

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH MEDIA TANAMAN JAMUR TIRAM DAN KONSENTRASI Em-4 TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PAKCHOY (*Brassica rapa L.*)

*The influence waste of growing media of oyster mushroom and concentration EM-4 to the growth and yield on Pakchoy (*Brassica rapa L.*)*

Rifa Danuri, Sartono Joko Santosa, Siswadi

Penelitian tentang “Pengaruh penggunaan limbah media tanam jamur Tiram dan konsentrasi Em-4 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Pakchoy (*Brassica rapa L.*)”. telah dilaksanakan mulai bulan Mei 2014 sampai bulan Juli 2014 di Kelurahan Sambirejo, Kecamatan Slogohimo, Kota Wonogiri dengan ketinggian tempat 500 meter di atas permukaan laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah media tanam jamur tiram dan pemberian EM-4 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoy

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor dan diulang 3 kali. Adapun kedua faktor tersebut adalah

1. Faktor I : limbah media tumbuh jamur tiram (L) terdiri dari 2 macam yaitu:

L₁ : Tanpa diberi limbah media tumbuh jamur tiram

L₂ : Diberi limbah media tumbuh jamur tiram

2. Faktor II : konsentrasi EM-4 (E) terdiri dari 4 taraf yaitu:

E₀ : Tanpa pemberian Em4

E₁ : EM-4 dengan konsentrasi 5 cc/l air

E₂ : EM-4 dengan konsentrasi 10 cc/l air

E₃ : EM-4 dengan konsentrasi 15 cc/l air

Kedua faktor perlakuan tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh 8 kombinasi perlakuan. Data dianalisis menggunakan Analisis Ragam, yang dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur pada taraf nyata 5%.

Hasil penelitian ini menunjukkan : (1) penggunaan limbah media tanam jamur tiram (L₂) berpengaruh terbaik dibanding tanpa penggunaan limbah media tanam jamur tiram (L₁) karena dapat meningkatkan lebar daun menjadi 13,98 cm, jumlah daun menjadi 16,37 lembar, berat segar tanaman menjadi 217,50 g, berat kering tanaman menjadi 10,75 g, dan berat daun yang dikonsumsi menjadi 140,63 g, (2) pemberian EM-4 dengan konsentrasi 15 cc/l air (E₃) berpengaruh terbaik dibanding konsentrasi lainnya karena dapat meningkatkan berat segar tanaman menjadi 221,25 g, berat kering tanaman menjadi 10,98 g., dan berat daun yang dikonsumsi menjadi 139,63 g, dan (3) konsentrasi antara limbah media tanam jamur tiram dengan EM-4 tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati.

Kata kunci : limbah, EM 4, pakchoy

ABSTRACT

*Research on " the influence waste of growing media of oyster mushroom and concentration EM-4 to the growth and yield on Pakchoy (*Brassicarapa L.*)" has been done May 2014 until the Julii 2014, in the Village of Sambirejo, District of Slogohimo, City of Wonogiri with altitude of 500 m above sea level. The purpose of*

this research was to determine the effect of the use of waste growing media oyster mushroom and concentration EM-4 to the growth and yield on Pakchoy

This research used a randomized completely block design (RCBD) which arranged in the Treatment consist of 2 factors and each treatment combination was repeated 3 times. As for the both factors are as follows

The first factor were waste growing medium of oyster mushroom (L) consists of 2 kinds:

L1: Without granting a waste growing medium of oyster mushroom

L2: Given a waste growing medium of oyster mushroom

The secon factor were concentrations of EM-4 (E) consists of 4 levels, namely:

E0: Without granting EM4

E1: EM-4 with concentration of 5 cc / lr water

E2: EM-4 with concentration of 10 cc / l of water

E3: EM-4 with concentration of 15 cc / l of water

Data were analyzed by Analysis of variance (Anova), continued by Honestly Significant Diferent Test (HSDT) on 5 % significant level.

The results of this show that: (1) use of waste growing media of oyster mushroom (L2) best effect compared to without the use of waste oyster mushroom growing media (L1) because it may increase width of leaves into 13.98 cm, number of leaves into 16.37, fresh weight of the crop into 217.50 g, dry weight of the crop into 10.75 g, and the weight of the leaves were consumed into 140.63 g, but not effected significantly to crop height, leaf length, and harvest index., (2) giving EM-4 with a concentration of 15 cc/l of water (E3) the best effect than others concentration because it can increase the fresh weight of the crop into 221.25 g, dry weight of the crop be 10.98 g., and leaf weight consumed into 139, 63 g, but did not significantly to crop height, width of leaves , length of leaves, number of leaves harvest index, and (3) interaction between waste of growing media of oyster mushroom with the EM-4 did not effect significantly to all parameters observed

Key words : waste, EM 4, packchoy

PENDAHULUAN

Pakchoy (*Brassica rapa* L.) adalah jenis tanaman sayur-sayuran yang termasuk keluarga *Brassicaceae*. Pakcoy atau *Brassica Chinensis* adalah sebuah sayuran yang masih berkeluarga dengan *Brassicaceae*. Sayuran Pak Choy ini masih satu golongan dengan sawi dan sering sekali disebut dengan berbagai nama seperti sawi sendok, sawi manis atau sawi daging karena memiliki pangkal sayur yang tebal dan lembut seperti halnya daging. Awalnya, sayuran ini sangat populer di kawasan China (Siemonsma & Piluek, 1994). Namun kemudian menyebar ke berbagai negara salah satunya Indonesia sebagai bahan untuk membuat masakan yang lezat. Saat ini masakan yang berasal dari Sayuran Pakchoy tidak hanya didominasi oleh warga yang berasal dari China namun orang Indonesia dan negara lainnya juga mulai menyukainya mengingat lezat dan bermanfaatnya sayuran ini.

Beberapa kelebihan dari Pakchoy ini sehingga cocok untuk dibudidayakan adalah Banyaknya kandungan gizi, Bahan masakan yang lezat, Nilai Ekonomis yang tinggi, Masa tanam yang pendek.

Karena berbagai kelebihan inilah maka akhirnya banyak orang yang mencoba untuk membudidayakan Pakchoy, selain nilai ekonomisnya cukup tinggi masa tanam yang relatif pendek membuat sayuran ini bisa cepat untuk dipanen dan menuai hasil.

Pakchoy masuk ke wilayah Indonesia diduga pada Abad XIX dan budidaya umumnya dilakukan didataran tinggi (lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut). Beberapa tahun terakhir, penggunaan pupuk hayati pada budidaya sayuran secara organik telah dilaksanakan dan memberi prospek cerah untuk pertanian masa mendatang. Upaya pemupukan dengan bahan organik perlu digalakkan untuk menghemat biaya produksi karena pupuk organik relatif murah, mudah didapat dan efek negatif minimum baik bagi kesehatan maupun lingkungan.

Peranan pupuk dimasa depan akan semakin menonjol apabila kita mengingat keterbatasan lahan untuk perluasan pertanian pangan. Di samping itu, penggunaan pupuk ikut pula menentukan koefisien penggunaan air irigasi, suatu sumber yang keterbatasannya juga semakin terasa.

Pupuk organik menyebabkan tanah menjadi gembur sehingga mudah terjadi sirkulasi udara dan mudah ditembus perakaran tanaman. Penggunaan kompos 62% sampah kota, 21% lumpur dan 17% serbuk gergaji juga dapat memperbaiki kimia tanah dan sifat fisik tanah yaitu daya tahan air, daya serap, distribusi akar, daya tahan tanah.

Limbah media tanam jamur yaitu bahan buangan yang dihasilkan dari proses kegiatan manusia yang sudah terpakai sebagai media pengembangan jamur tiram. unsur-unsur yang terdapat dalam limbah media tanam jamur yaitu serbuk gergaji yang mempunyai unsur karbohidrat serat dan lignin yaitu Zat-zat yang dibutuhkan jamur untuk tumbuh, Kapur sebagai sumber kalsium (Ca) dan berguna untuk mengatur tingkat kemasaman (pH) media, Kapur yang digunakan yaitu kapur pertanian (CaCO₃). Kandungan kalsium dan karbonnya sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan jamur dan sebagai penyumbang nutrisi pada saat jamur dikonsumsi, bekatul sebagai sumber karbohidrat, karbon (C) dan nitrogen (N). Selain itu vitamin B1 dan B2 juga terkandung didalamnya, Gips atau CaSO₄ sebagai sumber kalsium

(Ca), dan Pupuk biasa yang diberikan yaitu urea dan SP-36, pemberian pupuk dimaksudkan sebagai nutrisi pertumbuhan jamur. Komposisi kandungan hara antara lain 0.7 % N, 0.3 % P, 0.3 % K yang diperkaya dengan unsur mikro lainnya. Kandungan hara yang baik pada limbah media tanam jamur tiram ini berperan sebagai *soil conditioner* bila di aplikasikan ke dalam tanah (Buswel, 1984 dalam Miles dan Chang, 1997).

Selain pupuk organik yang berperan sebagai pupuk dasar, tanaman selama pertumbuhannya juga memerlukan unsur-unsur hara dalam jumlah besar. Menurut Iqbal dan Anwar (1999), untuk mensuplai kebutuhan unsur-unsur hara tersebut dapat dilakukan dengan pemberian Effective Microorganism 4 (EM-4). Hal ini menurut mereka karena EM-4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang mampu meningkatkan dekomposisi bahan organik tanah dan melepaskan unsur-unsur hara ke dalam tanah secara perlahan-lahan. Effective Microorganism 4 (EM-4) juga mampu melarutkan unsur-unsur hara dari batuan induk yang kelarutannya sangat rendah sehingga unsur-unsur hara tersebut selalu tersedia sepanjang hidup tanaman (Higa dan Wididana, 1996).

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Yang terdiri dari 2 faktor. Faktor I adalah pemberian limbah jamur yang terdiri dari 2 macam. Factor II adalah pemberian EM-4 terdiri dari 4 taraf, sehingga diperoleh 8 kombinasi perlakuan dan di ulang 3 kali. Kedua faktor tersebut adalah:

1. Faktor I : limbah media tumbuh jamur tiram (L) terdiri dari 2 macam yaitu:

L₁ : tanpa diberi limbah media tumbuh jamur tiram

L₂ : diberi limbah media tumbuh jamur tiram

2. Faktor II : konsentrasi EM-4 (E) terdiri dari 4 taraf yaitu:

E₀ : tanpa pemberian Em4

E₁ : EM-4 dengan konsentrasi 5 cc/liter air

E₂ : EM-4 dengan konsentrasi 10 cc/liter air

E₃ : EM-4 dengan konsentrasi 15 cc/liter air

Data dianalisis menggunakan analisis ragam untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing perlakuan dan interaksinya. Pengaruh perlakuan dan interaksinya dikatakan nyata apabila nilai F-hitungannya lebih besar dari F-tabel 5%; dan dikatakan sangat nyata apabila nilai F-hitungannya lebih besar dari nilai F-tabel 1%, sedang dikatakan tidak nyata apabila nilai F-hitungannya lebih kecil dari F-tabel 5% (Sugandi dan Sugiarto, 1994). Analisis selanjutnya menggunakan Uji Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% untuk mengetahui perlakuan-perlakuan yang berpengaruh dan tidak berpengaruh (Sugandi dan Sugiarto, 1994).

B. Bahan dan Alat

1. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : limbah media tanam jamur tiram, EM-4 dan benih pakchoy.

2. Alat-alat penelitian.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : cangkul, cetok, alat penyemprot (*hand sprayer*), penggaris, alat tulis, karton nama, alat timbang dan penggaris.

C. Pelaksanaan Penelitian

1. Waktu dan Tempat Penelitian.

Penelitian dilakukan pada bulan juni 2014 sampai bulan juli 2014, yang berlokasi di Kelurahan Sambirejo, Kecamatan Slogohimo, Kota Wonogiri dengan ketinggian tempat 500 meter dpl.

D. Pengamatan

1. Tinggi tanaman
2. Lebar daun
3. Panjang daun
4. Jumlah daun
5. Berat segar tanaman
6. Berat kering tanaman.
7. Berat daun yang dikonsumsi
8. Indeks panen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel I. Pertumbuhan Tanaman

Perlakuan	Tinggi tanaman	Lebar Daun	Panjang daun	Jumlah daun	Berat segar tanaman	Berat kering tanaman
L ₁ E ₀	24.88 a	10.46 a	21.08 a	13.33 a	137.50 a	6.88 a
L ₁ E ₁	25.38 a	10.75 a	23.71 a	13.92 a	150.00 a	7.55 ab
L ₁ E ₂	25.83 a	11.63 ab	23.75 a	14.00 ab	171.67 a	8.67 b
L ₁ E ₃	25.92 a	11.92 ab	24.04 a	14.50 ab	200.83 b	10.04 c
L ₂ E ₀	26.13 a	12.46 b	24.54 a	15.42 b	175.83 a	8.79 b
L ₂ E ₁	26.17 a	13.17 b	24.58 a	16.25 b	215.00 b	10.42 c
L ₂ E ₂	26.54 a	14.96 bc	27.58 a	16.42 bc	237.50 c	11.88 c
L ₂ E ₃	27.04	15.33 c	28.63	17.38 c	241.67 c	11.92 c

Tabel 2. Hasil Tanaman

Perlakuan	Berat daun yg dikonsumsi	Indeks Panen
L ₁ E ₀	77.50 a	0.568 a
L ₁ E ₁	99.17 b	0.668 a
L ₁ E ₂	115.00 c	0.673 a
L ₁ E ₃	117.58 c	0.598 a
L ₂ E ₀	123.33 cd	0.737 a
L ₂ E ₁	129.17 cd	0.626 a
L ₂ E ₂	148.33 d	0.646 a
L ₂ E ₃	161.67 d	0.670 a

Pembahasan

Pengaruh penggunaan limbah media tanam jamur tiram terhadap tinggi tanaman, panjang daun, dan indeks panen adalah tidak nyata, sedangkan terhadap lebar daun, jumlah daun, berat segar tanaman, berat kering tanaman, dan berat daun yang dikonsumsi adalah nyata. Penggunaan limbah media tanam jamur tiram pada penanaman Pakchoy akan meningkatkan lebar daun

dan jumlah daun secara nyata dibanding tanpa menggunakan limbah media tanam jamur tiram,

Terjadinya peningkatan lebar dan jumlah daun tersebut di atas diduga karena limbah media tanam jamur tiram yang digunakan mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman Pakchoy, terutama unsur nitrogen, sehingga tanaman dapat memanfaatkannya secara maksimal untuk pertumbuhan daun. Telah diketahui bahwa limbah media tanam jamur tiram merupakan campuran serbuk kayu sengon, dedak, tepung jagung, dan lain-lain, dimana serbuk gergaji mengandung banyak unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Menurut American Mushroom Institute (2003), dalam limbah media tanam jamur tiram terdapat 9,7 % N, 0,3 % P, dan 0,3 % K.

Meningkatnya unsur nitrogen akan meningkatkan fotosintesis, di samping itu unsur nitrogen sebagai pembentuk protein yang merupakan bahan dasar pembentukan sel. Hal ini didukung pendapat Sarief (1985), bahwa dengan semakin meningkatnya ketersediaan nitrogen akan semakin meningkat pula sintesa karbohidrat yang dirubah menjadi protein, sehingga jumlah daun yang terbentuk semakin banyak. Jumlah daun terkait erat dengan komposisi nitrogen dari unsur hara yang diserap melalui kompos atau pupuk organik. Menurut Hadisumitro (2002), bahwa nitrogen terdapat dalam bentuk persenyawaan organik sehingga mudah diserap tanaman.

Penggunaan limbah media tanam jamur tiram pada penanaman Pakchoy akan meningkatkan berat segar tanaman, berat kering tanaman, berat daun yang dikonsumsi secara nyata dibanding tanpa menggunakan limbah media tanam jamur tiram

Terjadinya peningkatan berat segar tanam, berat kering tanaman, dan berat daun yang dikonsumsi tersebut di atas membuktikan bahwa tanaman Pakchoy mampu memanfaatkan dengan baik ketersediaan unsur hara yang diberikan limbah media tanam jamur tiram.

Berat segar tanaman menunjukkan kandungan air pada tanaman. Tanaman yang kekurangan air akan mengalami transpirasi sehingga dapat menyebabkan klorosis pada sel bagian tanaman. Air juga diperlukan tanaman untuk bahan fotosintesis, sehingga bila kekurangan air maka proses

fotosintesis pada tanaman dapat terhambat, yang dapat mempengaruhi fotosintat yang akan dihasilkan oleh tanaman tersebut.

Sitompul dan Guritno (1995) menjelaskan bahwa berat segar selain ditentukan oleh ukuran organ-organ tanaman yang dipengaruhi oleh banyaknya timbunan asimilat, juga ditentukan oleh kadar air dari bagian-bagian tanaman itu sendiri yang diserap akar. Jumlah unsur hara dan air yang dapat diserap tanaman tergantung pada kesempatan untuk mendapatkan air dan unsur hara tersebut dalam tanah.

Berat kering tanaman menunjukkan seberapa besar kemampuan tanaman dalam menghasilkan fotosintat. Untuk berat kering tanaman pada tanaman Pakchoy menunjukkan ada pengaruh dari penggunaan limbah media tanam jamur tiram. Ini berarti limbah media jamur tiram dapat memberikan tambahan berat pada sel yang terbentuk dari hasil fotosintesis yang dihasilkan. Prawiranata *et al.* (1981) menyatakan bahwa berat kering tanaman menunjukkan status hara dari tanaman yang tergantung dari laju fotosintesis dan respirasi. Berat kering tanaman menunjukkan bahan organik yang dihasilkan dari aktivitas fotosintesis. Makin meningkat berat kering tanaman menunjukkan pertumbuhan vegetatif berjalan baik .

Menurut Kamil (1982), berat kering penting karena erat hubungannya dengan besarnya hasil. Tinggi rendahnya berat kering tergantung dari banyak atau sedikitnya bahan kering dalam tanaman. Sarief (1995) menyatakan bahwa bahan kering tanaman terdiri dua macam bahan organik, yaitu bahan organik yang mengandung nitrogen tersusun oleh C, H, O dan N, serta bahan organik yang tersusun oleh C, H dan O. Sedangkan bahan mineral terdiri dari unsur-unsur hara selain C, H, O dan N.

Meningkatnya berat daun yang dikonsumsi akibat penggunaan limbah media tanam jamur tiram, berkorelasi positif dengan jumlah dan lebar daun. Ini berarti semakin meningkat jumlah dan lebar daun maka akan semakin meningkat pula berat daun yang dikonsumsi.

Pengaruh konsentrasi EM-4 terhadap tinggi tanaman, lebar daun, panjang daun, jumlah daun, dan indeks panen adalah tidak nyata, sedangkan terhadap berat segar tanaman, berat kering tanaman, dan berat daun yang

dikonsumsi adalah nyata. Pemberian EM-4 sampai konsentrasi 15 cc/l air (E₃) merupakan perlakuan konsentrasi terbaik karena dapat menghasilkan berat segar tanaman, berat kering tanaman dan berat daun yang dikonsumsi yang lebih berat. Kenyataan ini membuktikan bahwa pemberian EM-4 dengan konsentrasi 15 cc/l air sangat efektif sebagai pengurai bahan organik. Penguraian bahan organik ini akan menghasilkan beberapa unsur hara seperti N, P, K, yang dibutuhkan tanaman. Selain itu, hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa EM-4 juga mengandung unsur-unsur sebagai berikut: N 0,4 %; Ma 1 ppm; K 0,22 %; B 0,57 ppm; S 0,1 ppm; Fe 51 ppm; Mn 1 ppm; Cu 0,03 ppm; Mo 0,2 ppm; dan Co 0,05 ppm.

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa berat segar tanaman ditentukan oleh ukuran organ-organ tanaman dan kadar air dari bagian-bagian tanaman itu sendiri yang diserap akar. Ini berarti seluruh organ tanaman Pakchoy mengandung asimilat dan kadar air yang relatif berbeda sehingga terjadi perbedaan dalam penampakan berat segar brangkasnya

Protoplasma adalah suatu zat yang sangat kompleks, terdiri dari 85 – 90 persen air (menurut berat segarnya) dan sisanya terdiri dari zat-zat organik dan anorganik (Harjadi, 2002). 40-50% protoplasma tersusun dari senyawa yang mengandung N (Agustina, 2004). Berdasarkan pendapat ini berarti semakin tercukupinya kebutuhan N maka akan semakin banyak protoplasma yang dibentuk sehingga akan meningkatkan berat segar tanaman secara nyata.

Apabila hasil berat kering tanaman Pakchoy ini dihubungkan dengan hasil berat segar tanaman Pakchoy maka terdapat suatu hubungan yang positif di mana keduanya menunjukkan perbedaan yang nyata akibat perlakuan pemberian EM-4. Hal ini terjadi karena pada hakekatnya berat kering tanaman adalah berat segar tanaman yang telah dihilangkan airnya sampai mencapai berat konstan.

Berat daun yang dikonsumsi untuk tanaman Pakchoy adalah berat seluruh bagian tanaman kecuali akar dan daun yang rusak, yang ditimbang dalam keadaan segar. Hasil penelitian ini menunjukkan ada hubungan yang positif antara berat daun yang dikonsumsi dengan berat segar tanaman di mana

keduanya memberikan hasil yang berbeda akibat pemberian EM-4 dengan konsentrasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1993. *Effektife micoorganisme*. Jakarta: Songgolangit. Persada.
- Anonim. 1993. *Kacang Tanah*. Yogyakarta: Aksi Agraris Kanisius.
- _____. 1994. *Hasil-hasil pengujian EM4 pada tanaman bawang putih, bawang merah, tomat dan semangka*. DIRJEN Tanaman Pangan dan Holtikultura. Direktorat Bina Holtikultura.
- _____. 1995. *Fermentasi bahan organik dengan teknologi Effektife microorganisme*. Jakarta: Songgolangit Persada.
- _____. 2003. *Data base statistik tanaman hortikultura tahun 2001*. <http://.dep.tan.go.id/statistik.htm> pada tanggal 15 maret 2014 pukul 12.55 WIB.
- Anonim. 2012. *Diakses dari <http://id.scribd.com/doc/76407440/Pakcoy-Pakchoy-Pak-coi>*. html pada tanggal 2 februari 2014 pukul 18.00 WIB.
- Miles, G.P. and S.T Chang. *Mushroom Biology : Concise and Current Development*. Word Scientifc. Singapore. New Jersey, London, Hongkong, 148pp.
- Cahyono. 2003. *Teknik budidaya sawi*. Yogyakarta: Yayasan pustaka nusatama.
- Djuarnani. 2005).diakses dari [http://dep.Tan.Go.Id//mikroorganisme-yang-terdapat – dalam-kultur-EM4sertaperanannya.html](http://dep.Tan.Go.Id//mikroorganisme-yang-terdapat-dalam-kultur-EM4sertaperanannya.html) pada tanggal 13 maret 2014 pukul 10.21 WIB.
- Hadisumitro, L. 2002. *Pembuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Haryanto, E. Tina Suhartini dan Estu Rahayu. 1995. *Sawi dan selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Higa, T dan G.N. Wididana. 1996. *Tanya Jawab Teknologi Effective Microorganisme*. Jakarta: Indonesian Kyusei Nature Farming dan PT Songgolangit Persada.
- Kamil, J. 1982. *Teknologi Benih 1*. Bandung : Angkasa
- Oei, P. 1991. *Manual on mushroom cultivacion : techniques, spesies and opportunities for commercial application in developing counries*. Amsterdam: Tool foundation.

Pinus lingga. Hidroponik. *Bercocok tanam tanpa tanah (edisi Revis)*. Jakarta : Penebar Swadaya, 2010.

Prawiranata, W., Said Haran, dan P. Tjondronegoro. 1981. *Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman*. Jilid II. Fakultas Pertanian IPB, Bogor. 286 hal.