

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Pakcoy merupakan salah satu jenis kelompok sayuran sawi yang telah dibudidayakan sejak abad ke-5. Tanaman ini merupakan salah satu sayuran penting Asia, khususnya di Cina. Tanaman ini memiliki daun yang bertangkai, daun berbentuk agak oval berwarna hijau tua dan mengkilap, tidak membentuk kepala, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar. Tangkai daun berwarna putih atau hijau muda, gemuk dan tinggi tanaman dapat mencapai 15-30 cm. Pada kelompok ini terdapat keragaman morfologis dan periode kematangan pada berbagai kultivar. Salah satunya adalah kultivar tipe kerdil dengan ciri-ciri bentuk daun warna hijau pudar dan ungu yang berbeda-beda.

Pakcoy kurang peka terhadap suhu dibandingkan dengan sawi putih sehingga tanaman ini memiliki adaptasi yang lebih luas. Tanaman ini ditanam dengan benih langsung atau dipindah-tanam dengan kerapatan tinggi umumnya berkisar antara 20-25 tanaman/m², sedangkan kultivar kerdil ditanam dua kali lebih rapat. Kultivar umur genjah matang pada umur 40 hari dan kultivar lainnya memerlukan waktu hingga 80 hari setelah tanam. Kualitas dari tanaman ini akan cepat menurun jika tanaman dibiarkan lewat umur matangnya. Pakcoy memiliki umur

pascapanen yang singkat, tetapi kualitas produknya dapat dipertahankan selama sekitar 10 hari pada suhu 0 °C dan RH 95% (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

2.2 Hidroponik

Hidroponik atau *hydroponics* berasal dari bahasa latin (Greek), yaitu *hydro* yang berarti air dan kata *phonos* yang berarti kerja sehingga hidroponik dapat dikatakan sebagai air yang bekerja. Hidroponik adalah cara bercocok tanam dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Jadi, hidroponik dapat diartikan sebagai suatu pengelolaan air sebagai media tumbuh tanaman tanpa menggunakan media tanah sebagai media tanam dan unsur hara mineral yang dibutuhkan bagi tanaman berasal dari larutan nutrisi yang dilarutkan dalam air (Istiqomah, 2006). Bercocok tanam ini bisa dilakukan dalam pot atau wadah lainnya yang menggunakan air atau bahan *porous* lainnya, seperti pecahan genting, pasir kali, kerikil, maupun gabus putih (Lingga, 2005).

Jenis media tanam yang digunakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Karakteristik media tanam yang baik adalah membuat unsur hara tetap tersedia, kelembaban terjamin, dan drainase baik. Media yang digunakan harus dapat menyediakan air, zat hara, dan oksigen, serta tidak mengandung zat racun bagi tanaman (Istiqomah,2006).

Sistem penanaman secara hidroponik mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan penanaman secara konvensional menggunakan media tanah. Berikut ini adalah beberapa perbandingan antara sistem penanaman secara hidroponik dengan penanaman konvensional:

Tabel 1. Perbandingan sistem penanaman secara hidroponik dan konvensional

Penanaman secara hidroponik	Penanaman secara konvensional
1. Lingkungan kerja bersih dan dalam keadaan steril	1. Lingkungan kerja tidak bersih dan tidak dalam keadaan steril
2. Pemberian nutrisi digunakan secara efisien oleh tanaman	2. Penggunaan nutrisi oleh tanaman kurang efisien
3. Pemberian nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga tidak ada zat lain yang mungkin dapat bereaksi dengan nutrisi	3. Nutrisi yang diberikan dapat bereaksi dengan zat yang mungkin terdapat di dalam tanah (karena tanah tidak steril)
4. Tanaman bebas dari gulma	4. Tanah sering ditumbuhi gulma
5. Tanaman lebih jarang terserang hama dan penyakit	5. Tanaman lebih sering terserang hama dan penyakit
6. Pertumbuhan tanaman lebih terkontrol	6. Pertumbuhan tanaman kurang terkontrol
7. Tanaman sayuran dapat berproduksi dengan kuantitas dan kualitas yang tinggi	7. Kuantitas dan kualitas produksi tanaman kurang begitu tinggi
8. Pertanian hidroponik mempunyai ciri: a. Bisa ditanam pada lahan sempit b. Kesuburan dapat diatur, dan c. Memiliki nilai jual yang tinggi	8. Pertanian konvensional mempunyai ciri: a. Lahan yang dipakai lebih luas b. Mengandalkan unsur tanah, dan c. Nilai jualnya tidak begitu tinggi

Prihmantoro dan Indriani (1999).

Sejalan dengan perkembangannya, hidroponik dikelompokkan menjadi enam sistem yaitu sistem sumbu (*wick system*), sistem kultur air (*water culture*), sistem pasang surut (*ebb and flow/flow and drain*), sistem irigasi tetes (*drip irrigation*), sistem NFT (*Nutrient Film Technique*) dan sistem aerponik (Kurniawan, 2013). Dari keenam sistem hidroponik tersebut yang sering digunakan sebagai sistem hidroponik skala rumah tangga adalah sistem sumbu (*wick system*).

2.2.1 Sistem Sumbu (*Wick System*)

Sistem sumbu (*wick system*) juga dikenal dengan istilah *capillary wick system* (CWS) yang merupakan suatu sistem pengairan dengan menggunakan prinsip kapilaritas (Lee *et al.*, 2010). Sistem sumbu dalam teknik hidroponik dikenal sebagai sistem pasif karena tidak ada bagian yang bergerak, kecuali air yang mengalir melalui saluran kapiler dari sumbu yang digunakan. Sistem sumbu memanfaatkan prinsip kapilaritas dimana larutan nutrisi diserap langsung oleh tanaman melalui sumbu. Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana, akan tetapi memiliki kelemahan. Salah satu kelemahannya adalah apabila tanaman yang ditanam membutuhkan air dalam jumlah yang banyak, maka diperlukan daya kapilaritas yang besar untuk mengalirkan air (larutan nutrisi) ke akar tanaman tersebut. Pada sistem ini tidak terjadi resirkulasi larutan dikarenakan proses kapilarisasi hanya terjadi dari media larutan ke media tanam saja (Kurniawan, 2013). Kelebihan sistem ini adalah tidak memerlukan biaya investasi mahal, dapat memanfaatkan barang bekas, dan bahan yang digunakan mudah dicari.

Media substrat yang sering digunakan pada sistem sumbu yaitu arang sekam. Arang sekam adalah sekam bakar yang berwarna hitam, yang dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna dan banyak digunakan sebagai media tanam pada sistem hidroponik. Komposisi arang sekam paling banyak terdiri dari SiO_2 52% dan C 31%. Komponen lainnya adalah Fe_2O_3 , K_2O , MgO , CaO , MnO dan Cu dalam jumlah relatif kecil serta bahan organik. Arang sekam mempunyai karakteristik sangat ringan dan kasar sehingga sirkulasi udara tinggi. Selain itu,

arang sekam mempunyai kelebihan yaitu banyak pori sehingga kapasitas menahan air tinggi, warnanya yang hitam dapat menyerap sinar matahari secara efektif, serta dapat mencegah timbulnya penyakit seperti bakteri dan gulma (Istiqomah, 2006). Pada penelitian Perwtasari (2012), menunjukkan bahwa perlakuan media arang sekam dan nutrisi *goodplant* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy dengan sistem hidroponik menunjukkan hasil yang tertinggi dari beberapa parameter yang diamati jika dibandingkan dengan media tanam lainnya seperti sekam mentah dan pasir.

2.2.2 Larutan Nutrisi

Pada budidaya hidroponik, semua kebutuhan nutrisi diupayakan tersedia dalam jumlah yang tepat dan mudah diserap oleh tanaman. Larutan nutrisi diberikan melalui permukaan media tanam atau pada akar tanaman langsung. Terdapat 12 jenis bahan kimia yang biasa digunakan dan semuanya mengandung unsur makro dan unsur mikro. Unsur makro merupakan unsur yang banyak digunakan untuk pertumbuhan tanaman seperti N (nitrogen), P (fosfor), K (kalium), Ca (kalsium), S (sulfur) dan Mg (Magnesium). Sedangkan unsur mikro merupakan unsur yang sedikit dibutuhkan tetapi keberadaanya diperlukan bagi tanaman seperti B (boron), Cu (cuprum), Fe (besi), Mn (mangan), Zn (seng), dan Mo (molibden) (Untung, 2004). Unsur makro berfungsi untuk menumbuhkan struktur vegetatif dan produksi, sedangkan unsur mikro berfungsi sebagai pelengkap esensial untuk rasa, kadar gula, tingkat kemanisan, warna, dan daya tahan tanaman terhadap gangguan penyakit (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

2.2.3 EC dan pH Larutan

Nilai EC (*Electrical Conductivity*) merupakan angka penting dalam hidroponik untuk memacu produktivitas tanaman. Nilai EC untuk tanaman kecil/belum dewasa, angka berkisar antara 1000-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Setelah dewasa atau menjelang berbunga atau berbuah, EC bisa ditingkatkan sampai 2500-4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kecuali untuk tomat yang EC-nya bisa sampai 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pada umumnya, angka EC lebih dari 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ akan menimbulkan toksisitas pada tanaman.

Pada penelitian Sesminingar (2006), menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi larutan hara pada tanaman pakcoy dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung dengan EC 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ selama 5 MST berpengaruh kuadratik terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, kandungan klorofil, bobot total per panel, bobot tajuk per panel, bobot total per tanaman dan bobot tajuk per tanaman.

Menurut Permatasari (2001), perubahan EC larutan nutrisi pada budidaya tanaman pakcoy berbanding lurus dengan banyaknya unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi. Semakin banyak unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi maka akan semakin tinggi pula nilai EC, yang berarti bahwa kemampuan larutan nutrisi tersebut untuk menghantarkan ion-ion listrik ke akar tanaman akan semakin tinggi.

Selain EC dan konsentrasi larutan nutrisi, suhu dan PH merupakan komponen yang sering dikontrol dengan tujuan agar perubahan yang terjadi oleh penyerapan air dan ion nutrisi tanaman (terutama dalam hidroponik pada sistem yang tertutup) dapat dipertahankan (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Tabel 2. Nilai EC dan PH untuk beberapa jenis tanaman

Tanaman	EC	pH
Brokoli	3,0-3,5	6,0-6,8
Kubis	2,5-3,0	6,5-7,0
Cabai	1,8-2,2	6,0-6,5
KubisBunga	1,5-2,0	6,5-7,0
Seledri	2,5-3,0	6,0-6,5
TerungJepang	2,5-3,5	5,8-6,2
BawangDaun	2,0-3,0	6,5-7,0
<i>Lettuce</i>	2,0-3,0	6,0-6,5
<i>Lettuce Head</i>	0,9-1,6	6,0-6,5
BawangMerah	2,0-3,0	6,0-7,0
Pakcoy	1,5-2,0	6,5-7,0
Bayam	1,4-1,8	6,0-7,0
JagungManis	1,6-2,5	6,0-6,5
Tomat	2,0-5,0	5,5-6,5
Kacang-kacangan	2,0-4,0	5,5-6,2

(Untung, 2004).

2.3 Cahaya

2.3.1 Cahaya Matahari

Cahaya merupakan salah satu bagian terpenting dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan energi sebagai bahan bakar pada pertumbuhan tanaman.

Fotosintesis hanya akan terjadi bila tanaman memperoleh cukup cahaya setiap hari. Jenis tanaman yang berbeda membutuhkan jumlah sinar yang berbeda pula yakni ada tanaman yang membutuhkan sinar langsung dan ada juga tanaman yang tidak membutuhkan sinar langsung serta ada pula tanaman yang membutuhkan sedikit sinar langsung dari matahari. Pada umumnya tanaman penghasil daun lebih sedikit membutuhkan sinar, sedangkan tanaman bunga dan tanaman pangan termasuk bibit sangat membutuhkan sinar yang cerah dan relatif lebih banyak (Lingga, 1999).

Respon tanaman terhadap radiasi matahari pada dasarnya dibagi menjadi tiga aspek, yaitu :

1. Intensitas cahaya

Intensitas cahaya adalah banyaknya energi yang diterima oleh suatu tanaman per satuan luas dan per satuan waktu ($\text{kal}/\text{cm}^2/\text{hari}$). Pengertian intensitas disini termasuk dalam lamanya penyinaran yaitu lama matahari bersinar dalam satuan hari. Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman sejauh mana erat dengan proses fotosintesis.

Semakin besar jumlah energi yang tersedia akan memperbesar jumlah hasil fotosintesis sampai dengan maksimum. Untuk menghasilkan berat kering yang maksimal, tanaman memerlukan intensitas cahaya penuh. Pada proses fotosintesis, besarnya kuat cahaya minimal 100-200 ft-c.

2. Kualitas cahaya

Cahaya matahari yang sampai ada tajuk atau kanopi tanaman tidak semuanya dapat dimanfaatkan, sebagian dari cahaya tersebut diserap, sebagian ditransmisikan, bahkan dipantulkan kembali. Kualitas cahaya matahari ditentukan oleh panjang gelombangnya. Radiasi dengan panjang gelombang 400-700 nm adalah yang digunakan untuk proses fotosintesis. Pengaruh kualitas cahaya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman telah banyak diselidiki, dimana diketahui bahwa spektrum yang nampak diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Apabila tanaman ditumbuhkan pada cahaya biru saja daunnya akan berkembang secara normal, namun batangnya akan menunjukkan tanda-tanda terhambat pertumbuhannya. Apabila tanaman ditumbuhkan pada cahaya kuning saja, cabang-cabangnya akan berkembang

tinggi dan kurus dan daunnya kecil-kecil. Hal ini membuktikan bahwa cahaya biru dan merah memegang peranan penting dalam proses fotosintesis.

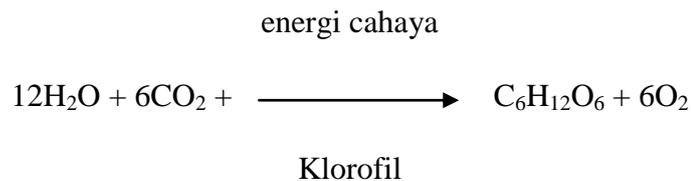
3. Fotoperiodesitas

Fotoperiodesitas atau panjang hari adalah panjang atau lamanya siang hari dihitung mulai dari matahari terbit sampai terbenam ditambah lamanya keadaan remang-remang. Panjang hari berubah beraturan sesuai dengan deklinasi matahari dan berbeda pada setiap tempat menurut garis lintang. Pada daerah equator panjang hari sekitar 12 jam per harinya, semakin jauh dari equator panjang hari dapat lebih atau kurang sesuai dengan pergerakan matahari (Sunu dan Wartoyo, 2006).

Cahaya matahari yang paling baik untuk tanaman adalah pada pagi hari. Pada pagi hari, kondisi udara masih dingin dengan stomata terbuka lebar sehingga unsur karbondioksida (CO_2) yang diserap untuk proses fotosintesis relatif banyak. Proses fotosintesis pagi hari sangat optimal, khususnya pada pukul 07.00-10.00. Sementara itu, pada siang hari stomata akan menutup rapat untuk menghindari dehidrasi karena penguapan. Akibatnya, suplai CO_2 sangat terbatas sehingga proses fotosintesis juga terbatas, khususnya pada pukul 10.00 hingga 14.00. Setelah itu, pada sore hari udara mulai dingin dan stomata mulai terbuka kembali. Karena itu, proses fotosintesis menjadi lebih aktif dibandingkan dengan kondisi pada waktu siang hari, contohnya pada pukul 14.00 hingga menjelang malam (Soeleman dan Donor, 2013).

2.3.2 Fotosintesis

Fotosintesis adalah suatu proses metabolisme dalam tanaman untuk membentuk karbohidrat yang menggunakan karbondioksida (CO₂) dari udara dan air dari dalam tanah dengan bantuan sinar matahari dan klorofil. Klorofil berfungsi sebagai penangkap energi matahari.



Reaksi fotosintesis terdiri dari:

1. Fase terang (reaksi yang memerlukan cahaya)
2. Fase gelap (reaksi yang tidak memerlukan cahaya)

Cahaya mempengaruhi fotosintesis berdasarkan intensitas cahaya, kualitas cahaya dan lamanya penyinaran. Pengaruh unsur cahaya tertuju pada pertumbuhan vegetatif dan generatif. Tidak semua energi cahaya matahari dapat diserap oleh tanaman. Cahaya yang dapat dilihat atau cahaya tampak saja yang berpengaruh pada tanaman dalam kegiatan fotosintesis (Jumin, 2008). Menurut Santoso (2010), respon fisiologis tanaman hias dan bunga terhadap cahaya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Radiasi 700-800 nm (Infra merah) : tanaman akan meninggi akibat internodia memanjang.
2. Radiasi 610-700 nm (merah) : fotosintesis pada puncak aktivasinya sehingga berefek morfogenetik.
3. Radiasi 510-610 nm (hijau-kuning) : respon fotosintesis minimum.

4. Radiasi 410-500 nm (biru) : fotosintesis akan aktif.
5. Radiasi 280-400 nm (ultra violet) : daun tanaman menebal dan padat sehingga pertumbuhan batang memendek.
6. Radiasi kurang dari 280 nm (ultra violet pendek) : cahaya yang tidak menguntungkan bagi tanaman, karena mengakibatkan kematian.

Sehingga cahaya yang memiliki radiasi 400-750 nm merupakan cahaya yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman hias.

2.3.3 Cahaya Buatan

Cahaya matahari merupakan sinar polikromatik yang terdiri dari berbagai warna mulai merah hingga ungu. Faktanya, hanya ada dua spektrum warna yang digunakan pada proses fotosintesis, yaitu warna biru dengan panjang gelombang 400-520 nm dan warna merah dengan panjang gelombang 610-720 nm. Warna biru untuk fase pertumbuhan vegetatif (pertumbuhan daun dan batang) dan warna merah untuk fase generatif (pembungan dan pembuahan). Sementara itu, untuk warna lain sebenarnya tidak terlalu mempengaruhi proses fotosintesis (Soeleman dan Donor, 2013). Cahaya buatan bisa diperoleh dari pantulan cahaya lampu karena mudah diperoleh dan mudah dalam merakitnya (Lingga, 1999). Cahaya buatan atau *growing light* kini sudah banyak tersedia yang warna utamanya terdiri dari warna biru dan merah. *Growing light* digunakan untuk membantu proses fotosintesis pada tanaman yang kekurangan cahaya matahari seperti didalam rumah (Soeleman dan Donor, 2013).

Pada penelitian Shimizu *et. al.* (2011), penggunaan lampu LED lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan lampu neon dalam menumbuhkan tanaman

yang lebih sehat dan lebih cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju fotosintesis selada lebih besar pada lampu merah monochromic digabung dengan lampu LED merah dan biru. Namun, berbeda dengan penelitian Acero (2013) yang menunjukkan bahwa warna putih lampu neon menghasilkan hasil yang lebih tinggi pada pertumbuhan tanaman pakcoy. Sedangkan pada penelitian Lin *et. al.* (2013) menunjukkan bahwa gabungan RBW (Red-Blue-White) LED menghasilkan banyak efek positif pada pertumbuhan, pengembangan, nutrisi, penampilan dan kualitas dari tanaman selada.



Gambar 1. Lampu LED

Sumber: *Sugara, 2012.*

Tabung lampu untuk menyinari tanaman diberi tudung yang berfungsi sebagai kap agar cahaya tidak mengarah ke atas yang dapat menyilaukan mata dan bertindak sebagai reflektor (pemantul cahaya) ke arah tanaman yang berada di bawahnya. Pada saat tanaman masih rendah diusahakan agar jarak antara lampu dan pot kira-kira sejauh 20 cm dan jika tanaman sudah dewasa, jarak lampu ditambah sampai

kira-kira 40 cm. Namun perlu dijaga agar tanaman menerima cahaya yang seimbang. Jika daun menggerombol rimbun, ini berarti tanaman menerima cahaya terlalu banyak karena lampu dipasang terlalu dekat atau tanamannya kurang banyak. Sebaliknya, jika daun tumbuh jarang dan panjang-panjang, maka tanaman perlu cahaya lebih banyak. Hal ini bisa terjadi jika jarak lampu terlalu jauh atau jumlah tanaman untuk satu lampu terlalu banyak (Soeseno, 1987).

Jumlah cahaya yang diperlukan umumnya dinyatakan dalam satuan watt yaitu 15-20 watt setiap 1000 cm² permukaan medium tanam dalam pot. Untuk tanaman hidroponik tidak perlu diterangi siang malam secara terus-menerus selama 24 jam. Tanaman tempat teduh seperti suplir, pakis kawat, dan beberapa jenis anggrek hanya perlu penyinaran selama 12 jam saja misalnya antara jam 8 pagi sampai jam 8 malam). Sedangkan tanaman yang biasa tumbuh di tempat terbuka, hanya perlu penyinaran selama 16 jam (misalnya antara jam 7 pagi sampai jam 11 malam). Setelah itu tanaman memerlukan suasana gelap (Soeseno, 1987).