

**STRUKTUR AKAR, KANDUNGAN HARA Ca, Mn, N DAN
KLOORIFIL SEMAI CENDANA (*Santalum album* L.) DENGAN
DAN TANPA “HOST PLANT”¹**

Oleh² : Suyitno Al; Ratnawati; Surachman; Made Sukarna

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati keunggulan sistem perakaran, kadar Ca, Mn dan N serta kadar klorofil semai cendana yang tumbuh bersama inang, sekaligus mengidentifikasi defisiensi hara yang dialami semai cendana tanpa inang.

Bahan penelitiannya adalah semai cendana. Sebagian semai cendana (umur 2 bl) ditumbuhkan bersama inang, dan sebagian yang lain dibiarkan tumbuh tanpa inang, dalam polibag (30 x 40 cm, berisi lk 5 kg media pasir-sekam-tanah kompos = 1 : 1: 1), masing masing 20 tanaman. Sengon (*Albazia falcata*) dipilih sebagai inang karena potensinya mensuplai N (tumbuhan Leguminosae). Setelah 6 bulan penumbuhan, dilakukan pengukuran terhadap kadar Ca, dan Mn (n = 7), serta kadar N dan klorofil daun (n = 4), yang diambil secara acak dari sampel yang ada. Selain itu juga dilakukan pengamatan kualitatif terhadap struktur akar semainya. Kadar Ca dan Mn “shoot” diukur dengan AAS. Kadar N-total dianalisis dengan metode Kjeldhal, sedang kadar klorofil diukur dengan spektrofotometer UV menurut metode Wintermans dan de Mote pada panjang gelombang 649 dan 665 nm, pelarut ethnaol 96 %. Data hasil pengukuran dianalisis secara statistik dengan Uji T.

Hasilnya adalah sbb: 1) Semai cendana berinang hidup lebih baik terlihat dari tingkat pertumbuhan akar dan batang, kadar klorofil daun, kadar N-total jaringan dan Ca yang nyata lebih tinggi daripada semai cendana yang tidak berinang, 2) Semai tanpa inang mengalami defisiensi N dan Ca, dengan reduksi pertumbuhan mencapai 33,3 %, klorosis dan daun rontok dari pucuk, 3) Keunggulan semai cendana berinang adalah tumbuh lebih cepat, akar berkembang, serta mendapat suplai N dan Ca yang memadai, yang tak dapat terpenuhi bila tanpa inang.

¹ Makalah Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA dan Pend. MIPA, 26 Oktober 2002, FMIPA UNY

² Staf Edukatif FMIPA UNY

**THE ROOT STRUCTURE, MINERAL CONTENTS OF Ca, Mn, N AND
CHLOROPHYL OF SANDALWOOD (SANTALUM ALBUM) SEEDLING
WITH AND WITHOUT HOST PLANT³**

By⁴ : Suyitno Al; Ratnawati; Surachman; Made Sukarna

ABSTRACT

This research was designed to observe the excellency of root system development, content of Ca, Mn, N and chlorophyll of Sandalwood seedling that were grown with and without of host plant, and so to identify the nutrition deficiency which it was suffered by sandalwood seedlings without host plant.

The objects of this research are sandalwood seedlings. Twenty of two months old's seedlings were grown with without host plant, on the polibag (30 x40 cm) with 5 kilo's media, its content of sand, rice coat and compost = 1 : 1 : 1). The Measurement of root system, content of Ca, Mn (n = 7), N and Chlorophyll (n = 4) be done in the last experiment after 6 months of growth period that be taken randomly from the sample we have, and so observe the root system qualitatively. Sengon (*Albizia falcata*) was chosen because its capability to supplies N adequately. Contents of Ca and Mn were measured by AAS, total of N by Kjeldhal method and chlorophyll by UV-Spectrophotometer followed Wintermans and De Mott method with ethanol 96 % as its solvent, at the wave long 649 and 665 nm. Data was analysis by T-test. The results of this research are : 1) The root growth of seedling with host plant is better than the seedling without host plant. 2) The contents of chlorophyll, N-total and Ca are significantly higher in seedling with host plant, 3) The seedling without host plant were suffered a deficiency of N and Ca, and reduced growth up to 33,3 %, chlorotics and run-off of their young leaves. On the contrary, Sandalwood which grown with host plant, their root system, and contents of their mineral (Ca, Mn, N) and chlorophylls are greater and grew better.

³ Makalah Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA dan Pend. MIPA, 26 Oktober 2002, FMIPA UNY

⁴ Staf Edukatif FMIPA UNY

I. PENDAHULUAN

Cendana merupakan tanaman komoditas bernilai ekonomi tinggi karena menjadi sumber bibit minyak wangi yang mahal, dan bahan kerajinan kayu (industri cenderamata), namun karena unik (**parasit akar**), selain pertumbuhannya lambat, hidupnya harus ditopang oleh keberadaan tanaman lain sebagai inang. Keberadaan inang dapat dikatakan mutlak bagi cendana karena kemampuan hidup tanpa inang sangat terbatas. Hal ini terkait dengan keterbatasan kemampuan tanaman ini dalam menyerap unsur hara (nutrisi) dari tanah. Walaupun berdasar pengamatan semai cendana masih bertahan hidup tanpa inang hingga dua tahun, namun tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik dan mengalami gejala defisiensi. Untuk mendukung budidaya cendana, masyarakat perlu dibantu informasi tentang jenis-jenis inang potensial untuk cendana, dan diyakinkan akan pentingnya pemilihan inang, terkait dengan informasi tentang keunggulan secara fisiologis semai cendana yang hidup dengan inang yang cocok.

Dari penelitian sebelumnya ditunjukkan bahwa ada banyak tumbuhan yang dapat menjadi inang bagi cendana, antara lain *Acasia vilosa* dan *Leucaena glauca* (Hasanbasri dan Gaol, 1987), turi (Surachman, 1989), kacang tanah, kacang panjang, kacang tolo dan kedelai (Wuryadi, dkk. 1992). Semai cendana yang tak berinang akan tumbuh sangat lambat dan mengalami defisiensi hara, yakni daun klorosis (Hamzas, 1987). Gejala defisiensi bermula dari bagian daun muda dan pada tingkat kronis, gejala defisiensi merambat ke daun lain yang lebih tua, serta terjadinya gugur daun dari bagian pucuk. Berdasar pengalaman, sebagian masyarakat tahu bahwa semai akan tumbuh baik bersama inang yang cocok, namun tidak mengetahui dimanakah kontribusi inang secara fisiologis terhadap hidup cendana. Sebaliknya, walaupun semai cendana dapat bertahan hidup cukup lama, mengapa pertumbuhannya menjadi sangat lambat dan mengalami defisiensi. Ini menarik untuk diteliti guna permasalahan tersebut.

Surachman (1989) membuktikan bahwa semai dengan inang turi hidup lebih baik daripada semai tanpa inang, dan bahwa pemupukan N dan P tidak mampu memperbaiki kualitas pertumbuhan semai cendana., yang mengisyaratkan bahwa akar cendana kurang mampu menyerap N dan P

secara efektif. Kemampuan penyerapan akar terkait dengan tingkat perkembangan akarnya, seperti biomasa akar, intensitas percabangan, intensitas rambut akardan struktur anatomis jaringan korteks akarnya.

Umumnya tumbuhan meningkatkan kemampuan menyerap nutrisi dengan meng hasilkan sistem perakaran yang lebat, dan hal ini yang tidak dimiliki oleh cendana. Salisbury dan Ross (1985 : 114) menegaskan bahwa bentuk perakaran lebih banyak dikontrol oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan, walaupun faktor lingkungan juga mempengaruhi hasil pembentukan akarnya. Kemampuan tumbuhan menyerap nutrisi dari tanah melalui akar dikenal dengan “nutrient foraging”. Menurut Irene Redge (1991:128), kemampuan tersebut dipengaruhi oleh tiga cara : 1) dengan mengubah geometri akar, yang terkait dengan diameter akar, dan pemanjangan akar, 2) dengan mengubah kemampuan memanfaatkan ion di tanah, dan 3) dengan membentuk asosiasi dengan organisme lain (“bakteri, jamur atau tumbuhan lain”) yang mampu memberi suplai nutrisi. Sistem perakaran yang berkembang akan memberi fasilitasi aktivitas penyerapan. Menurut Cwawford (Hall, 1976:204), akar mampu berkembang dalam merespon terhadap distribusi mineral dan air tanah. Seperti halnya hasil pengamatan Saker dan Ashley (Hall, 1976: 203) bahwa perbanyakan akar lateral barley terjadi pada bagian yang mengandung banyak nutrisi

Beberapa pendekatan pengujian terhadap tingkat kemampuan akar menyerap hara yang dapat dilakukan, yakni 1) tracer denan hara berlabel (isotop), 2) perlakuan nutrisi diikuti dengan analisis hara jaringannya, dan 3) analisis kadar hara-hara tertentu yang diduga kuat terkait dengan gejala defisiensi yang timbul. Berdasar gejala defisiensi yang pemunculannya dimulai dari daerah pucuk, dapat diduga bahwa semai cendana mengalami defisiensi unsur hara immobil, seperti Ca dan Mn. Gejala defisiensi daerah pucuk atau daun muda dapat juga disebabkan oleh defisiensi unsur-unsur mobil seperti Bo, Mg, Cu, Fe dan S. Kekurangan unsur Cu, Bo, Fe dan S akan menimbulkan gejala defisiensi pada daerah pucuk atau daun muda (Bidwell, 1979: 267). Namun gejala defisiensi hara mobil dapat segera teratasi dengan translokasi hara dari bagian organ yang lain. Warna daun yang menjadi semakin kuning dapat juga disebabkan karena defisiensi nitrogen (N). Beberapa hara yang immobil adalah Ca dan Mn dan ke dua

unsur tersebut sangat sedikit yang dapat didistribusi (Goor and Wiersma: 1992).

Unsur-unsur makro yang sangat dibutuhkan tumbuhan meliputi C,H,O,N,S, P,Mg,K dan Ca, sedangkan unsur mikronya meliputi Mn,Cu,Mo,Zn, dan Fe. Unsur N sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif, karena N sebagai unsur pembentuk protein, enzim dan asan nukleat. Unsur fosfor (P) sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif dan memacu perbungaan. Fosfor dan kalium (K) sangat berperan dalam memacu perbungaan dan pemasakan buah. Zat magnesium (Mg) dan besi (Fe) sangat dibutuhkan dalam pembentukan klorofil. Mg juga berperan sebagai kofaktor beberapa jenis enzim metabolisme. Sulfur dan fosfor berperan dalam produksi energi ATP. Mangan (Mn) membantu dalam pembentukan klorofil dan penyerapan nitrogen. Boron (Bo) membantu pertumbuhan jaringan meristem. Zeng (Zn) juga dibutuhkan dalam biosintesis auxin. Sedang molibdenum (Mo) berperan membantu pengikatan nitrogen (N₂) oleh bakteri zat lemas.

Defisiensi timbul bila zat hara tidak terpenuhi dalam jumlah kebutuhan minimalnya. Ketersediaan nutrisi di lingkungan sangat dipengaruhi oleh pH, tekstur dan struktur tanah, kapasitas tukar ion tanah dan kandungan bahan organik tanah. Untuk itu tanaman membutuhkan media tumbuh yang ketersediaan haranya memadai. Tingkat kebutuhan hara makro dan mikro pada antar jenis tanaman berbeda-beda. Contoh, Smith (Bidwell, 1979:255) menemukan bahwa status kebutuhan nutrisi optimum tanaman jeruk (*Citrus sinensis*) 2,5-2,7 % (N), 0,12-0,16 % (P), 3,0-4,5 % (Ca), 0,20-0,39 % (S), 25-30 ppm (Mn). Tanaman tersebut akan mengalami defisiensi bila kandungan unsur tersebut kurang dari 2,2 % (N), 0,09 % (P), 1,5 % (Ca), 0,14 % (S) dan 18 ppm (Mn). Demikian pula untuk pertumbuhan semai cendana membutuhkan kisaran tertentu untuk mendukung pertumbuhan optimumnya, dan akan mengalami defisiensi bila status nutrisinya tidak memenuhi kebutuhan minimalnya.

Defisiensi Ca menimbulkan gejala pucuk mati dan daun muda mengalami nekrosis, membengkok kemudian mati pada bagian pucuk dan tepi daunnya. Kalsium sangat berperan dalam sintesis pektin penyusun lamela tengah dinding sel. Ca juga berperan dalam metabolisme,

pembentukan inti dan mitokondria. Ca merupakan unsur yang sangat esensial bagi tumbuhan, sehingga kekurangan yang akut menimbulkan kerusakan atau bahkan kematian tanaman. Sedangkan unsur mangan (Mn) banyak berperan sebagai katalitik atau kofaktor kerja enzim pada enzim-enzim respiratori, fotosintesis, metabolisme nitrogen, termasuk nitrat reduktase dan juga mengaktifkan enzim biosintesis IAA. Kekurangan unsur Mn menyebabkan gejala bercak nekrotik. Kekurangan Fe menimbulkan bercak nekrotik tetapi pertulangan tetap hijau, sedang bila kekurangan sulfur maka pertulangan daun klorotik, walaupun tidak nekrotik.

Terkait dengan gejala defisiensi yang bermula dari bagian pucuk, daun muda dan meluas pula pada bagian daun yang lebih tua, maka perlu diteliti bagaimana kandungan unsur hara immobil (Ca dan Mn) dan unsur hara mobil esensial yang lain seperti N. Karenanya permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah : Bagaimana struktur akar, Kandungan hara Ca, Mn, N dan klorofil daun pada semai cendana dengan dan tanpa host plant. Tujuannya adalah untuk mengetahui keunggulan semai cendana yang hidup berinang terhadap semai yang tak inang, dilihat dari perkembangan struktur akar, kandungan Ca, Mn, N dan klorofil daunnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat : 1) menambah informasi keilmuan, khususnya tentang keunggulan fisiologis semai cendana yang hidup berinang, dilihat dari perkembangan struktur perakaran dan kandungan hara jaringannya, sekaligus mengidentifikasi defisiensi hara semai cendana yang hidup tanpa inang, 2) memberi kejelasan tentang faktor defisiensi hara pada semai cendana yang tak berinang, dan 3) meyakinkan masyarakat petani untuk mengupayakan inang yang cocok, terutama dari tumbuhan Leguminosae menahun (perennial) agar dapat mendukung pertumbuhannya secara berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Sebagai bahan penelitiannya adalah sejumlah semai cendana yang telah diseleksi homogenitasnya, yang digunakan sebagai objek penelitian, diamati respons perakaran dan kemampuannya menyerap beberapa jenis hara, antara yang ditumbuhkan dengan inang dan tanpa inang

B. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan di Green House dan kebun percobaan Jurdik. Biologi FMIPA UNY, selama lk. 8 bulan.

C. Variabel Penelitian

Penelitian difokuskan untuk mengamati respons perakaran dan mengukur kandungan beberapa jenis hara semai cendana yang hidup dengan inang dan tanpa inang, sebagai pendekatan untuk merunut keunggulan fisiologis semai cendana yang hidup dengan inang terhadap semai tanpa inang, dilihat dari perkembangan struktur akar, dan kandungan hara Ca, Mn dan N serta klorofil daunnya, sekaligus untuk mengidentifikasi defisiensi hara yang dialami semai cendana yang hidup tanpa inang. Dengan demikian maka variabelnya adalah sbb :

1. *Variabel bebas* : Ada tidaknya "host plant" (inang)
2. *Variabel tergayut* : a. Struktur perakaran
b. Kandungan Ca, Mn, dan N "shoot" (pucuk)
3. Kandungan klorofil daun

D. Disain Penelitian

Percobaan dirancang dengan rancangan acak lengkap yakni pengacakan pada saat penetapan pemberian perlakuan semai yang akan ditumbuhkan dengan atau tanpa inang. Tiap unit percobaan dilakukan dengan 20 tanaman. Untuk pengamatan dan pengukuran terhadap semua parameter dilakukan pada akhir percobaan, yakni setelah 6 bulan masa penumbuhan (umur lk 8 bulan). Untuk pengukuran hara Ca dan Mn bagian "shoot"-nya (mengingat terbatasnya dana), digunakan 7 tanaman ($n = 7$), sedang untuk pengukuran N dan klorofil digunakan 4 sampel tanaman ($n=4$).

E. Instrumen / Alat Penelitian

- a. Spektrofotometer-UV untuk analisis kadar klorofil
- b. Perangkat Mikro Kjeldhal untuk analisis N-total
- c. AAS untuk pengukuran kandungan Ca dan Mn

F. Prosedur Eksperimen

- a. Menyiapkan semaian cendana dari biji yang diseleksi dan berkualitas.
- b. Menyiapkan tanaman inang dan media tanam (tanah pasir-

sekam-tanah kompos = 1 : 1: 1) untuk penanaman semai cendana. Penanaman di dalam polibag 30 x 40 cm dengan tanah lk 5 kg. Dalam hal ini inang yang digunakan adalah sengon (*Albazia falcata*)

c. Pembuatan semaian :

Biji disemai pada media yang telah disiram terlebih dahulu. Penyemaian membutuhkan waktu antara lk 2 bulan. Sebagai sampel dipilih sejumlah semai yang homogen kualitas pertumbuhannya.

d. Penanaman semai untuk penelitian :

- 1). Semai cendana tanpa inang
- 2). Semai cendana dengan inang.

e. Memelihara tanaman hingga 6 bulan, kemudian percobaan diakhiri dan dilakukan pengukuran.

G. Metode Pengumpulan Data

Data dihasilkan dari hasil pengukuran terhadap parameter yang telah ditetapkan, yang dilakukan pada akhir percobaan.

1. Pengamatan struktur akar

Semai cendana dicabut secara hati-hati, kemudian diamati strukturnya. Selain itu juga dibuat sayatan penampang lintang akarnya untuk pengamatan mikroskopisnya. Pembuatan preparat di Lab. Anatomi Fakultas Biologi UGM.

2. Pengukuran kandungan Ca dan Mn bagian “shoot” (biomasa pucuk).

Pengukuran kandungan Ca dan Mn dilakukan di Lab. Kimia Jurdik. Kimia, FMIPA UNY, dengan AAS (Atomic absorption Spectrophotometer). Sedang kadar N-total dilakukan dengan mikro Kjeldhal.

3. Kadar klorofil diukur dengan spektrofotometer menurut metode Wintermans dan de Mote pada gelombang 649 dan 665 nm, pelarut ethnaol 96 %.

H. Teknik analisis data

Data hasil pengukuran kandungan beberapa jenis mineral (Ca, Mn, N) dan klorofil daun dianalisis secara statistik dengan uji T-test (Sudjana, 1989: 142-145), yakni untuk melihat ada tidaknya perbedaan kadar Ca, Mn, N dan kadar klorofil antara semai cendana yang tumbuh dengan inang dan tanpa inang. Uji T dilakukan dengan program Microstat. Sedang terhadap parameter struktur akar dan penampilan pertumbuhannya dianalisis secara deskriptif kualitatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penampilan Semai

Setelah selama 8 bulan masa penumbuhan, secara visual perbedaan pertumbuhan semainya nyata sangat berbeda. Dari semai yang pada awal perlakuannya (umur 2 bulan) rata-rata berdaun 8-10 buah, dengan ketinggian 11-13 cm, selama 6 bulan masa perlakuannya, menunjukkan kualitas pertumbuhan yang berbeda, terutama dari pencapaian berat kering, jumlah daun dan warna daunnya. Pertumbuhan semai cendana tanpa inang terjadi lebih lambat. Gejala yang sangat kontras terutama tampak pada jumlah produksi daun dan warna daunnya. Daun muda di daerah pucuk menjadi hijau, demikian pula daun-daun yang baru terbentuk, sehingga pertumbuhan dan produksi daun menjadi lebih tinggi (tabel 1).

Tabel 1. : Rerata jumlah daun dihasilkan dan berat kering pada semai cendana dengan dan tanpa inang

Semai Cendana	Jumlah daun	Berat kering (g)
1. Tanpa inang	19,50 a	0,396 a
2. Dengan inang	29,45 b	0,595 b

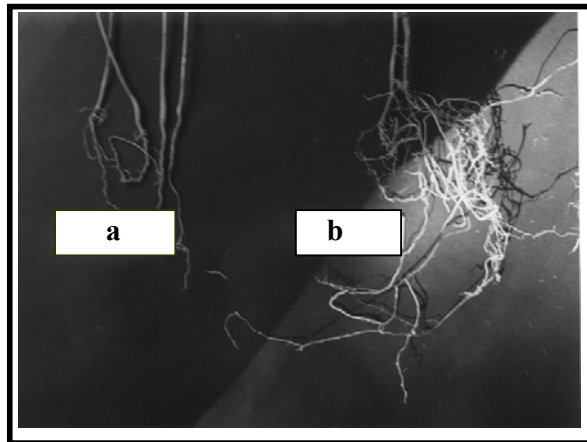
Keterangan : a dan b menunjukkan hasil uji T-test berbeda nyata ($p < 0,05$) antara semai dengan dan tanpa inang

Pertumbuhan atau produksi biomasa (berat kering) semai cendana berinang (0,595 g) nyata lebih tinggi dari semai tanpa inang (0,396 g), karena nutrisi yang dibutuhkan dapat dipenuhi dari inang yang ditumpang. Berdasar pencapaian berat kering tersebut, reduksi tingkat pertumbuhan telah mencapai 33,3 % selama 6 bulan masa penumbuhannya (umur 8 bulan). Tumbuhan dikatakan memasuki zona defisiensi bila telah mengalami reduksi pertumbuhan lebih dari 20 % (Salisbury and Ross, 1985: 103). Dengan ketercukupan nutrisi, pembentukan klorofil sebagai basis produksi

biomasa sangat menentukan laju pertumbuhan semai. Dengan kadar klorofil yang nyata lebih tinggi dibanding semai tanpa inang, maka laju fotosintesisnya lebih cepat.

B. Struktur Akar Semai Cendana

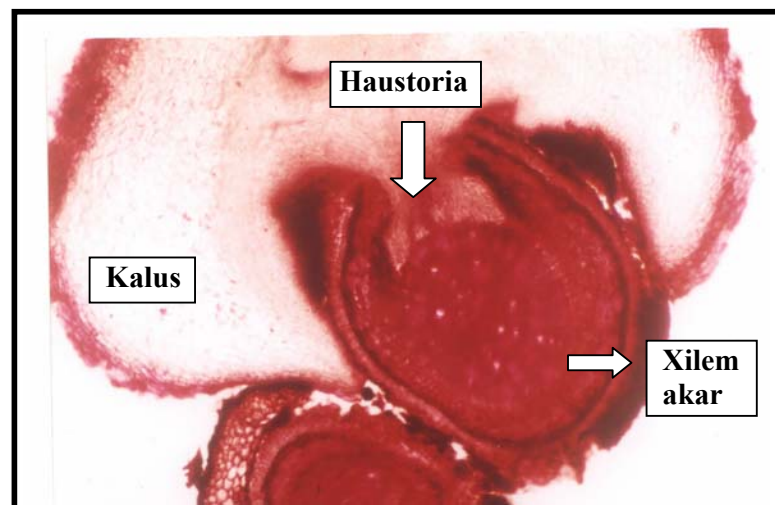
Perbedaan menonjol struktur akar cendana yang berhasil membentuk grafting atau mendapatkan inang fungsional dengan semai yang tanpa inang adalah laju pertumbuhan dan perkembangan sistem perakaran lateralnya. Perakaran semai dengan inang tumbuh dan berkembang jauh lebih intensif, terlihat dari ukuran dan intensitas percabangannya (Gb. 1). Sebaliknya, akar semai tanpa inang jauh lebih kecil, pendek dan hanya sedikit percabangannya. Seperti halnya organ batang, pertumbuhan akar membutuhkan suplai nutrisi dan fotosintat yang cukup. Dengan produktivitas yang besar dan suplai hara yang cukup dari inang, maka pertumbuhan akar pun terdukung.



Gb. 2 : Struktur makroskopis akar semai cendana tanpa (a) dan dengan inang (b)

Pada daerah-daerah dimana terjadi grafting atau pembentukan haustoria akar cendana ke akar inang, maka pertumbuhan akar secara keseluruhan menjadi lebih nyata, banyak terbentuk percabangan dan pertumbuhan akar-akar muda. Dengan demikian kemungkinan pembentukan grafting di tempat lain pada cabang akar inang yang sama, atau pada akar lain yang sesuai menjadi lebih besar. Di samping faktor jumlah grafting, maka ukuran grafting dan letak terbentuknya grafting

tampak menentukan efektivitas pengaruhnya terhadap pertumbuhan akar dan batang semai. Dengan demikian jumlah grafting saja tidak selalu berkorelasi positif dengan laju pertumbuhan semai cendana, walaupun dengan jumlah yang lebih banyak memberi peluang perolehan nutrisi yang lebih besar. Hasil penelitian Penelitian Wuryadi, dkk. (1992-25) menunjukkan bahwa tidak semua tumbuhan dapat menjadi inang yang baik, dilihat dari tingkat intensitas keberhasilan pembentukan graftingnya. Dari pengamatan yang dilakukan, posisi terbentuknya grafting juga memberi dampak yang berbeda pada pertumbuhan akar maupun batang semai secara keseluruhan. Pada semai yang dapat membentuk Grafting pada daerah pangkal akar atau akar cabang yang besar dari inang, pertumbuhan perakarannya cenderung lebih baik.



Gambar 2 : Contoh penampang lintang mikroskopis haustoria akar cendana

Surachman (1989:65) menemukan bahwa pembentukan grafting secara nyata dipengaruhi oleh faktor kehadiran inang. Di sisi lain, perlakuan pemupukan N dan P tidak memberi kontribusi nyata pada kandungan N dan P jaringan. Sebaliknya, kadar N jaringan nyata ditentukan oleh faktor inang. Dengan demikian, keberhasilan pembentukan grafting pada semai cendana berinang terkait dengan suplai N yang memadai, di samping suplai fotosintatnya yang lebih besar.

Pada bagian akar tertentu terbentuk bangunan seperti bintil, yang dalam

perkembangannya akan menjadi tempat pembentukan haustoria. Bangunan seperti bintil ini umumnya terbentuk pada bagian akar muda yang bersinggungan dengan akar inang. Secara mikroskopis, pada jaringan tersebut sebagian besar didominasi (berkembang) sel-sel parenkim sebagai kalus (Gb. 2). Pada struktur haustoria, jaringan penetrasi juga merupakan jaringan parenkim, yang masuk menembus korteks akar inang hingga mencapai daerah xilem (kayu). Dengan struktur demikian, dapat diyakini bahwa semai cendana melakukan perampasan terhadap nutrisi hasil absorpsi akar inang, dan bukan merampas fotosintat.

C. Kandungan Klorofil Semai

Pertumbuhan semai cendana tanpa inang jauh lebih lambat dibandingkan dengan cendana berinang. Pertumbuhan cendana mengalami percepatan karena berhasil membentuk grafting, terlihat dari perbedaan pencapaian berat keringnya. Perbedaan tingkat pertumbuhan ini tampak terkait langsung dengan perbedaan kadar klorofilnya (tabel 2).

Tabel 2 : Rerata kandungan klorofil daun (mg/ g jar.) semai Cendana dengan dan tanpa inang (n=4)

No	Tanpa inang	Dengan inang
1	3,103	5,254
2	2,968	10,269
3	2,657	17,959
4	2,674	17,432
Rerata	2,850 ± 0,22 a	12,728 ± 6,09 b

Rata-rata kadar klorofil cendana tanpa inang hanya sebesar 2,850 mg/g jar, jauh lebih rendah dibanding semai yang diberi inang (12,728 mg/ g jar). Secara visual terlihat dari daunnya yang kuning pucat. Sebaliknya daun cendana yang berinang cenderung berwarna hijau mantab. Karena itu pertumbuhannya lebih lambat. Seperti temuan Surachman (1989), inang mensuplai cukup N sehingga kaadar N jaringan pada semai berinang jauh lebih tinggi di banding semai tanpa inang. Selain itu, terbukti pula bahwa kemampuan menyerap N maupun P dari lingkungannya (pupuk) semai cendana adalah sangat kecil. Dengan demikian kehidupan semai mutlak

membutuhkan kehadiran inang. Untuk sintesis klorofil sangat dibutuhkan nitrogen, Fe dan Mg. Dengan berhasilnya akar haustoria menembus bagian jaringan xilem maka semai cendana mendapatkan aliran nutrisi yang dibutuhkan, termasuk unsur hara untuk sintesis klorofil. Dengan kadar klorofil yang tinggi maka produktivitas semai Cendana meningkat, sehingga mendukung percepatan pertumbuhan (pencapaian biomasa kering total) semainya.

A. D. Kandungan Mineral Jaringan

Berdasar gejala visual semai cendana adalah munculnya gejala defisiensi hara pada semai tanpa inang atau yang tidak mendapatkan inang. Menurut gejala yang ditunjukkan, terdapat beberapa kemungkinan defisiensi hara, di antaranya adalah N, Ca, Mg, Fe, dan Mn. Hasil analisis kimia jaringan terhadap hara N, Ca dan Mn tertuang dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3 : Rerata kandungan N, Ca dan Mn Semai cendana dengan dan tanpa inang

Jenis mineral	Tanpa Inang	Dengan Inang	Keterangan
N-total (%)	1,59 ± 0,182 a	2,140 ± 0,237 b	
Ca (%)	0,059 ± 0,027 a	0,964 ± 0,22 b	
Mn (ppm)	0,134 ± 0,04 a	0,187 ± 0,050 a	

Keterangan : Uji beda rata-rata dilakukan antara cendana dengan inang dan tanpa inang

Kadar N-total jaringan pada semai dengan inang lebih tinggi dibanding semai tanpa inang. Hal ini terjadi karena kontribusi inang. Perolehan aliran nutrisi semai cendana akan semakin mantab dengan semakin berkembangnya struktur haustoria, baik dari ukuran, jumlah, serta letak pembentukan grafting. Keberhasilan pembentukan grafting diikuti dengan perubahan daun muda menjadi semakin menghijau, produksi daun yang semakin cepat, ukuran daun yang lebih besar dan pencapaian biomasa kering yang lebih tinggi. Di samping itu, juga diikuti perkembangan sistem perakaran yang lebih baik, yang akan berdampak langsung pada kemampuan memperoleh nutrisi, baik dari inang yang ditumpangi, maupun dari hasil penyerapannya sendiri. Dengan sistem perakaran yang memiliki sistem percabangan dan pertumbuhan akar yang lebih baik, akan meningkatkan kemampuan dalam penyerapannya. Nitrogen menjadi salah satu penyusun rangka fitol klorofil akan

sangat menentukan kadar klorofil yang dapat dibentuk oleh daun. Selanjutnya klorofil akan menentukan produktivitas (fotosintesis) yang menghasilkan karbohidrat, yang akan menjadi basis pembentukan molekul-molekul dasar pembentuk biomasa tanaman. Dari kenyataan ini jelas bahwa defisiensi N menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya klorosis dan lambatnya pertumbuhan semai. Unsur lain yang terkait dengan pembentukan klorofil adalah Mg, karena kedudukannya sebagai inti dari cincin fitol klorofil. Dari hasil penelusuran kadar Mg sebelumnya, rata-rata kadar Mg bagian shoot semai cendana tanpa inang mencapai 0,185 % BK, sedikit lebih tinggi dibanding semai yang berinang, yakni sebesar 0,153 % BK. Fakta ini menguatkan bahwa klorosis yang terjadi bukan diakibatkan oleh Mg, melainkan defisiensi N.

Selain timbulnya klorosis yang disebabkan defisiensi N, gejala lambatnya pertumbuhan atau perkembangan daerah pucuk, atau bahkan gugurnya daun-daun muda, memberi indikasi kuat terjadinya defisiensi unsur immobil, seperti Ca. Rata-rata kadar Ca "shoot" (tabel 3) semai cendana tanpa inang hanya sebesar 0,0598 % dari berat keringnya (BK), jauh lebih rendah dibanding Ca semai cendana yang berinang. Hall (1984) menegaskan bahwa mineral tersebut sangat berperan pada pertumbuhan daerah pucuk atau jaringan muda karena fungsinya dalam sintesis asam pektat dan penyusun matrik dinding primer. Gejala ini tampak pada semai cendana tanpa inang. Dengan demikian nyata bahwa semai cendana yang hidup tanpa inang mengalami defisiensi Ca. Namun dari segi kadar Mn jaringan nya, walaupun ada kecenderungan semai berinang lebih tinggi, secara statistik perbedaannya tidak signifikan. Berdasar fakta ini maka status hara Mn yang tidak berbeda ini mengisyaratkan bahwa kemampuan menyerap Mn dari air tanah semai cendana berinang tidak berbeda dengan semai cendana tanpa inang.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Semai cendana yang hidup dengan inang, menunjukkan kualitas hidup yang lebih baik, terlihat dari tingkat pertumbuhan, kadar klorofil daun, kadar N-total jaringan dan Ca nyata lebih tinggi daripada semai cendana yang tidak mendapat inang.
2. Semai cendana yang hidup tanpa inang, pertumbuhannya terhambat dan mengalami klorosis karena mengalami defisiensi N dan Ca.
3. Semai cendana tanpa inang cenderung memiliki kadar Mn yang lebih rendah dan dapat mengarahkan pada timbulnya defisiensi Mn, yakni timbulnya gejala nekrosis pada daun.
4. Keunggulan semai cendana yang hidup dengan inang adalah pertumbuhan akar dan batangnya (shoot) karena ketidak-mampuannya menyerap N dan Ca dapat teratasi dari hasil suplai yang diperoleh dari inangnya. Dengan suplai N yang memadai, maka pertumbuhan batang, daun dan akar, serta pembentukan klorofil sebagai basis produktivitas tanaman menjadi terpacu.

B. Saran

1. Perlu digali jenis-jenis inang potensial golongan Leguminosae yang lain, terlebih tanaman keras yang dapat tumbuh di daerah tandus selain sengon yang dapat dimanfaatkan sebagai inang tetap cendana. Semai cendana yang berinang memiliki keunggulan penampilan pertumbuhan yang lebih cepat karena daun tumbuh baik dan tidak mengalami klorosis sehingga produktivitas (fotosintesisnya) lebih tinggi. Dengan struktur akar yang lebih berkembang, mendukung kemampuan akar cendana menyerap sebagian unsur hara langsung dari lingkungannya.
2. Mengingat begitu besar peran inang bagi pertumbuhan semai cendana, maka pemberian inang dalam upaya pengadaan bibit cendana sangat perlu dilakukan sedini mungkin, agar diperoleh kualitas semai yang lebih baik. Sengon merupakan salah satu alternatif tumbuhan inang yang ternyata cocok bagi cendana, yang di samping memiliki keunggulan dalam kemampuannya mensuplai N (sebagai tumbuhan Leguminosae), juga dapat dimanfaatkan seterusnya sebagai salah satu inang tetapnya, karena sengon merupakan tanaman menahun (perennial).

DAFTAR PUSTAKA

- Goor, B.J and D.Wiersma. 1992. Redistribution of Potassium, Calcium, Magnesium and Mangan on Plants. Institute for Soil Fertility, Oosterweg 92, Netherland:
- Hall. M.A. 1976. Plant Structure, Function and Adaptation. The English Language Book Society and Macmillan. London
- Hamzah, Zoefri, 1976. Sifat Silvika dan silvikultur Cendana (*Santalum album*, L.) di Pulau Timor. Lembaga Penelitian Hutan, Bogor
- Machmud,A. 1975. Masalah Pembinaan Hutan Cendana di Nusa Tenggara Timur. Dinas Kehutanan Dati-I, NTT.
- Ridge, Irene (eds). 1991. Plant Physiology . Hodder & Stoughton, The Open Univ. Kent.
- Rao ,M.Rana and Rao,Sahib. 1910. Notes on Sandal (Germination and Growth of Sandal Seedlings). Superintendent Government Printing, Calcuta India.
- Salisbury F.B and C.W. Ross, 1985. Plant Physiology. 3rd ed. Wadworth Pub.Comp., Belmont, California
- Soekotjo dan Harjanto J. 1970. Beberapa Catatan Tentang Kayu Cendana. Seksi Pengawetan dan Pengeringan Kayu, Fak. Kehutanan, UGM.
- Sudjana, 1989. Metode Statistik. Edisi 5. Tarsito Bandung
- Surachman, 1989. Respon pertumbuhan Semai Cendana Terhadap Pupuk dan Hospes. Tesis S-2 FPS UGM.
- Wuryadi, Surachman, Bambang S. dan Djukri. 1992. Efek jarak Tanam Hospes - Parasit dan Macam Tanaman Tumpang sari Sebagai Hospes Terhadap Pertumbuhan Parasit Semai (Seedling) Cendana (*Santalum album* L.). Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta.