam teknik hidroponik yang sedang berkembang saat ini, diantaranya sistem sumbu (wick system), rakit apung, NFT, DFT, aeroponik, dan lainnya. Pemilihan sistem hidroponik bergantung dengan modal dan jenis tanaman yang ingin dibudidayakan, karena berpengaruh terhadap proses pemenuhan kecukupan nutrisi tanaman tersebut. Pada buku ini, fokus tanaman yang dibudidayakan adalah sawi pakchoy dan sawi kailan. Dilihat dari masa tumbuh tanaman serta kebutuhan nutrisi, sistem wick system dianggap masih tepat digunakan.

## Bab I. Unsur Hara Tanaman




Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan suatu tanaman. Selain faktor internal dari dalam tubuh tanaman itu sendiri, ada juga faktor eksternal yang tidak kalah penting dan sangat berpengaruh. Salah satu faktor eksternal yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan yaitu unsur hara. Ketersediaan unsur hara pada media tumbuh tanaman sangat berpengaruh terhadap asupan nutrisi pada tanaman. Kekurangan unsur hara dapat menghambat metabolisme, bahkan kekurangan dalam keadaan yang sangat mencekam dapat mengakibatkan kematian tanaman.

Berdasarkan keesensialannya unsur hara pada tanaman digolongkan menjadi dua, yaitu golongan unsur hara esensial dan unsur hara non esensial. Sedangkan berdasarkan jumlah konsentrasi yang dianggap berkecukupan bagi tanaman, unsur hara esensial dibagi menjadi dua kelompok yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Oleh karena itu, untuk lebih memahami unsur hara pada tanaman, maka pada bab ini akan dijabarkan definisi dari unsur hara esensial dan non esensial, bentuk penyerapan unsurnya, kemudian fungsi keberadaan unsur hara tersebut bagi tanaman, sampai dengan gejala yang dihadapi tanaman jika kekurangan unsur hara.

### 1.1. Unsur Hara Esensial

Suatu unsur dikatakan esensial bagi tumbuhan jika pertama, tumbuhan tidak dapat melengkapi daur hidupnya (baik pada fase vegetatif maupun pada fase generatif) apabila unsur tersebut tidak tersedia; kedua, unsur tersebut sangat berperan penting dalam proses fisiologis dan sifatnya khas tidak dapat digantikan keberadaannya oleh unsur lain; ketiga, unsur tersebut merupakan penyusun suatu molekul atau bagian tumbuhan yang esensial bagi kelangsungan hidup tumbuhan tersebut. Misalnya Nitrogen (N) sebagai penyusun protein dan Magnesium (Mg) sebagai penyusun klorofil; dan keempat, merangsang dan mengatur aktivitas enzim (Hasanunidah dan Tri, 2016; Wiratmaja, 2016; Lakitan, 2015; Jain, 2008). Oleh karena itu, keberadaan unsur esensial bagi tumbuhan sangatlah penting.

Berdasarkan perbedaan konsentrasinya yang dianggap berkecukupan dalam jaringan tumbuhan, maka unsur hara esensial dibedakan menjadi unsur makro dan unsur mikro. Yang tergolong unsur makro adalah unsur esensial

**BAB I**

# Unsur Hara Tanaman



## Bab II. Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

**BAB II**

**PERTUMBUHAN**

**&**

**PERKEMBANGAN**








Setiap makhluk hidup akan melewati fase pertumbuhan dan perkembangan dalam hidupnya, tidak terkecuali pada tanaman. Tanaman tingkat tinggi akan mengalami pertumbuhan mulai dari embrio sampai dengan individu utuh yang memiliki akar, batang, daun, bunga, biji dan berkembang hingga menghasilkan zigot yang kemudian menjadi embrio, dan begitu seterusnya. Pertumbuhan dan perkembangan sangatlah sulit dipisahkan namun fase keduanya tetap dapat dibedakan. Pertumbuhan dan perkembangan itu sendiri merupakan hasil interaksi faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal) yang terjadi pada tanaman. Pada bab ini akan dibahas mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman khususnya tanaman tingkat tinggi dan cara mengukur pertumbuhan itu sendiri.

### 2.1. Definisi Pertumbuhan dan Perkembangan

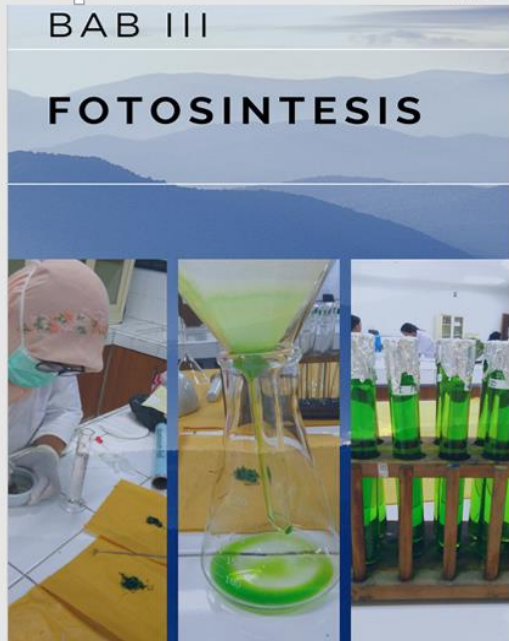
Jika mendengar kata pertumbuhan, maka pertama yang terfikir adalah adanya pertambahan ukuran. Namun pada hakikatnya, pertumbuhan bukan hanya sebatas pertambahan ukuran atau volume saja, tetapi juga adanya penambahan bobot, jumlah sel, banyaknya protoplasma, hingga tingkat yang lebih kompleks dan proses pertumbuhan terjadi secara ireversibel/ (tidak bolak-balik). Pertumbuhan merupakan hasil interaksi antara faktor dalam (faktor internal) dan faktor luar (faktor eksternal). Pertumbuhan dapat dicontohkan dalam bentuk volume, massa atau berat (segar atau kering) (Harahap, 2012; Salisbury & Ross, 1966).

Pertumbuhan dapat diartikan sebagai suatu proses yang terjadi pada makhluk hidup dimana terjadi pertambahan ukuran, volume, jumlah sel yang tidak terjadi secara bolak-balik (ireversibel) dan merupakan hasil interaksi antara faktor dalam dan faktor luar dari makhluk hidup tersebut. Pertumbuhan dapat dan perlu diukur. Ada dua macam pengukuran yang lazim digunakan untuk mengukur pertumbuhan, misalnya pengukuran pertambahan volume atau massa. Pertambahan ukuran sering ditentukan dengan cara mengukur perbesaran ke satu atau dua arah, seperti panjang (misalnya, tinggi batang), diameter (misalnya, diameter batang), atau luas (misalnya, luas daun). Pengukuran volume, misalnya dengan cara pemindahan air, bersifat tidak merusak, sehingga tumbuhan yang

20 | Pertumbuhan dan Perkembangan



## Bab III. Fotosintesis



**BAB III**

**FOTOSINTESIS**

Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

**3.1. Definisi Fotosintesis**

Fotosintesis berasal dari kata foton yang berarti cahaya dan sintesis yang berarti penyusunan. Fotosintesis adalah peristiwa penyusunan zat organik (gula) dari zat anorganik (air, karbondioksida) dengan pertolongan energi cahaya matahari. Karena bahan baku yang dipergunakan adalah zat karbon (karbondioksida), maka dapat juga disebut asimilasi zat karbon (Harahap, 2012).

Fotosintesis adalah proses pembentukan karbohidrat yang diproduksi dari karbon dioksida dan air yang terjadi dalam jaringan tanaman yang mengandung klorofil yang terpapar cahaya (Kramer dan Theodore, 1960). Fotosintesis adalah proses penyimpanan energi pada energi cahaya yang dikonversi ke dalam energi kimia. Di Eropa fotosintesis disebut dengan asimilasi atau asimilasi karbon, tetapi sebagian besar ahli fisiologi tanaman Amerika lebih suka menggunakan istilah asimilasi untuk produksi protoplasma dan dinding sel baru.

Fotosintesis merupakan proses pembentukan zat organik (karbohidrat) yang diproduksi dari karbon dioksida dan air dengan bantuan cahaya matahari dan terjadi pada jaringan tumbuhan yang mengandung klorofil.

**3.2. Pigmen Kloroplas**

Kloroplas adalah plastida berwarna hijau, umumnya berbentuk lensa, terdapat di dalam sel tumbuhan lumut, paku-pakuan dan tumbuhan ber biji. Garis tengah dari lensa tersebut 2-6 mm, sedangkan tebalnya 0.5-1.0 mm. Jika dilihat dengan mikroskop cahaya dengan perbesaran yang paling kuat, kloroplas sering kelihatan berbentuk butiran (Harahap, 2012).

Klorofil tidak berkembang di semua plastida. Misalnya, pada plastida sel epidermis tidak ada ditemukan klorofil, kecuali di bagian sel penjaga. Meskipun ada beberapa macam jenis klorofil pada tumbuhan, tetapi klorofil a dan b yang sangat penting bagi tumbuhan. Klorofil a memiliki susunan  $C_{55}H_{72}O_6N_4Mg$ , sedangkan klorofil b memiliki susunan  $C_{53}H_{70}O_6N_4Mg$  (Kramer dan Theodore, 1960).

99 | Estetika

## Bab IV. Hidroponik



**BAB IV**

**HIDROPONIK**

Pertumbuhan Pakcoy (*Bassia chinensis* L.) & Kailan (*Bassia oleracea*) Secara Hidroponik With System Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

**4.1. Hidroponik dan Manfaatnya**

Hidroponik dalam bahasa Inggris disebut *hydroponic*, berasal dari kata bahasa Yunani, yaitu *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang artinya daya atau kerja. Hidroponik memiliki pengertian secara bebas sebagai teknik bercocok tanam dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman (Sundari, 2016; Setyoedji, 2015).

Hidroponik merupakan salah satu sistem budidaya pertanian yang digunakan untuk memperbaiki kualitas sayuran yang dihasilkan (Nugraha, 2015). Hidroponik merupakan metode bercocok tanam (budidaya pertanian) tanpa menggunakan tanah (Sundari, 2016; Nugraha, 2015; Rosdiana, 2015; Suryani, 2015; Penwasari, 2012; Basuki, 2008). Teknik ini mampu meningkatkan hasil tanaman per satuan luas sampai lebih dari sepuluh kali, bila dibandingkan dengan teknik pertanian konvensional (Rosdiana, 2015; Basuki, 2008). Hidroponik muncul sebagai alternatif pertanian lahan terbatas. Dengan sistem ini memungkinkan sayuran ditanam di daerah yang kurang subur/daerah sempit yang padat penduduknya. Penerapan hidroponik secara komersial di Indonesia dimulai tahun 1980 (Sundari, 2016; Suryani, 2015).

Menurut Parks dan Murray (2011) dalam Nugraha (2015), pada sistem budidaya secara hidroponik perlu diberikan larutan nutrisi yang cukup, air, dan oksigen pada perakaran tanaman agar pertumbuhan tanaman baik. Toshiki (2012) menyatakan bahwa di antara faktor-faktor yang mempengaruhi sistem produksi tanaman secara hidroponik, larutan nutrisi menjadi salah satu faktor penentu yang paling penting dalam menentukan hasil dan kualitas tanaman.

Keuntungan menanam tanaman dengan teknik hidroponik adalah mudah dalam pengendalian nutrisi sehingga pemberian nutrisi bisa lebih efisien, relatif tidak menghasilkan polusi nutrisi ke lingkungan, memberikan hasil yang lebih banyak, mudah dalam memanen hasil, steril dan bersih, bebas dari tumbuhan pengganggu. Media tempat tanam hidroponik dapat dilakukan selama bertahun-tahun, namun demikian tanaman tumbuh lebih cepat dari media apapun (Sundari, 2016; Setyoedji, 2015).

## Bab V. Pertumbuhan Pakchoy Secara Hidroponik *Wick System*



Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) & Kailan (*Brassica oleracea*) Secara Hidroponik *Wick System* Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

### 5.1. Klasifikasi dan Morfologi Sayur Pakchoy

Pakchoy atau dikenal dengan nama ilmiah *Brassica chinensis* L. masuk ke dalam famili *Brassicaceae*. Pakchoy telah diperkenalkan di Asia Tenggara pada abad ke-15. Saat ini pakchoy banyak dibudidayakan di Indonesia. Pakchoy salah satu sayuran daun yang berasal dari Cina dan menjadi sayuran favorit di Indonesia (Priadi dan Fiqolbi, 2017).

Seluruh bagian daun dan batang pakchoy dapat dikonsumsi. Kandungan gizi serta cita rasanya menjadikan pakchoy sebagai salah satu sayuran favorit dan termasuk ke dalam jenis sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Umumnya pakchoy tidak dikonsumsi pada keadaan mentah, melainkan diolah terlebih dahulu seperti ditumis ataupun direbus. Sistematika tanaman pakchoy adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rhoeadales (Brassicales)
Famili	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica chinensis</i> L.



Gambar 5.1 : Morfologi Pakchoy  
Sumber : Dokumentasi pribadi

Tanaman pakchoy memiliki daun berwarna hijau, warna daunnya sama dengan warna daun sawi caisim. Permukaan daun pakchoy halus dan tidak berbulu. Tepi daun rata, bentuk daun oval memanjang. Bentuk daunnya

## Bab VI. Pertumbuhan Kailan Secara Hidroponik *Wick System*



### 6.1. Klasifikasi dan Morfologi Sayur Kailan

Kailan atau dikenal dengan nama ilmiah *Brassica oleracea* masuk ke dalam famili *Brassicaceae* (kubis-kubisan). Kailan sendiri berasal dari negara Cina, daun dan batangnya dapat dikonsumsi. Umumnya dikonsumsi dalam bentuk olahan masakan seperti ditumis. Kebanyakan sayur kailan dijual di supermarket, walaupun di pasar tradisional juga sering dijumpai. Olahan-olahan sayur kailan juga sering ditemui di restoran seafood karena rasanya yang lezat dan kandungan gizi yang tinggi. Hal ini menjadikan harga sayur kailan di pasar lebih tinggi dibandingkan harga rata-rata sayuran lainnya, sehingga sayur kailan masuk ke dalam kategori sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi.

Minat konsumsi sayuran kailan semakin hari meningkat, oleh karena itu untuk mencukupi permintaan pasar maka perlu rasanya dilaksanakan penelitian terkait budidaya sayuran kailan agar intensitas produksi kailan bisa semakin meningkat. Untuk lebih mengenal sayur kailan, berikut akan dijabarkan klasifikasi serta morfologi dari sayur kailan.

Kingdom	: Plantae
Sub-kingdom	: Spermatophyta
Division	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Sub-class	: Dilleniidae
Ordo	: Capparales
Family	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica oleracea</i>



Gambar 6.1. Morfologi Kailan  
Sumber : Dokumentasi pribadi

Tanaman kailan memiliki bentuk daun oval dan hampir bulat. Daunnya lebar, berwarna hijau tua (hampir sama dengan warna daun tanaman kol). Tepi daun rata, permukaan daun halus, menokilao, dan permukaan daun dilapisi zat

## Glosarium

Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) & Kailan (*Brassica oleracea*) Secara Hidroponik Wick System  
Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

### Glosarium

AB Mix	: Formula nutrisi yang digunakan dalam teknik hidroponik.
Absorpsi	: Penyerapan
Asimilasi	: Pengambilan bahan anorganik di alam untuk diolah tubuh menjadi bahan yang bermolekul lebih kompleks.
Biokimia	: Ilmu yang mempelajari susunan kimia pada tubuh makhluk hidup
Diferensiasi	: Suatu tahap pertumbuhan embrio, yang pada waktu sel muda berdiferensiasi menjadi sel definitif
Faktor eksternal	: Faktor dari luar tubuh tanaman.
Faktor internal	: Faktor dari luar tubuh tanaman.
Fotosintesis	: Proses pembentukan zat organik (karbohidrat) yang diproduksi dari karbon dioksida dan air dengan bantuan cahaya matahari dan terjadi pada jaringan tumbuhan yang mengandung klorofil.
Gejala kekahatan	: Gejala yang timbul akibat kekurangan salah satu unsur hara esensial dalam bentuk banyak.
Hidroponik wick	: Salah satu jenis teknik hidroponik dimana prinsip kerjanya

## Daftar Pustaka

Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) & Kailan (*Brassica oleracea*) Secara Hidroponik Wick System  
Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

### Daftar Pustaka

- Afrizal. 2012. Cara Hidroponik. Diambil tanggal dari: <http://carahidroponik.blogspot.com/search/label/Cara%20Bertanam%20Hidroponik>.
- Ai, N. 2012. Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains*. 12(1):28-34.
- Basuki, T.A. (2008). *Pengaruh Macam Komposisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Hasil Selada (Lactuca sativa L.)*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Pertanian UGM.
- Hanafiah, K. 2003. *Rancangan Percobaan Teori & Aplikasi Edisi Ketiga*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Harahap, F. 2012. *Fisiologi Tumbuhan Suatu Pengantar*. Medan: Unimed Press.
- Haryanto, W., T. Suhartini, dan E. Rahayu. 2007. *Teknik Penanaman Sawi dan Selada Secara Hidroponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hasnunidah, N dan Tri, S. 2016. *Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Innosain.
- Jain, V., K. 2008. *Fundamentals of Plant Physiology (For Degree, Post-Graduate and Various Competitive Examinations)*. New Delhi: S.Chand & Company LTD.
- Kramer, P.J dan Theodore, T.K. 1960. *Physiology of Trees*. USA: McGraw-Hill Book Company, Inc.

Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) & Kailan (*Brassica oleracea*) Secara Hidroponik Wick System  
Sebagai Pengayaan Pada Materi Fisiologi Tumbuhan

- Priadi, D., dan Fiqolbi, N. 2017. Seedling Production of Pak Choy (*Brassica rapa* L.) using Organic and Inorganic Nutrients. *Journal of Biology & Biology Education Biosaintifika*.9(2):217-224.
- Rosdiana. 2015. Pertumbuhan Tanaman Pakchoy Setelah Pemberian Pupuk Urin Kelinci. *Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi*. 1(16): 1-8.
- Salisbury, F dan Ross, W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Setyoedji, D. 2015. *Asiknya bercocok tanam hidroponik cara sehat menikmati sayuran & buah berkualitas*. Yogyakarta: Araska.
- Sitompul, S. M dan Bambang, G. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sunarjono, H. 2013. *Bertanam 36 Jenis Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sundari, Ince, R., dan Untung, S. H. 2016. Pengaruh POC dan AB Mix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) dengan Sistem Hidroponik. *Magrobis Journal*. 16(2): 9-19.
- Suryani, R. 2015. *Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah*. Yogyakarta: Arcitra.
- Susila, A. D., 2013. *Sistem Hidroponik Modul Matakuliah Dasar Dasar Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor*. Bogor.
- Sutanto, T. 2015. *Rahasia Sukses Budi Daya Tanaman dengan Metode Hidroponik*. Jakarta : Bibit Publisher.
- Sutejo, M.M. 1999. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.