

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1. Biologi Tanaman *Hylocereus undatus*

2.1.1. Klasifikasi

Menurut <http://www.natureserve.org/explorer> (2002) kedudukan tanaman *H. undatus* dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Phylum : Anthophyta
Class : Dicotyledoneae
Order : Caryophyllales
Family : Cactaceae
Genus : *Hylocereus*
Spesies : *Hylocereus undatus*

2.1.2. Deskripsi tanaman

Menurut Morton (1987) *H. undatus* bersifat epifit atau terestrial dikenal merambat pada apa saja mulai dari pohon sampai dinding bata. Batang berusuk/bersisir/bersisi 3, mempunyai pinggiran yang berduri, berwarna hijau, tumbuh memutar dengan bertambahnya umur. Mempunyai buah membujur, diameter 10-12 cm, berwarna merah dengan tertutupi dengan sisik-sisik foliceous, isi buah lembut dan enak dimakan ketika telah masak (Socha, 2003).

2.1.3. Asal dan Distribusi .

Hylocereus undatus tumbuh secara endemik di daerah Amerika yang beriklim tropik tetapi telah dibudidayakan diseluruh dunia mulai dari Israel sampai Cina, *H. undatus* kebanyakan digunakan sebagai perintang alami atau pagar.

H. undatus ini telah dibudidayakan di area Padang pasir Negev di Israel. Kegiatan tersebut diselenggarakan oleh Ben- Gurion University.(Socha, 2003).

2.2. Metabolisme

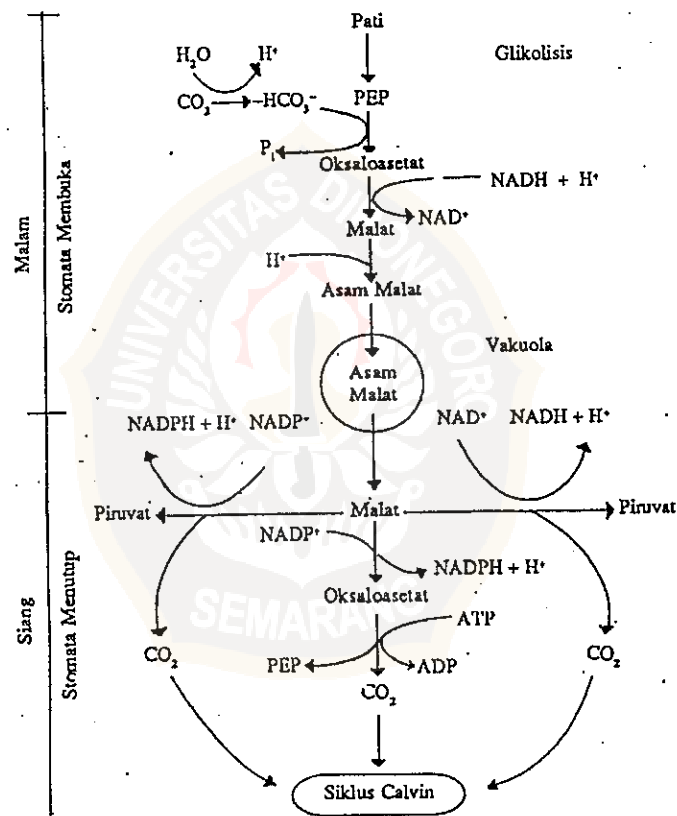
Tanaman *H. undatus* merupakan anggota suku Cactaceae yang mengalami metabolisme CAM (Crassulacean Acid Metabolism). Pada tumbuhan CAM stomata membuka dan pemasukan CO₂ terjadi pada malam hari ketika penguapan terjadi hanya sedikit (Mizrahi dan Nerd,1999).

Keunikan dari CAM adalah pembentukan asam malat pada malam hari dan penguraiannya pada siang hari. Pembentukan asam malat pada malam hari ini dibarengi dengan penguraian gula, pati atau polimer glukosa yang mirip dengan pati. Asam malat merupakan jenis asam yang paling banyak terbentuk, tetapi pada beberapa spesies juga terakumulasi dalam jumlah yang lebih rendah jenis asam-asam lainnya, seperti asam sitrat dan asam isositrat.(Lakitan, 1993)

Model fiksasi CO₂ dapat dilihat pada gambar 01. Pada malam hari, pati diurai melalui reaksi glikolisis sampai PEP terbentuk. CO₂(lebih tepatnya HCO₃⁻) bereaksi dengan PEP untuk membentuk oksaloasetat dengan bantuan enzim PEP karboksilase. Oksaloasetat selanjutnya direduksi menjadi malat dengan bantuan

enzim malat dehidrogenase dan pereduksi NADH. Malat yang terbentuk kemudian disimpan pada vacuola dalam bentuk asam malat. (Lakitan, 1993)

Pada siang hari, asam malat diangkut keluar dari vacuola secara difusi pasif. Asam malat dalam sitosol akan didekarboksilasi untuk membebaskan kembali CO_2 . CO_2 yang dibebaskan oleh rubisco akan difiksasi kembali untuk membentuk 3-PGA. Reaksi-reaksi selanjutnya adalah sama dengan reaksi-reaksi pada siklus Calvin sebagaimana berlangsungnya pada tumbuhan C-3. (Lakitan, 1993).



Gambar 01. Model fiksasi CO_2 pada tumbuhan CAM

2.3. Pengaruh Fisiologis Cahaya

Kegiatan fotosintesis itu ada sangkut-pautnya dengan sifat klorofil yang spektrumnya juga mempunyai dua puncak, yaitu di nila dan merah. Puncak kegiatan fotosintesis sesuai dengan banyaknya sinar dan tingginya temperatur. Pada umumnya tumbuhan di daerah tropik tidak dapat melakukan fotosintesis pada temperatur lebih rendah dari 5°C . Maka meskipun sinar cukup dan CO_2 pun tidak berkurang akan tetapi kegiatan fotosintesis akan terhambat, jika temperatur tetap rendah. Hal tersebut dikatakan, bahwa temperatur merupakan faktor penghambat (*limiting factor*). Sebaliknya, kalau tersedia cukup CO_2 sedang temperatur cukup tinggi (optimal ialah antara 10° sampai 35°C), akan tetapi sinar kurang banyak, maka penambahan CO_2 ataupun peninggian temperatur tidak akan mengakibatkan giatnya fotosintesis. Maka dapat dikatakan, bahwa sinar merupakan faktor penghambat. Daerah tropik, di mana sinar matahari dan temperatur (di daratan rendah terutama) ada berlebih-lebihan, maka umumnya CO_2 merupakan faktor penghambat. (Dwijoseputro, 1986)

Loveless (1991) menyatakan bahwa kecepatan fotosintesis dipengaruhi oleh faktor luar (lingkungan) dan faktor dalam (karena keadaan di dalam tumbuhan) walaupun pembagian itu tidak selalu jelas batasnya. Faktor-faktor luar adalah konsentrasi karbon dioksida, persediaan air, intensitas cahaya, dan suhu. Faktor-faktor dalam ialah kandungan klorofil, faktor-faktor protoplasma, ketahanan terhadap difusi gas bebas, dan penimbunan hasil fotosintesis.

Beberapa respon tumbuhan terhadap naungan yang berbeda-beda adalah dilakukan melalui auxin dan efeknya timbul karena berkurangnya efektivitas

auxin pada keadaan cahaya yang terik. Sebagai contoh, tumbuhan yang tumbuh dalam gelap atau cahaya yang lemah akan mempunyai batang yang panjang dengan ruas yang lebih panjang dari tumbuhan yang mendapat cahaya terang. (Heddy, 1986).

Tumbuhan yang berada lama dalam cahaya yang lemah, ia akan mengalami etiolasi, yakni batangnya menjadi sangat panjang tanpa jaringan serabut penyokong yang cukup daunnya keputih-keputihan tanpa klorofil yang cukup. Jika intensitas cahaya tidak naik kematian akan terjadi. Sebaliknya penyinaran berlebihan akan menimbulkan tumbuhan yang kerdil dengan perkembangan yang abnormal yang akhirnya berakhir dengan kematian. Tumbuhan memerlukan intensitas cahaya yang tertentu, yang berbeda dari satu spesies dengan spesies tumbuhan yang lain, untuk tumbuh dengan baik. (Heddy, 1986).

Perbedaan tanggapan terhadap peningkatan intensitas cahaya antara tumbuhan yang cocok untuk kondisi ternaung (*shade plants; indoor plants*) dengan tumbuhan yang biasa tumbuh pada kondisi tidak ternaung adalah :

1. Tumbuhan cocok-ternaung menunjukkan laju fotosintesis yang sangat rendah pada intensitas cahaya tinggi dibanding tumbuhan cocok-terbuka.
2. Laju fotosintesis tumbuhan cocok-ternaung mencapai titik jenuh pada intensitas cahaya yang lebih rendah dibanding tumbuhan cocok terbuka.
3. Laju fotosintesis tumbuhan cocok-ternaung lebih tinggi dibanding tumbuhan cocok-terbuka pada intensitas cahaya yang sangat rendah.

4. Titik kompensasi cahaya untuk tumbuhan cocok ternaung lebih rendah dibanding tumbuhan cocok terbuka. (Lakitan, 1993).

2.4. Laju Fotosintesis Berbagai Spesies Tumbuhan

Fotosintesis meliputi reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang meliputi proses pemecahan air setelah cahaya ditangkap pigmen selanjutnya terjadi eksitasi elektron yang kemudian ditransfer untuk membentuk karbohidrat.

Laju fotosintesis berbagai spesies tumbuhan yang tumbuh pada daerah yang berbeda seperti gurun kering, puncak gunung, dan hutan hujan tropika, sangat berbeda. Kapasitas fotosintesis daun – diartikan sebagai laju fotosintesis per satuan luas daun pada keadaan jenuh, konsentrasi CO₂ dan O₂ normal, suhu optimum dan kelembaban nisbi tinggi-beragam dengan kelipatan hampir dua besaran. Perbedaan ini sebagian disebabkan oleh adanya keragaman cahaya suhu, dan ketersediaan air, tapi tiap spesies menunjukkan perbedaan yang besar pada kondisi khusus yang optimum bagi mereka. Spesies yang tumbuh pada lingkungan yang kaya sumberdaya mempunyai kapasitas fotosintesis yang jauh lebih tinggi daripada spesies yang tumbuh pada lingkungan dengan persediaan air, hara, dan cahaya yang terbatas. Kapasitas tertinggi ditemukan pada tumbuhan gurun setahun dan rumputan gurun bila air tersedia. Spesies dengan lintasan C-4 untuk penambatan CO₂nya, umumnya mempunyai laju fotosintesis tertinggi, sedangkan tumbuhan sukulen gurun yang tumbuh lambat dan menganut metabolisme asam crassulaceae (CAM), termasuk paling lambat laju fotosintesisnya. Hanya sedikit data tersedia bagi tumbuhan CAM. (Salisbury dan Ross, 1995).

2.5. Faktor Lingkungan Tanaman Kaktus

Rismunandar (1984) menyatakan setiap jenis tumbuhan membutuhkan lingkungan yang khusus. Lingkungan ini meliputi daerah yang luas atau lingkungan makro dan lingkungan yang terbatas atau lingkungan mikro, misalnya di rumah atau pekarangan. Sifat-sifat lingkungan makro ditentukan oleh 4 faktor dan keempat faktor tersebut saling berinteraksi sehingga menimbulkan suasana tertentu, yaitu :

1. Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat menentukan tinggi rendahnya suhu udara.

2. Iklim

Iklim ditentukan oleh tinggi rendahnya hujan, banyaknya sinar matahari, suhu udara dan dingin serta telah diuraikan bahwa kaktus adalah penghuni dari Benua Amerika, jelaslah kiranya bahwa tanaman kaktus dapat tumbuh didaerah yang iklimnya berbeda-beda mulai dari iklim sub tropis sampai tropis.

3. Tanah

Daerah kaktus yang paling luas adalah tanah-tanah padang pasir yang kering, sangat panas, hujan alakadarnya, pada malam hari sangat dingin dan anginnya sangat kencang. Padang pasir pada hakekatnya banyak mengandung zat-zat mineral yang diperlukan tanaman kaktus kecuali air. Indonesia dengan iklimnya yang tropis tanaman kaktus dapat tumbuh sepanjang tahun, asal ditanam dalam tanah yang sesuai dengan tanah asalnya.

4. Air

Tanaman kaktus menghendaki tempat poreus. Lebih baik kekurangan air daripada kelebihan.

Mizrahi dan Nerd (1999) menyatakan toleransi cahaya bagi kaktus perambat - Genus *Selenicereus* dan *Hylocereus* yang asalnya dari habitat yang ternaungi di iklim sub tropik dan tropik Amerika, menunjukkan bahwa untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal mereka harus ditanam dalam nethouse dan memerlukan tingkatan naungan (antara 30-60%) bergantung dari jenis spesiesnya dan lokasi tanamnya, kemungkinan karena keunikan dari karakteristik kulitnya (lapisan lilin dan ketebalan kulit).

Irigasi dan pemupukan bagi kaktus perambat/epifit, Mizrahi dan Nerd (1999) menganjurkan agar diirigasi dengan air 150 mm /tahun dan dipupuk dengan 35 ppm N dari pupuk 23N-7P-23K. Beberapa petani menggunakan formula sendiri dan mungkin dengan mengirigasi sebanyak 250 mm/tahun. Beberapa eksperimen pendahuluan menunjukkan perbedaan besar di antara spesies dalam respon pada pengaturan air. *Hylocereus undatus* mempunyai karakteristik mempunyai lapisan lilin menutupi "kulitnya", stomata tenggelam dalam epidermis dan jaringan batang berisi sangat banyak parenkim.

2.6. Pertumbuhan

Menurut Salisbury dan Ross, (1995) pertumbuhan berarti pertambahan ukuran. Karena organisme multisel tumbuh dari zigot, pertambahan itu bukan hanya dalam volume, tapi juga dalam bobot, jumlah sel, banyaknya protoplasma dan tingkat kerumitan. Pada banyak kajian pertumbuhan bisa diukur. Teorinya,



semua ciri pertumbuhan yang disebutkan tadi bisa diukur tapi ada 2 macam pengukuran yang lazim digunakan untuk mengukur pertambahan volume atau massa. Pertambahan volume (ukuran) sering ditentukan dengan cara mengukur perbesaran kesatu atau dua arah, seperti panjang (misalnya tinggi batang), diameter (misalnya diameter batang), atau luasnya (misalnya luas daun). Pengukuran volume, misalnya dengan cara pemindah air, bersifat tidak merusak, sehingga bersifat tidak merusak, sehingga tumbuhan yang sama dapat diukur berulang-ulang pada waktu yang berbeda-beda. Pertambahan massa sering ditentukan dengan cara memanen seluruh tumbuhan atau bagian yang diinginkan, dan menimbanginya cepat-cepat sebelum air terlalu banyak menguap dari bahan tersebut. Ini adalah massa segar, yang nilainya agak beragam, bergantung dari pada status air tumbuhan. Sebagai contoh, daun sering mempunyai massa segar lebih besar pada pagi hari daripada tengah hari, hanya karena adanya transpirasi.

Berbagai masalah yang timbul dari kandungan air yang beragam tersebut, maka banyak orang, terutama yang tertarik pada produktifitas tanaman budidaya, lebih suka menggunakan pertambahan massa kering tumbuhan atau bagian tumbuhan sebagai ukuran bagi pertumbuhannya. Masa kering lazim diperoleh dengan cara mengeringkan bahan tumbuhan yang baru saja dipanen selama 24 hingga 48 jam, pada suhu 70° sampai 80°C. (Salisbury dan Ross, 1995)

Tahapan dalam pertumbuhan dan perkembangan sel

Menurut Salisbury dan Ross (1995) bermacam ragam bentuk yang mengagumkan dihasilkan dari proses pertumbuhan dan perkembangan (terdapat hampir 285.000 spesies tumbuhan berbunga), namun itu semua merupakan hasil

dari tiga peristiwa yang sederhana pada tingkat sel. 1). Pembelahan sel: satu sel dewasa membelah menjadi dua sel yang terpisah, yang tidak selalu serupa satu sama lain. 2).Pembesaran sel: salah satu atau kedua sel anak tersebut membesar volumenya. 3).Differensiasi sel : sel yang barangkali sudah mencapai volume akhirnya menjadi terspesialisasi dengan cara tertentu. Berbagai macam cara sel membelah, membesar dan terspesialisasi telah menghasilkan berbagai jenis jaringan dan organ tumbuhan, dan banyak jenis tumbuhan.

2.7. Hipotesis

Intensitas cahaya menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan fotosintesis (Lovelles, 1991). *Hylocereus undatus* adalah satu tanaman yang berklorofil dan melakukan fotosintesis maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh naungan matahari terhadap pertumbuhan *H. undatus*.
2. Terdapat pengaruh naungan matahari ternaungi terbaik bagi tanaman *H. undatus*.