



Monografi No. 27  
ISBN : 979-8403-36-2

# BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN dengan SISTEM HIDROPONIK

Oleh:  
Rini Rosliani dan Nani Sumarni



**BALAI PENELITIAN TANAMAN SAYURAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
2005**

Monografi No. 27

ISBN : 979-8403-36-2

# **BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN DENGAN SISTEM HIDROPONIK**

Oleh :

**Rini Rosliani dan Nani Sumarni**



**BALAI PENELITIAN TANAMAN SAYURAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
2005**

**Monografi No. 27**

**ISBN : 979-8403-36-2**

## ***Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik***

i – ix + 27 halaman, 16,5 cm x 21,6 cm, cetakan pertama pada tahun 2005. Penerbitan buku ini dibiayai oleh APBN Tahun Anggaran 2005.

**Oleh :**

Rini Rosliani dan Nani Sumarni

**Dewan Redaksi :**

Widjaja W.Hadisoeganda, Azis Azirin Asandhi, Ati Srie Duriat, Nikardi Gunadi, Rofik Sinung Basuki, Eri Sofiari, Iteu M. Hidayat, dan R.M. Sinaga.

**Redaksi Pelaksana :**

Tonny K. Moekasan, Laksminiwati Prabaningrum, dan Mira Yusandiningsih.

**Tata Letak :**

Tonny K. Moekasan

**Kulit Muka :**

Tonny K. Moekasan

**Alamat Penerbit :**



**BALAI PENELITIAN TANAMAN SAYURAN**

*Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang - Bandung 40391*

*Telepon : 022 - 2786245; Fax. : 022 - 2786416*

*e.mail : [ivegri@balitsa.or.id](mailto:ivegri@balitsa.or.id)*

*website : [www.balitsa.or.id](http://www.balitsa.or.id)*

## KATA PENGANTAR

Permintaan akan komoditas hortikultura terutama sayuran terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesejahteraan dan jumlah penduduk. Salah satu cara untuk menghasilkan produk sayuran yang berkualitas tinggi secara kontinyu dengan kuantitas yang tinggi adalah dengan budidaya sistem hidroponik. Pengembangan hidroponik di Indonesia cukup prospektif.

Kendala pada sistem pertanian konvensional di Indonesia terjadi karena Indonesia merupakan negara tropis dengan kondisi lingkungan yang kurang menunjang, seperti curah hujan yang tinggi. Kondisi tersebut dapat mengurangi keefektifan penggunaan pupuk kimia di lapangan karena pencucian hara tanah, sehingga menyebabkan pemborosan dan mengakibatkan tingkat kesuburan tanah yang rendah dengan produksi yang rendah secara kuantitas maupun kualitas. Suhu dan kelembaban udara tinggi sepanjang tahun cenderung menguntungkan perkembangan gulma, hama, dan penyakit. Di dataran tinggi, masalah erosi tanah dan persistensi organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan faktor pembatas produktivitas tanaman petani.

Salah satu tujuan penulisan monografi "Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik" adalah untuk menyediakan buku pegangan bagi para petugas, pelaksana lapangan, petani dan praktisi pertanian yang ingin menerapkan budidaya tanaman sayuran dengan sistem hidroponik. Buku ini ditulis berdasarkan studi pustaka dan hasil-hasil penelitian terakhir yang dilakukan oleh peneliti Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Untuk menambah pemahaman pembaca, monografi ini dilengkapi dengan gambar-gambar dan foto-foto.

Masukan, saran, dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan monografi ini sangat kami harapkan.

Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan monografi ini kami sampaikan terima kasih. Semoga monografi ini bermanfaat untuk memperluas wawasan dan pengetahuan bagi mereka yang membutuhkan.

Lembang, Oktober 2005

Kepala Balai Penelitian Tanaman  
Sayuran,



Dr. Eri Sofiari  
NIP. 080 036 778

## DAFTAR ISI

Bab	Halaman
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Kultur Hidroponik .....	2
1.3. Kelebihan dan Kekurangan Kultur Hidroponik .....	3
II. PRINSIP-PRINSIP TEKNIK HIDROPONIK .....	4
2.1. Pengelolaan Nutrisi dan Air .....	4
2.1.1. Unsur-unsur penting .....	4
2.1.2. Formula nutrisi dan cara aplikasinya .....	5
2.1.3. EC dan pH larutan .....	8
2.2. Media Pertumbuhan .....	9
2.2.1. Kultur air .....	10
2.2.2. Kultur substrat atau agregat .....	11
2.3. Pemilihan Komoditas .....	13
2.4. Rumah Kasa/ Rumah Plastik .....	15
2.5. Pengelolaan .....	16
III. HASIL-HASIL PENELITIAN HIDROPONIK OLEH BALITSA .....	18
DAFTAR PUSTAKA .....	23

## DAFTAR GAMBAR

No.		Halaman
1.	Media arang sekam pada kultur polybag dengan sistem fertigasi .....	12
2.	Tanaman tomat yang tumbuh pada media perlite .....	13
3.	Budidaya tomat dengan sistem hidroponik .....	14
4.	Budidaya paprika dengan sistem hidroponik .....	14
5.	Budidaya terung dengan sistem hidroponik .....	14
6.	Budidaya mentimun dengan sistem hidroponik .....	15
7.	Budidaya pakcoi dengan sistem hidroponik .....	15
8.	Pengepakan hasil sayuran hidroponik .....	17

## DAFTAR TABEL

No.		Halaman
1.	Jenis garam yang direkomendasikan untuk pembuatan larutan nutrisi hidroponik .....	7
2.	Kebutuhan EC dan pH larutan nutrisi bagi beberapa tanaman sayuran .....	9
3.	Pengaruh jenis media tumbuh terhadap hasil buah tomat .....	18
4.	Macam – macam formula larutan nutrisi untuk tanaman tomat, brokoli, dan paprika .....	20

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Permintaan akan komoditas hortikultura terutama sayuran terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesejahteraan dan jumlah penduduk. Menurut hasil survei BPS (2001), konsumsi sayuran di Indonesia meningkat dari 31,790 kg pada tahun 1996 menjadi 44,408 kg per kapita per tahun pada tahun 1999. Hasil survei tersebut juga menyatakan bahwa semakin tinggi pengeluaran konsumen, semakin tinggi pengeluaran untuk sayuran per bulannya dan semakin mahal harga rata-rata sayuran per kilogramnya yang mampu dibeli oleh konsumen. Artinya bahwa selain kuantitas, permintaan sayuran juga meningkat secara kualitas. Hal ini membuka peluang pasar terhadap peningkatan produksi sayuran, baik secara kuantitas maupun kualitas. Namun di lain pihak, pengembangan komoditas sayuran secara kuantitas dan kualitas dihadapkan pada semakin sempitnya lahan pertanian yang subur, terutama di Pulau Jawa. Sampai saat ini, kebutuhan konsumen terhadap sayuran yang berkualitas tinggi belum dapat dipenuhi dari sistem pertanian konvensional.

Salah satu cara untuk menghasilkan produk sayuran yang berkualitas tinggi secara kontinyu dengan kuantitas yang tinggi per tanamannya adalah budidaya dengan sistem hidroponik. Pengembangan hidroponik di Indonesia cukup prospektif mengingat beberapa hal sebagai berikut, yaitu permintaan pasar sayuran berkualitas yang terus meningkat, kondisi lingkungan/ iklim yang tidak menunjang, kompetisi penggunaan lahan, dan adanya masalah degradasi tanah.

Kendala pada sistem pertanian konvensional di Indonesia terjadi karena Indonesia merupakan negara tropis dengan kondisi lingkungan yang kurang menunjang seperti curah hujan yang tinggi. Kondisi tersebut dapat mengurangi keefektifan penggunaan pupuk kimia di lapangan karena pencucian hara tanah, sehingga menyebabkan pemborosan dan

mengakibatkan tingkat kesuburan tanah yang rendah dengan produksi yang rendah secara kuantitas maupun kualitas. Suhu dan kelembaban udara tinggi sepanjang tahun cenderung menguntungkan perkembangan gulma, hama, dan penyakit. Di dataran tinggi, masalah erosi tanah dan persistensi organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan faktor pembatas produktivitas tanaman petani.

Selain hal-hal tersebut, meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan ketersediaan lahan pertanian semakin sempit karena digunakan untuk perumahan dan perluasan perkotaan. Hal ini mempersulit pencapaian peningkatan produksi sayuran karena keterbatasan lahan pertanian.

Budidaya dengan sistem hidroponik telah dikenal dan dikembangkan secara komersial pada awal tahun 1900-an di Amerika Serikat (Douglas 1985). Di Indonesia, kultur hidroponik telah mulai mendapat perhatian masyarakat dan berkembang sejak tahun delapan puluhan, yang dimulai oleh beberapa pengusaha di daerah perkotaan. Dalam monografi ini akan dikemukakan tentang sistem hidroponik beserta prinsip-prinsip teknik hidroponik dan gambaran mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa).

## **1.2. Kultur Hidroponik**

Kultur hidroponik adalah metode penanaman tanaman tanpa menggunakan media tumbuh dari tanah. Secara harafiah hidroponik berarti penanaman dalam air yang mengandung campuran hara. Dalam praktek sekarang ini, hidroponik tidak terlepas dari penggunaan media tumbuh lain yang bukan tanah sebagai penopang pertumbuhan tanaman.

Menurut Raffar (1993), sistem hidroponik merupakan cara produksi tanaman yang sangat efektif. Sistem ini dikembangkan berdasarkan alasan bahwa jika tanaman diberi kondisi pertumbuhan yang optimal, maka potensi maksimum untuk berproduksi dapat tercapai. Hal ini berhubungan dengan pertumbuhan sistem perakaran tanaman, di mana pertumbuhan perakaran tanaman yang optimum akan menghasilkan

pertumbuhan tunas atau bagian atas yang sangat tinggi. Pada sistem hidroponik, larutan nutrisi yang diberikan mengandung komposisi garam-garam organik yang berimbang untuk menumbuhkan perakaran dengan kondisi lingkungan perakaran yang ideal.

### **1.3. Kelebihan dan Kekurangan Kultur Hidroponik**

Beberapa pakar hidroponik mengemukakan beberapa kelebihan dan kekurangan sistem hidroponik dibandingkan dengan pertanian konvensional (Del Rosario dan Santos 1990; Chow 1990).

Kelebihan sistem hidroponik antara lain adalah :

- 1) penggunaan lahan lebih efisien,
- 2) tanaman berproduksi tanpa menggunakan tanah,
- 3) tidak ada resiko untuk penanaman terus menerus sepanjang tahun,
- 4) kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi dan lebih bersih,
- 5) penggunaan pupuk dan air lebih efisien,
- 6) periode tanam lebih pendek, dan
- 7) pengendalian hama dan penyakit lebih mudah.

Kekurangan sistem hidroponik, antara lain adalah :

- 1) membutuhkan modal yang besar;
- 2) pada "Close System" (nutrisi disirkulasi), jika ada tanaman yang terserang patogen maka dalam waktu yang sangat singkat seluruh tanaman akan terkena serangan tersebut; dan
- 3) pada kultur substrat, kapasitas memegang air media substrat lebih kecil daripada media tanah; sedangkan pada kultur air volume air dan jumlah nutrisi sangat terbatas sehingga akan menyebabkan pelayuan tanaman yang cepat dan stres yang serius.

## II. PRINSIP-PRINSIP TEKNIK HIDROPONIK

Sistem hidroponik pada dasarnya merupakan modifikasi dari sistem pengelolaan budidaya tanaman di lapangan secara lebih intensif untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi tanaman serta menjamin kontinuitas produksi tanaman. Beberapa aspek penting dalam pengelolaan tanaman dengan sistem hidroponik yang perlu diperhatikan dibahas pada sub bab berikut ini.

### 2.1. Pengelolaan Nutrisi dan Air

#### 2.1.1. Unsur-unsur penting

Tanaman membutuhkan 16 unsur hara/nutrisi untuk pertumbuhan yang berasal dari udara, air dan pupuk. Unsur-unsur tersebut adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), besi (Fe), magnesium (Mg), boron (B), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), molibdenum (Mo) dan khlorin (Cl). Unsur-unsur C, H dan O biasanya disuplai dari udara dan air dalam jumlah yang cukup. Unsur hara lainnya didapatkan melalui pemupukan atau larutan nutrisi.

Unsur-unsur nutrisi penting dapat digolongkan ke dalam tiga kelompok berdasarkan kecepatan hilangnya dari larutan (Bugbee 2003). Kelompok pertama adalah unsur-unsur yang secara aktif diserap oleh akar dan hilang dari larutan dalam beberapa jam yaitu N, P, K dan Mn. Kelompok kedua adalah unsur-unsur yang mempunyai tingkat serapannya sedang dan biasanya hilang dari larutan agak lebih cepat daripada air yang hilang (Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mo, Cl). Kelompok ketiga adalah unsur-unsur yang secara pasif diserap dari larutan dan sering bertumpuk dalam larutan (Ca dan B).

N, P, K, dan Mn harus tetap dijaga pada konsentrasi rendah dalam larutan untuk mencegah akumulasi yang bersifat racun bagi tanaman.

Konsentrasi yang tinggi dalam larutan dapat menyebabkan serapan yang berlebihan, yang dapat mengakibatkan ketidakseimbangan hara. Nitrogen mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap pertumbuhan, hasil, dan kualitas tanaman sayuran (Kim 1990). N untuk larutan hidroponik disuplai dalam bentuk nitrat. N dalam bentuk ammonium nitrat mengurangi serapan K, Ca, Mg, dan unsur mikro. Kandungan amonium nitrat harus di bawah 10 % dari total kandungan nitrogen pada larutan nutrisi untuk mempertahankan keseimbangan pertumbuhan dan menghindari penyakit fisiologi yang berhubungan dengan keracunan amonia. Konsentrasi fosfor yang tinggi menimbulkan defisiensi Fe dan Zn (Chaney dan Coulombe 1982), sedangkan K yang tinggi dapat mengganggu serapan Ca dan Mg.

Unsur mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil sebagai nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu juga penting untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit atau hama. Menurut Bugbee (2003), kekurangan Mn menyebabkan tanaman mudah terinfeksi oleh cendawan *Pythium*. Tembaga (Cu) dan seng (Zn) dapat menekan pertumbuhan mikrobia, tetapi pada konsentrasi agak tinggi menjadi racun bagi tanaman. Silikon juga bermanfaat untuk ketahanan tanaman meskipun tidak dikenal sebagai unsur esensial, yaitu dapat melindungi dari serangan hama dan penyakit (Cherif *et al.* 1994; Winslow 1992) dan melindungi dari keracunan logam berat (Vlaminis dan Williams 1967).

### **2.1.2. Formula nutrisi dan cara aplikasinya**

Suplai kebutuhan nutrisi untuk tanaman dalam sistem hidroponik sangat penting untuk diperhatikan. Dua faktor penting dalam formula larutan nutrisi, terutama jika larutan yang digunakan akan disirkulasi ("closed system") adalah komposisi larutan dan konsentrasi larutan (Bugbee 2003). Kedua faktor ini sangat menentukan produksi tanaman. Setiap jenis tanaman, bahkan antar varietas, membutuhkan keseimbangan jumlah dan komposisi larutan nutrisi yang berbeda.

Menurut Marvel (1974), tidak ada satu jenis formula larutan nutrisi yang berlaku untuk semua komoditas.

Beberapa faktor penting dalam menentukan formula nutrisi hidroponik (Hochmuth dan Hochmuth 2003 ) adalah :

- 1) garam yang mudah larut dalam air;
- 2) kandungan sodium, klorida, amonium dan nitrogen organik, atau unsur-unsur yang tidak dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman harus diminimalkan;
- 3) komposisi digunakan bahan yang bersifat tidak antagonis satu dengan yang lainnya; dan
- 4) dipilih yang ekonomis.

Tabel 1 menampilkan garam pupuk yang direkomendasikan untuk larutan nutrisi hidroponik, terutama untuk sistem tertutup (larutan nutrisi disirkulasikan).

Dari beberapa pustaka banyak dijumpai berbagai macam formula larutan nutrisi untuk kultur hidroponik, seperti larutan Hoagland, larutan Schippers, larutan Marvel dan sebagainya. Kebutuhan larutan nutrisi baik komposisi maupun konsentrasinya yang dibutuhkan tanaman akan sangat bervariasi tergantung pada jenis tanaman, fase pertumbuhan serta kondisi lingkungannya (Marvel 1974). Menurut Chong dan Ito (1982), suhu larutan pada sistem NFT (“Nutrient Film Technique”) mempengaruhi jumlah larutan nutrisi yang dikonsumsi oleh tanaman tomat. Dalam keadaan suhu kamar di musim panas, pemberian larutan nutrisi sebanyak 2 liter per tanaman per hari pada fase reproduktif cukup memadai untuk tanaman tomat.

Selanjutnya aplikasi larutan nutrisi pada kultur hidroponik secara prinsip juga tergantung pada metode yang akan diterapkan. Beberapa metode tersebut antara lain adalah sebagai yang tertera pada uraian berikut ini (Jensen 1990).

1. Kultur pot atau polybag. Dengan metode ini sistem pemberian larutan nutrisi dapat dilakukan secara manual atau irigasi tetes (“drip

irrigation”) dengan frekuensi 3-5 kali per hari, tergantung pada kebutuhan tanaman, macam media tumbuh, dan cuaca/kondisi lingkungan. Sistem irigasi tetes lebih mudah, menghemat tenaga dan waktu, tetapi kendalanya adalah saluran irigasi sering tersumbat sehingga aliran nutrisi terhambat.

2. Kultur bedeng dengan sistem NFT. Sistem pemberian larutan nutrisi yang digunakan adalah melalui perputaran aliran larutan nutrisi yang dibantu oleh pompa mesin atau dapat pula menggunakan cara yang lebih sederhana (tanpa pompa) yaitu menggunakan gaya grafitasi.

**Tabel 1. Jenis garam yang rekomendasikan untuk pembuatan larutan nutrisi hidroponik**

Nama unsur	Sumber garam	Kandungan
Nitrogen	Kalsium nitrat	15.5 % N (1 % NH <sub>4</sub> -N)
	Kalium nitrat	13 % N
Fosfor	Amonium nitrat	33 % N
	Monokalium fosfat	21 % P
Kalium	Kalium nitrat	37 % K
	Monokalium fosfat	25 % K
	Kalium sulfat	40 % K
Magnesium	Magnesium sulfat	10 % Mg
Kalsium	Kalsium nitrat	20 % Ca
	Kalsium klorida	36 % Ca
Sulfur	Magnesium sulfat	13 % S
	Kalium sulfat	18 % S
Besi	Fe-EDTA	6-14 % Fe
	Fe-EPTA	-
Mangan	Mangan sulfat	24 % Mn
Boron	Asam borat	18 % B
	Sodium borat (Borax)	11 – 14 % B
Seng	Zinc sulfat	23 % Zn
	Zinc EDTA	*%
Tembaga	Copper sulfat	25 % Cu
	Copper EDTA	*%
Molibdenum	Amonium molibdat	48 % Mo
	Sodium molibdat	39 % Mo

Keterangan : \*% = seperti pada Fe-EDTA sangat bervariasi  
Sumber: Anonim (2003) dan Douglas (1985)

### 2.1.3. EC dan pH larutan

Kunci utama dalam pemberian larutan nutrisi atau pupuk pada sistem hidroponik adalah pengontrolan konduktivitas elektrik atau “electro conductivity” (EC) atau aliran listrik di dalam air dengan menggunakan alat EC meter. EC ini untuk mengetahui cocok tidaknya larutan nutrisi untuk tanaman, karena kualitas larutan nutrisi sangat menentukan keberhasilan produksi, sedangkan kualitas larutan nutrisi atau pupuk tergantung pada konsentrasinya.

Semakin tinggi garam yang terdapat dalam air, semakin tinggi EC-nya. Konsentrasi garam yang tinggi dapat merusak akar tanaman dan mengganggu serapan nutrisi dan air (Hochmuth dan Hochmuth 2003). Setiap jenis dan umur tanaman membutuhkan larutan dengan EC yang berbeda-beda. Kebutuhan EC disesuaikan dengan fase pertumbuhan, yaitu ketika tanaman masih kecil, EC yang dibutuhkan juga kecil. Semakin meningkat umur tanaman semakin besar EC-nya.

Toleransi beberapa tanaman sayuran terhadap EC larutan berlainan. Tanaman tomat tahan terhadap garam yang agak tinggi di daerah perakaran, sedangkan mentimun sedikit tahan. Untuk mendapatkan hasil yang baik, larutan nutrisi untuk tomat perlu dipertahankan pada keadaan EC antara 2,0 –3,0 mhos/cm (van Pol 1984). Konsentrasi garam yang tinggi pada fase akhir pertumbuhan tanaman tomat akan meningkatkan kualitas buah (total padatan terlarut) tanpa mengurangi produksi (Mizrahi *et al.*1988; Tajudin dan Ismail 1990).

Kebutuhan EC juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca, seperti suhu, kelembaban, dan penguapan. Jika cuaca terlalu panas, sebaiknya digunakan EC rendah.

Selain EC, pH juga merupakan faktor yang penting untuk dikontrol. Formula nutrisi yang berbeda mempunyai pH yang berbeda, karena garam-garam pupuk mempunyai tingkat kemasaman yang berbeda jika dilarutkan dalam air. Garam-garam seperti monokalium fosfat, tingkat kemasamannya lebih rendah daripada kalsium nitrat ( Bugbee 2003).

Untuk mendapatkan hasil yang baik, pH larutan yang direkomendasikan untuk tanaman sayuran pada kultur hidroponik adalah antara 5,5 sampai 6,5 (Marvel 1974). Ketersediaan Mn, Cu, Zn, dan Fe berkurang pada pH yang lebih tinggi, dan sedikit ada penurunan untuk ketersediaan P, K, Ca dan Mg pada pH yang lebih rendah. Penurunan ketersediaan nutrisi berarti penurunan serapan nutrisi oleh tanaman.

Tabel 2 menyajikan kebutuhan EC dan pH bagi beberapa tanaman sayuran.

**Tabel 2. Kebutuhan EC dan pH larutan nutrisi bagi beberapa tanaman sayuran**

Jenis sayuran	EC (mS/cm)	pH
Brokoli	3,0 – 3,5	6,0 – 6,5
Kacang-kacangan	2,0 – 4,0	6,5
Tomat	2,0 – 5,0	6,0
Brussel sprouts	2,5 – 3,0	6,5
Radish	1,4 – 1,8	6,5
Bawang merah	2,0 – 3,0	6,0
Turnip	1,8 – 2,4	6,0
Kubis bunga	1,5 – 2,0	5,5 – 6,6
Mentimun	1,0 – 2,5	6,5
Bawang daun	2,0 – 3,0	6,5
Labu	1,7 – 2,6	5,5
Bayam	1,4 – 1,8	6,5

Sumber: Douglas (1985), Resh (1985), dan Colcheedas (1997)

## 2.2. Media Pertumbuhan

Seperti yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, hidroponik merupakan teknologi penanaman dalam larutan nutrisi (air dan pupuk) dengan atau tanpa penggunaan media buatan untuk mendukung perakaran tanaman (Jensen 1990). Media hidroponik dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu kultur air yang tidak menggunakan media pendukung lain untuk perakaran tanaman dan kultur substrat atau

agregat yang menggunakan media padat untuk mendukung perakaran tanaman.

### **2.2.1. Kultur air**

Pada dasarnya kultur air merupakan sistem tertutup ("closed system") di mana akar tanaman terekspos larutan nutrisi tanpa media tanaman dan larutan disirkulasi. Ada beberapa macam sistem hidroponik cair atau kultur air, yaitu Nutrient Film Technique (NFT), Dynamic Root Floating (DRF), the Deep Flow Technique (DFT) dan Aeroponic (Jensen 1990; Jensen dan Collins 1985; Kao 1990). Namun kultur air yang paling mudah untuk diadopsi oleh para pengguna adalah NFT (Raffar 1990; Chow 1990). Kultur tersebut juga banyak digunakan oleh para pengusaha di Indonesia.

Nutrient Film Technique dikembangkan oleh Dr. Allen Cooper pada tahun 1970 di Inggris, yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas sayuran sepanjang tahun (Winsor *et al.* 1979). Pada sistem ini, lapisan tipis larutan nutrisi mengalir melalui bedengan atau talang yang berisi akar-akar tanaman. Larutan bersirkulasi secara terus menerus selama 24 jam atau diatur pada waktu-waktu tertentu dengan pengatur waktu. Sebagian akar tanaman terendam dalam larutan nutrisi tersebut, sebagian lagi berada di atas permukaan larutan. Lingkungan akar yang ideal merupakan faktor penting dalam peningkatan produksi tanaman.

Menurut Chow (1990) dan Jensen (1990), keuntungan NFT antara lain adalah volume larutan hara yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan kultur air lainnya, lebih mudah mengatur suhu di sekitar perakaran tanaman (menaikkan atau menurunkan suhu), lebih mudah mengontrol hama dan penyakit, kepadatan tanaman per unit area lebih tinggi, dan hasil tanaman lebih bersih karena tidak ada sisa tanah atau media lainnya. Namun, ada juga kerugian dari sistem ini, yakni patogen dengan mudah menyebar pada seluruh larutan, sehingga dalam waktu yang singkat tanaman akan mati, modal awal relatif lebih mahal,

pemilihan komoditas yang bernilai tinggi, dan tingkat keahlian dan pengetahuan tentang ilmu kimia sangat penting.

Di daerah tropis, panjang maksimum bak penanaman yang digunakan pada NFT tidak lebih dari 15-20 m, sepanjang saluran tersebut dibuat 2-3 tempat untuk memasukkan larutan hara, dan suhu larutan tidak lebih dari 30 °C. Hal ini untuk menjaga aerasi larutan yang baik (Jensen 1990). Hasil penelitian di Malaysia melaporkan bahwa penggunaan PVC sebagai bak penanaman tidak cocok untuk daerah tropis, karena menyebabkan suhu perakaran mencapai lebih dari 40 °C pada tengah hari (Chow 1990). Bahan yang paling baik adalah bambu dengan “styrofoam” sebagai penutup permukaan bak.

### **2.2.2. Kultur substrat atau agregat**

Kultur substrat atau agregat adalah kultur hidroponik dengan menggunakan media tumbuh yang bukan tanah sebagai pegangan tumbuh akar tanaman dan mediator larutan hara. Pada umumnya, pemberian larutan dilakukan dengan sistem terbuka (“open system”), artinya larutan yang diberikan ke tanaman tidak digunakan lagi (Jensen 1990; Raffar 1990). Kultur ini merupakan sistem yang paling mudah diadopsi selain sistem NFT (Raffar 1990) dan tampaknya merupakan salah satu sistem yang banyak dikembangkan para petani/pengusaha agrobisnis di Indonesia.

Beberapa pakar hidroponik mengemukakan bahwa media pertumbuhan seperti pasir, kerikil, batuan alam, arang sekam, atau batu apung dapat digunakan. Di Amerika banyak digunakan media gravel, perlite, rockwool, pasir, serbuk gergaji, peat moss atau vermikulit (Douglas 1985; Jensen 1990; Resh 1985). Beberapa persyaratan penting bagi media pertumbuhan ini antara lain adalah bertekstur seragam dengan ukuran butir sedang, bersih dari kotoran, dan steril (Resh 1985; Douglas 1985). Bentuk karakteristik media tersebut akan berpengaruh terhadap hasil dan kualitas serta terhadap kebutuhan

larutan hara tanaman. Oleh karena itu pemilihan media yang tepat dapat meningkatkan produksi sayuran.

Di Indonesia, media agregat yang baik dan murah adalah arang sekam (Gambar 1). Media ini sudah banyak digunakan oleh para petani hidroponik maupun pengusaha hidroponik yang besar. Selain arang sekam, pasir juga sangat baik untuk media hidroponik. Harga pasir lebih mahal tetapi umurnya lebih lama. Menurut Jensen (1975), hasil penelitian pada tomat media pasir juga menunjukkan keunggulan yang lebih baik daripada “rockwool”. Campuran pasir dengan “peat moss”, vermikulit, arang sekam, dan perlite juga menghasilkan pertumbuhan tomat yang baik. Gambar 2 menunjukkan pertumbuhan tomat pada media perlite.



**Gambar 1.** Media arang sekam pada kultur “polybag” dengan sistem fertigasi (Foto: R. Rosliani)



**Gambar 2.** Tanaman tomat yang tumbuh pada media perlite (Foto: G.R. Dixon; Department of Horticulture, West of Scotland College, 1988)

### 2.3. Pemilihan Komoditas

Di daerah tropis, idealnya rumah plastik/kasa dibuat di dataran tinggi. Hal ini berkaitan erat dengan pemilihan jenis komoditas yang akan ditanam. Di daerah tersebut, jenis tanaman bernilai ekonomi tinggi seperti tomat, paprika, selada, kailan, brokoli, cabe, terung, timun, pakcoi, selada, seledri, dan sayuran semusim lainnya yang berasal dari negara subtropis cocok untuk dibudidayakan. Pemilihan jenis komoditas ini merupakan pertimbangan awal yang perlu ditetapkan untuk pengusahaan tanaman dengan kultur hidroponik secara komersial (bukan sekedar hobi). Hanya komoditas yang bernilai ekonomi tinggi, dengan produktivitas dan kualitas yang tinggi, diikuti kontinuitas yang terjamin, yang akan merangsang motivasi produsen mencapai kesuksesan, sekaligus memenuhi preferensi konsumen di pasaran.

Beberapa jenis sayuran yang dapat dibudidayakan dengan sistem hidroponik disajikan pada Gambar 3, 4, 5, 6, dan 7.



**Gambar 3.**  
Budidaya tomat dengan  
sistem hidroponik  
(Foto: W. Adiyoga)



**Gambar 4.**  
Budidaya paprika dengan  
sistem hidroponik  
(Foto: W. Adiyoga)



**Gambar 5.**  
Budidaya terung dengan  
sistem hidroponik  
(Foto: Suwandi)



**Gambar 6.**  
Budidaya mentimun dengan  
sistem hidroponik  
(Foto: R. Rosliani)



**Gambar 7.**  
Budidaya pakcoi dengan  
sistem hidroponik  
(Foto: R. Rosliani)

#### **2.4. Rumah Kasa/ Rumah Plastik**

Rumah kasa/ rumah plastik merupakan sarana utama dan mutlak diperlukan untuk budidaya secara hidroponik. Tujuan pembuatan rumah plastik/kasa adalah untuk menghindari hujan, sinar matahari yang terlalu terik, dan mengurangi serangan hama penyakit yang umumnya banyak menyerang tanaman sayuran di negara tropis. Penggunaan rumah kasa/plastik dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sayuran secara kuantitas dan kualitas, serta kontinuitas produk sepanjang tahun dapat terjamin. Menurut Robinson (1990), di daerah tropis basah bangunan plastik dapat membantu mengatasi beberapa faktor iklim yang menjadi pembatas seperti hujan yang sangat lebat selama musim hujan.

Umumnya untuk daerah tropis seperti Indonesia, bangunan tersebut menggunakan plastik dan kasa/ net. Selain untuk mengurangi panas yang berlebihan, penggunaan bahan tersebut juga lebih fleksibel dan lebih murah (Robinson 1990). Zabeltitz (1988) mengemukakan bahwa ciri rumah kasa untuk daerah tropis adalah sebagai pelindung dari curah hujan yang sangat lebat, penyinaran yang tinggi dan angin yang kencang. Ciri-ciri lain adalah efisiensi ventilasi yang tinggi daya tahan plastik sekurang-kurangnya satu tahun, dan memiliki penampungan air hujan untuk irigasi di musim kering. Ventilasi yang baik untuk kondisi tropis adalah penting, karena penggunaan bahan plastik dapat meningkatkan suhu di bawah atap plastik pada siang hari secara nyata (Rault 1990). Penggunaan plastik polikarbonat dapat meningkatkan suhu sampai 5 °C, sedangkan plastik UV meningkatkan sekitar 2 °C. Ventilasi sepanjang bagian samping bangunan sangat menguntungkan untuk budidaya sayuran, karena suhu dan kelembaban dapat dikontrol (Allen 1981).

## **2.5. Pengelolaan**

Aspek lain yang penting dalam menentukan keberhasilan budidaya hidroponik pada tanaman sayuran adalah pengelolaan tanaman, yang meliputi persiapan bahan media, larutan nutrisi maupun tanaman, pemeliharaan tanaman mulai dari persemaian/pembibitan, aplikasi larutan nutrisi, proteksi tanaman dari hama dan penyakit, panen, serta pasca panen.

Beberapa masalah yang perlu mendapatkan perhatian dalam pemeliharaan tanaman adalah upaya untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman yang sehat. Beberapa pakar hidroponik mengemukakan bahwa meskipun budidaya hidroponik dilakukan di dalam rumah kaca/ plastik/ kasa, namun gangguan dari hama penyakit masih tetap ada. Menurut Bugbee (2003), kunci penting untuk mengendalikan hama penyakit di rumah kaca adalah memilih varietas yang tahan hama penyakit, mengawasi lingkungan untuk mengurangi

penyakit, melaksanakan sanitasi yang baik di dalam dan sekitar rumah kaca, dan menerapkan tindakan pengendalian secara manual dan kimiawi yang tepat. Selanjutnya, panen dan penanganan pasca panen yang tepat akan menentukan kualitas hasil sayuran yang diharapkan. Pengepakan beberapa hasil sayuran hidroponik disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengepakan hasil sayuran hidroponik (Foto: Suwandi)

### III. HASIL-HASIL PENELITIAN HIDROPONIK OLEH BALITSA

Penelitian hidroponik di Balitsa sudah dilakukan sejak tahun 1980-an. Topik penelitian hidroponik yang dilakukan meliputi penggunaan jenis media tumbuh, macam formula larutan nutrisi, ataupun cara pemberian larutan.

Hasil percobaan Subur dkk. (1983) menyatakan bahwa penggunaan jenis media tumbuh yang berbeda menghasilkan perbedaan yang nyata pada hasil tanaman tomat dalam kultur hidroponik. Media terbaik dalam menghasilkan buah tomat yang tinggi adalah pasir (Tabel 3). Dari aspek media, yang sangat menarik untuk dikembangkan di Indonesia pada saat ini adalah arang sekam. Pada tanaman tomat, cheri, dan cabai, campuran pasir dengan arang sekam memberikan hasil tanaman yang lebih tinggi daripada pasir atau arang sekam saja (Suwandi dkk. 1995; Sumarni dan Rosliani 2001). Campuran kedua jenis media tersebut memiliki sifat aerasi dan menahan larutan nutrisi lebih baik.

**Tabel 3. Pengaruh jenis media tumbuh terhadap hasil buah tomat**

Jenis media	Tinggi tanaman 40 hst	Jumlah buah per tanaman	Hasil (kg/tan)
Batu kambang	48,2 c	70.8 bc	3.85 b
Kerikil	58,2 bc	58,6 c	2.97 c
Pasir	78,8 a	106.6 a	5.92 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%.

Sumber: Subur dkk. (1983)

Hasil percobaan pengaruh macam formula larutan nutrisi untuk kultur hidroponik tanaman tomat, paprika, dan brokoli menunjukkan

perbedaan jenis larutan nutrisi untuk ketiga komoditas tersebut. (Subur dan Suwandi 1985, 1986; Suwandi dan Subur 1986). Tanaman brokoli dan paprika memberikan tanggapan yang berbeda secara nyata terhadap macam formula larutan nutrisi (Tabel 4), tetapi tidak berbeda untuk tanaman tomat. Namun demikian dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa larutan standar dari Schipper (1979) dan Marvel (1974) dapat digantikan oleh macam formula hasil Balitsa yang lebih murah dan mudah (Tabel 4). Dari hasil penelitian Subur dkk. (1983) tampak bahwa gambaran penggunaan larutan nutrisi untuk tanaman tomat sampai panen berakhir (133 hari) mencapai 193 liter larutan nutrisi per tanaman, di mana 39 liter diperlukan untuk fase pertumbuhan awal dan 154 liter untuk fase reproduktif sampai panen berakhir. Kebutuhan larutan nutrisi tersebut untuk kultur bedeng (NFT), sedangkan untuk kultur pot atau "polybag" jauh lebih sedikit yaitu hanya sekitar 66,5 liter/tanaman.

Beberapa penelitian lainnya menunjukkan bahwa modifikasi larutan nutrisi Schipper (1979) menunjukkan hasil yang baik dalam meningkatkan hasil tomat cheri dengan cara pemberian disiram per tanaman dalam "polybag". Modifikasi tersebut dilakukan dengan menggantikan unsur makro dengan pupuk Kristalon (pupuk untuk fertigasi) maupun pupuk NPK, Urea, KCl, ZA (Suwandi dkk.1994; 1995). Penggunaan pupuk yang biasa diaplikasikan ke dalam tanah untuk hidroponik tidak menjadi masalah selama cara pemberiannya dilakukan dengan disiram. Namun, hal tersebut menjadi masalah apabila diaplikasikan dengan cara irigasi tetes, karena garam-garam yang kurang larut akan menyumbat lubang air. Untuk menghilangkan akumulasi garam-garam di sekitar perakaran, setiap tiga hari tanaman disiram dengan air saja. Namun, menurut pakar hidroponik pada saat ini cara penyiraman dengan air saja sudah tidak dianjurkan. Untuk mengurangi akumulasi garam, sekarang dianjurkan untuk menyiram dengan larutan nutrisi dengan EC rendah, yaitu 1,0 – 1,5.

**Tabel 4. Macam – macam formula larutan nutrisi untuk tanaman tomat, brokoli dan paprika**

Nama	Komposisi formula	Konsentrasi formula (ppm)
Formula Schippers (1979)	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O KNO <sub>3</sub> MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O H <sub>3</sub> B <sub>3</sub> CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	988,000 658,100 496,600 272,000 59,570 6.154,000 1.714,000 0,275 0,308
Formula Marvel (1974)	KNO <sub>3</sub> MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	399,110 199,560 199,560 1297,120 99,780 24,540 1,540 18,480 0,770
Formula C	NPK (15-15-15) KNO <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Senyawa mikro sama dengan formula A	413,330 699,230 190,000
Formula D	Formula C tanpa senyawa mikro	
Formula E	Formula C MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	496,600 571,000
Formula F	Formula E tanpa senyawa mikro	

**berlanjut**

**Tabel 4. Macam – macam formula larutan nutrisi untuk tanaman tomat, brokoli dan paprika (lanjutan)**

Nama	Komposisi formula	Konsentrasi formula (ppm)
Formula G	Maglavor	2.500,000
Formula H	Formula A tanpa senyawa mikro Vegimex	87,500
Formula I	Formula C, tanpa senyawa mikro Vegimex	87,500
Formula J	NPK (15-15-15)	1386,670

Keterangan: Formula F terbaik untuk brokoli,  
Formula H dan J terbaik untuk paprika  
Sumber: Subur dan Suwandi (1985; 1986)

Pada sayuran daun pakcoi, teknik budidaya hidroponik yang dipadukan dengan sistem vertikultur menunjukkan bahwa sistem vertikultur dengan menggunakan model rak bertingkat miring memberikan hasil pakcoi yang lebih tinggi dibandingkan model vertikultur lainnya (Rosliani dkk. 2000). Sistem vertikultur juga sangat efisien dalam penggunaan lahan. Sistem ini cocok untuk daerah-daerah perkotaan sebagai alternatif pertanian di daerah perkotaan atau untuk pekarangan rumah. Interval waktu pemberian larutan NPK 2 g/l dan pupuk daun metalik enam hari sekali merupakan cara pemberian larutan nutrisi yang cukup memadai untuk sayuran daun pakcoi, asal pemberian air dilakukan terus menerus setiap hari.

Sistem hidroponik juga dapat digunakan untuk mendapatkan umbi mini untuk bibit bawang merah yang tinggi (Sumani dkk. 2002). Dengan

kerapatan tanaman 4 g biji TSS per m<sup>2</sup> menggunakan larutan nutrisi NPK (15-15-15) (2 g/l) + MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (0.3 g/l) + CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O (0.3 g/l) + Zn SO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (0.3 g/l) dan media pasir + kumpang (1:1) dapat dihasilkan bobot umbi dan jumlah umbi total paling tinggi, yaitu 48,39% berukuran 2,5-3 g per umbi dan 51,66% berukuran < 2 g per umbi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, P.G. 1981. The use of plastics in protected cropping. *Scientific Horticulture* 32: 78-85
- Bugbee, B. 2003. Nutrient management in recirculating hydroponik culture. Paper presented at The South Pacific Soil-less Culture Conference, Feb 11, 2003 in Palmerston North, New Zealand
- Chaney, R. and B. Coulombe. 1982. Effect of phosphate on regulation of Fe-stress in soybean and peanut. *J. Plant Nutr.* 5: 121-144
- Cherif, M., J. Menzies, D. Ehret, C. Boganoff, and R. Belanger. 1994. Yield of cucumber infected with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. *Hort.Sci.* 29:896-897
- Chong, P. C. and T. Ito. 1982. Growth, fruit yield and nutrient absorption of tomato plants as influenced by solution temperature in nutrient film technique. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 51 (1): 44-50
- Chow, V. 1990. The Commercial approach in hydroponics. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.
- Del Rosario, A. Dafrosa, and P.J.A. Santos. 1990. Hydroponic culture of crops in the Philippines: Problems and prospect. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.

- Dixon, G.R. 1988. Growing hydroponic crops using perlite. Department of Horticulture, West of Scotland College.
- Jensen, M.H. 1990. Hydroponic culture for the tropics : Opportunities and alternatives. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.
- Jensen, M.H. and W.L. Collins. 1985. Hydroponic vegetable production. Horticulture review vol 7.
- Kim, Kwang-Young. 1990. Status and prospect of hydroponics crop production in Korea. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics, in Malaysia, November 25-27, 1990.
- Kao, Te-Chen. 1990. The dynamic root floating hydroponic technique: Prospect in development of the year round vegetable production technology in Taiwan, RDC. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.
- Marvel, M.E. 1974. Hydroponic culture of vegetable crops. University of Florida, Gainesville, Florida.
- Mizrahi, Y. 1988. Effect of salinity on tomato fruit ripening. Plant Physiology 69: 966-970
- Raffar, K.A. 1990. Hydroponics in tropica. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.

- Rault, P.A. 1990. A tunnel greenhouse adapted to the tropical lowland climate. *Acta Horticulturae* 281: 95-103.
- Resh, H.M. 1985. *Hydroponic food production*. Woodbridge Press Publishing Co., California.
- Robinson, D.W. 1990. Development with plastic structure and materials for horticultural crops. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.
- Rosliani, R., N. Sumarni, N. Nurtika, dan Suwandi. 1999. Budidaya sayuran secara vertikultur di daerah urban dan periurban. *Lap. Hasil Penel. Balitsa*
- Schipper, P.A. 1979. *The nutrient flow technique*. Cornell University. Ithaca, New York.
- Subur, Suwandi, dan A.A. Asandhi. 1983. Pengaruh media tumbuh dalam kultur hidroponik pada pertumbuhan dan hasil tomat. *Bul. Penel. Hort.* 10 (2): 7-16
- Subur dan Suwandi. 1985. Formula larutan nutrisi bagi tanaman brokoli pada kultur pasir. BPH Lembang
- Sumarni, N dan R. Rosliani. 2001. Media tumbuh dan waktu aplikasi larutan hara untuk penanaman cabai merah secara hidroponik. *J. Hort* 11 (4):237 – 243

- Sumarni, N., R. Rosliani dan Suwandi. 2001. Pengaruh kerapatan tanaman dan jenis larutan hara terhadap produksi umbi mini bawang merah asal biji dalam kultur agregat hidroponik. *J. Hort.* 11 (3): 163 - 169
- Suwandi. 1993. Pengaruh media dan hara dalam kultur agregat hidroponik tanaman cabai paprika. *Bul. Penel. Hort.* 25 (3):8-13
- Suwandi, A. Hidayat, dan Rini Rosliani. 1995. Kultur agregat dalam sistem hidroponik tanaman tomat. *Bul. Penel. Hort.* 27. (3): 28-37
- Suwandi dan R. Rosliani. 1994. Efisiensi formula larutan nutrisi dalam kultur agregat tomat. *Lap. Hasil Penel. Balithor.*
- Suwandi dan Subur. 1986. Pengaruh macam formula larutan hara dalam kultur hidroponik pada tanaman paprika. *Bull. Penel. Hort.* 14 (2): 8-14.
- Tajudin, A. and M.R. Ismail. 1990. Growth and yield of NFT-grown tomatoes as influenced by different solution concentration. *International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.*
- Valamis, J. and D. Williams. 1967. Manganese and silicon interaction in the Gramineae. *Plant and Soil* 28:131-140.
- Winslow, M. 1992. Silicon, disease resistance and yield of rice genotypes under upland cultural conditions. *Crop Sci* 32 :1208-1213.

Winsor, G.W., R.G. Hurd and D. Price. 1979. Nutrient Film Technique. Grower Bulletin 5. Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, England.

van Pol, H.W. 1984. Bemestingsleer in de Tuinbouw. Culemborg, The Netherlands.

von Zabeltitz, C. 1988. Greenhouse design for warmer climates. *Plasticulture* 80: 39-50



## MONOGRAFI YANG TELAH DITERBITKAN OLEH BALITSA

- Monografi No. 1, 1996 Rampai - rampai Kangkung (*Anna L.H. Dibiyantoro*)
- Monografi No. 2, 1996 Pembentukan Hibrida Cabai (*Yenni Kusandriani*)
- Monografi No. 3, 1996 Teknik Perbanyak Kentang Secara Cepat (*Sudjoko Sahat dan Iteu M. Hidayat*)
- Monografi No. 4, 1996 Bayam : Sayuran Penyangga Petani di Indonesia (*A. Widjaja W. Hadiseganda*)
- Monografi No. 5, 1996 Varietas Bawang Merah di Indonesia (*Sartono Putrasamedja dan Suwandi*)
- Monografi No. 6, 1997 Metode Wawancara Kelompok Petani : Kegunaan dan Aplikasinya Dalam Penelitian Sosial-Ekonomi Tanaman Sayuran (*Rofik Sinung Basuki*)
- Monografi No. 7, 1997 Budidaya Bawang Putih di Dataran Tinggi (*Yusdar Hilman, A. Hidayat, dan Suwandi*)
- Monografi No. 8, 1997 Pengeringan Cabai (*Nur Hartuti dan R.M. Sinaga*)
- Monografi No. 9, 1998 Irigasi Tetes pada Budidaya Cabai (*Agus Sumarna*)
- Monografi No.10, 1998 Pestisida Selektif Untuk Menanggulangi OPT pada Tanaman Cabai (*Euis Suryaningsih dan Laksmiawati Prabaningrum*)
- Monografi No.11, 1998 Thrips pada Tanaman Sayuran (*Anna L.H. Dibiyantoro*)
- Monografi No.12, 1998 Kripik Kentang, Salah satu Diversifikasi Produk (*Nur Hartuti dan R.M. Sinaga*)
- Monografi No.13, 1998 Aneka Makanan Indonesia Dari Kentang (*Nur Hartuti dan Enung Murtiningsih*)
- Monografi No.14, 1998 *Liriomyza* sp. Hama Baru pada Tanaman Kentang (*Wiwin Setiawati*)
- Monografi No.15, 1998 SeNPV, Insektisida Mikroba Untuk Mengendalikan Hama Ulat Bawang, *Spodoptera exigua* (*Tonny K. Moekasan*)

## **MONOGRAFI YANG TELAH DITERBITKAN OLEH BALITSA:**

MONOGRAFI NO. 16, 1998  
**PEMASARAN BAWANG MERAH DAN CABAI**  
*(Thomas Agoes Soetiarso)*

MONOGRAFI NO. 17, 1998  
**PERBAIKAN KUALITAS SAYURAN BERDASARKAN PREFERENSI KONSUMEN**  
*(Mieke Ameriana)*

MONOGRAFI NO. 18, 1998  
**PENGENDALIAN HAMA PENGGEREK UMBI / DAUN KENTANG**  
*(Phthorimaea operculella Zell.) DENGAN MENGGUNAKAN INSEKTISIDA*  
**MIKROBA GRANULOSIS VIRUS (PoGV)**  
*(W. Setiawati, R.E. Soeriaatmadja, T. Rubiati, dan E. Chujoy)*

MONOGRAFI NO. 19, 2000  
**PENERAPAN PHT PADA SISTEM TANAM TUMPANGGILIR**  
**BAWANG MERAH DAN CABAI**  
*(Tonny K. Moekasan, Laksmiawati Prabaningrum, dan Meitha Lussia Ratnawati)*

MONOGRAFI NO. 20, 2000  
**BIJI BOTANI KENTANG (TRUE POTATO SEED = TPS):**  
**BAHAN ALTERNATIF DALAM PENANAMAN KENTANG**  
*(Nikardi Gunadi)*

MONOGRAFI NO 21, 2000  
**PENERAPAN TEKNOLOGI PHT PADA TANAMAN KUBIS**  
*(Sudarwahadi Sastrosiswojo, Tinny S. Uhan dan Rachmat Sutarya)*

MONOGRAFI NO 22, 2000  
**Stat-RIV 2.0, PROGRAM KOMPUTER PENGOLAH DATA ANALISIS**  
**PROBIT DAN PETUNJUK PENGGUNAANNYA**  
*(Tonny K. Moekasan dan Laksmiawati Prabaningrum)*

MONOGRAFI NO 23, 2001  
**PENERAPAN TEKNOLOGI PHT PADA TANAMAN TOMAT**  
*(Wiwini Setiawati, Ineu Sulastrini dan Neni Gunaeni)*

MONOGRAFI NO. 24, 2004  
**PEMANFAATAN MUSUH ALAMI DALAM PENGENDALIAN HAYATI HAMA**  
**PADA TANAMAN SAYURAN**  
*(Wiwini Setiawati, Tinny S. Uhan dan Bagus K. Udiarto)*

MONOGRAFI NO. 25, 2004  
**MENGENAL SAYURAN INDIJENES**  
*(Suryadi dan Kusmana)*

MONOGRAFI NO. 26, 2004  
**PESTISIDA BOTANI UNTUK MENGENDALIKAN HAMA DAN PENYAKIT**  
**PADA TANAMAN SAYURAN**  
*Euis Suryaningsih dan Widjaja W. Hadisoeganda*

MONOGRAFI NO. 27, 2005  
**BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN DENGAN SISTEM HIDROPONIK**  
*Rini Rosliani dan Nani Sumarni*