



TEKNOLOGI HIDROPONIK UNTUK BUDIDAYA TANAMAN

HERRY SUHARDIYANTO

Departemen Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian - IPB

Pendahuluan

Tidak seperti budidaya tanaman yang dilakukan dengan media tanah, budidaya tanaman secara hidroponik dilakukan tanpa tanah, tetapi menggunakan larutan nutrisi sebagai sumber utama pasokan nutrisi tanaman. Pada budidaya tanaman dengan media tanah, tanaman memperoleh unsur hara dari tanah, tetapi pada budidaya tanaman secara hidroponik, tanaman memperoleh unsur hara dari larutan nutrisi yang dipersiapkan khusus. Larutan nutrisi dapat diberikan dalam bentuk genangan atau dalam keadaan mengalir. Selain itu, larutan nutrisi juga dapat dialirkan ke media tanam hidroponik sebagai tempat berkembangnya akar. Media tanam hidroponik dapat berasal dari bahan alam seperti kerikil, pasir, sabut kelapa, arang sekam, batu apung, gambut, dan potongan kayu atau bahan buatan seperti pecahan bata, busa, dan *rockwool*.

Selain lingkungan di sekitar tanaman, yaitu di atas daerah perakaran, lingkungan daerah perakaran juga harus memenuhi persyaratan pertumbuhan optimal tanaman. Hal ini ditentukan

oleh keadaan larutan dan sirkulasinya. Nilai pH larutan nutrisi perlu diupayakan berada pada kisaran 5,5 sampai 6,5 sesuai untuk tanaman yang dibudidayakan. Penurunan dan peningkatan pH larutan nutrisi dapat dilakukan melalui penambahan asam (HNO_3 , H_3PO_4 atau H_2SO_4) atau penambahan basa (KOH) ke larutan nutrisi. Nilai *Electrical Conductivity* (EC) larutan nutrisi harus disesuaikan dengan umur tanaman dan fase pertumbuhannya. Tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik dapat tumbuh dengan baik, jika memperoleh unsur hara yang diperlukan, serta cukup air dan oksigen.

Dibandingkan dengan budidaya tanaman dengan media tanah, sistem hidroponik memiliki banyak kelebihan, yaitu: 1) serangan hama dan penyakit cenderung jarang dan lebih mudah dikendalikan, 2) penggunaan pupuk dan air lebih efisien, 3) tidak ada kegiatan yang memerlukan tenaga intensif untuk pekerjaan berat seperti pengolahan tanah dan pemberantasan gulma, 4) larutan nutrisi tanaman dapat dipasok sesuai dengan tingkat kebutuhan tanaman, 5) dapat diusahakan di lahan tidak subur maupun di lahan yang sempit, 6) kebersihan lebih mudah dijaga dan terhindar dari penyakit yang berasal dari tanah, 7) budidaya tanaman dapat dilakukan tanpa bergantung musim.

Teknologi *Greenhouse* dan Hidroponik

Budidaya tanaman dengan sistem hidroponik pada umumnya dilakukan di dalam *greenhouse*. Istilah yang sering digunakan untuk terjemahan *greenhouse* adalah rumah kaca. Namun, hal ini tidak lagi sesuai karena sebagian besar *greenhouse* di Indonesia justru dibangun tidak lagi menggunakan kaca sebagai bahan penutup tetapi menggunakan plastik. Oleh karena itu, penulis memperkenalkan istilah rumah tanaman sebagai terjemahan *greenhouse* (Suhardiyanto, 2009).

Penggunaan rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah seperti Indonesia tentu saja berbeda dengan di

kawasan subtropika. Di daerah yang beriklim tropika basah, rumah tanaman berfungsi sebagai bangunan perlindungan tanaman. Dalam hal ini, rumah tanaman lebih ditujukan untuk melindungi tanaman dari hujan, angin dan hama, mengurangi intensitas radiasi matahari yang berlebihan, mengurangi penguapan air dari daun dan media, serta memudahkan perawatan tanaman. Oleh karena itu, rancangan rumah tanaman di daerah tropika basah sebaiknya tidak meniru rancangan rumah tanaman di daerah yang beriklim subtropika yang umumnya ditujukan untuk melindungi tanaman dari suhu udara yang rendah pada musim dingin (Suhardiyanto, 2009).

Dalam perancangan rumah tanaman, prinsip-prinsip keseimbangan panas yang dipelajari sebagai bagian dari ilmu fisika merupakan landasan dalam memprediksi kondisi lingkungan termal di dalam rumah tanaman. Dengan demikian, sebelum rumah tanaman dibangun, kondisi lingkungan termal di dalam rumah tanaman tersebut dapat diprediksi. Setelah mengetahui kondisi lingkungan termal tertentu yang akan dicapai, perancang dapat dengan lebih mudah membuat rancangan rumah tanaman. Hubungan antara rancangan rumah tanaman dengan kondisi lingkungan termal di dalamnya dapat disajikan dengan mudah menggunakan simulasi komputer.

Teknologi hidroponik dikembangkan terutama untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen pada waktu yang lebih sesuai rencana. Sistem hidroponik memungkinkan aplikasi perkembangan teknologi komputer dan kontrol otomatis serta ilmu pengetahuan fisiologi tanaman untuk menyediakan lingkungan yang lebih sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, pengembangan sistem hidroponik menjadi tantangan tersendiri bagi para peneliti dan merupakan hal yang sangat menarik generasi muda. Selain itu, budidaya tanaman secara hidroponik merupakan bisnis yang menarik dan menjanjikan keuntungan yang memadai. Tanaman yang sering dibudidayakan secara hidroponik adalah tanaman yang bernilai ekonomi tinggi. Berbagai sayuran

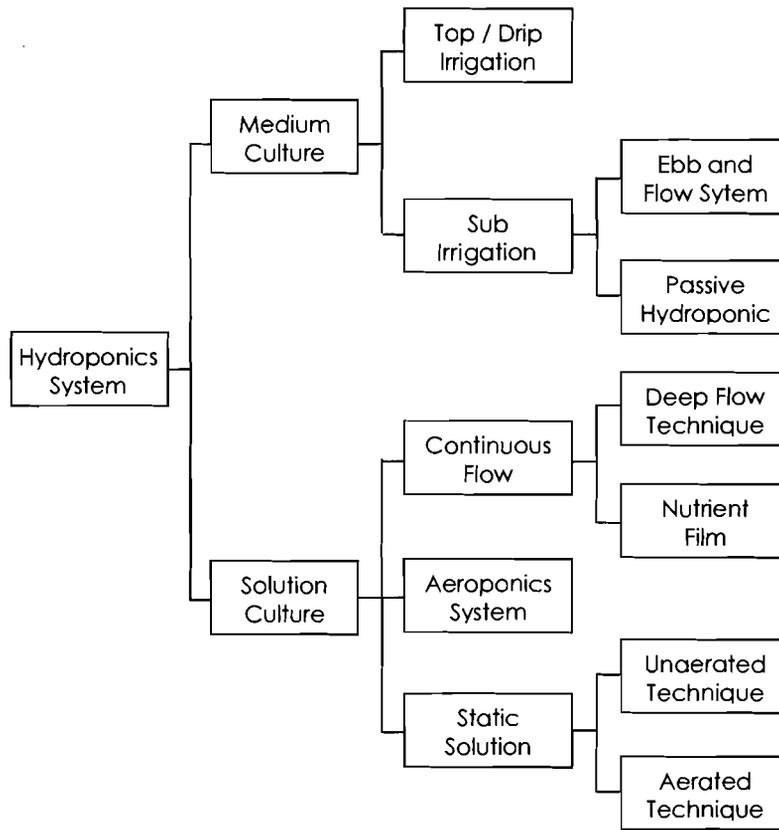
daun, sayuran buah, buah-buahan dan tanaman hias eksotik yang umum dibudidayakan secara hidroponik antara lain adalah selada, sawi putih, pakchoy, caysim, bayam, kangkung, seledri, kubis, tomat, timun jepang, paprika, terung, brokoli, kubis bunga, stroberi, melon, semangka, krisan, poinsettia, anggrek, gerberra, dan kaktus.

Sistem Hidroponik

Pada saat ini telah banyak ragam sistem hidroponik yang digunakan dalam skala komersial, sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Sistem hidroponik dikelompokkan menjadi dua, yaitu kultur media tanam dan kultur larutan nutrisi. Pada kultur media tanam, penanaman dilakukan menggunakan media tanam padat berpori sebagai tempat dimana akar tanaman tumbuh. Media tanam yang digunakan dapat berupa media organik, anorganik, atau campuran keduanya. Berdasarkan metode pemberian larutan nutrisinya, kultur media dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu *sub irrigation* (irigasi bawah permukaan) dan *top irrigation* (irigasi permukaan). Karena *top irrigation* sering diaplikasikan pada sistem hidroponik dengan menggunakan penetes maka sistem ini lebih terkenal dengan sebutan *drip irrigation system* (sistem irigasi tetes). *Sub irrigation* dibagi dua, yaitu *passive sub irrigation* (sistem irigasi dengan prinsip kapiler), dan *ebb and flow* (sistem irigasi genang dan alir).

Pada kultur larutan nutrisi, penanaman dilakukan tidak menggunakan media tanam atau media tumbuh, sehingga akar tanaman tumbuh di dalam larutan nutrisi atau di udara. Kultur larutan nutrisi dibagi menjadi tiga kelompok besar, yaitu hidroponik larutan diam, hidroponik dengan larutan nutrisi yang disirkulasikan, dan aeroponik. Sistem hidroponik dipilih berdasarkan pertimbangan jenis tanaman yang akan dibudidayakan, kebijakan investasi, kompetensi tenaga kerja, dan kondisi iklim. Beberapa sistem hidroponik yang umum digunakan dalam budidaya tanaman

secara komersial adalah *drip irrigation system*, *ebb and flow system*, *passive hydroponics*, *floating hydroponics*, *nutrient film technique*, dan *aeroponics*.



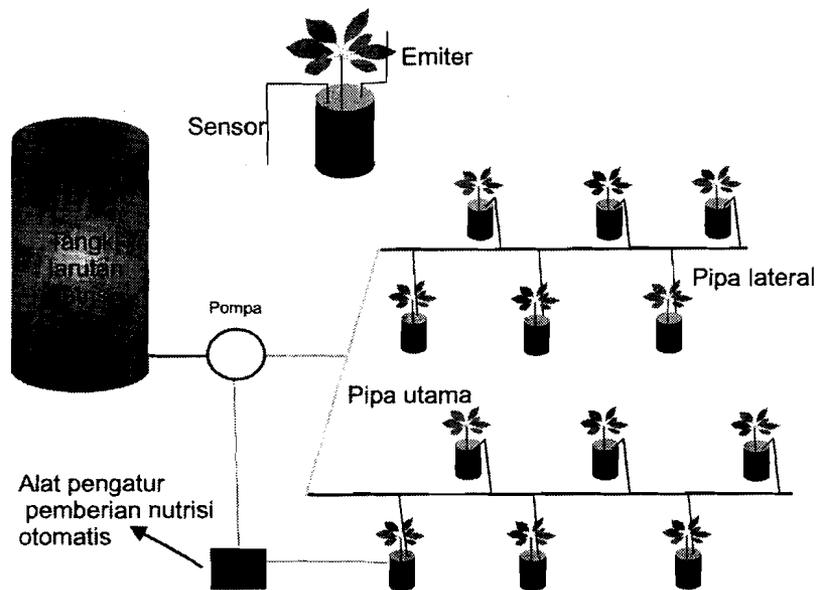
Gambar 1. Skema kategori sistem hidroponik.

Drip Irrigation System (Sistem Irigasi Tetes)

Jenis tanaman yang berbatang besar dan berbuah berat, seperti melon, mentimun, tomat, dan paprika, lebih sesuai

menggunakan kultur media atau dikenal juga dengan sebutan hidroponik substrat. Karena akar tanaman harus kuat menahan batang dan buah, maka diperlukan media tanam yang padat. Pada sistem hidroponik substrat, akar berkembang di dalam media tanam dan mencengkeram media tanam sehingga mampu menopang batang dan buah. Supaya dapat berdiri tegak, tanaman yang tumbuh melebihi 1 meter perlu ditopang dengan tali ajir. Kebutuhan tanaman terhadap unsur hara tidak dipenuhi dari media tanam melainkan dari pasokan larutan nutrisi yang dilakukan dengan berbagai alternatif metode. Jika larutan nutrisi diberikan kepada media tanam secara langsung melalui penetes (*emitter*) secara sinambung dan perlahan di dekat tanaman, maka sistem ini disebut *drip irrigation system* atau sistem irigasi tetes.

Jaringan irigasi tetes terdiri dari pompa, pipa utama, pipa manipol, pipa lateral, dan penetes (*emitter*), serta komponen lainnya seperti katup-katup, pengukur tekanan, filter (*sand filter*, *disk filter*, dan *screen filter*), kran (*ballvalve*) dan tangki larutan nutrisi. Pemberian larutan nutrisi dengan irigasi tetes (*drip system*) merupakan sistem terbuka, yaitu larutan nutrisi yang dialirkan ke tanaman tidak disirkulasikan kembali. Larutan nutrisi dibiarkan terbuang jika media tanam sudah jenuh. Pemberian larutan nutrisi dengan irigasi tetes ini harus tepat dari segi jumlah agar efisien dan larutan nutrisi tidak banyak yang terbuang karena mengalir keluar dari media tanam. Untuk menjaga akurasi pemberian larutan nutrisi telah dikembangkan sistem kendali otomatis untuk kelembaban media tanam pada sistem irigasi tetes (Suhardiyanto *et al.*, 2006). Skema sistem tersebut disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Skema sistem kendali otomatis untuk kelembaban media tanam pada jaringan irigasi tetes (Suhardiyanto *et al.*, 2006).

Larutan nutrisi harus mengandung komposisi ion dalam konsentrasi yang tepat dan suhu yang dapat ditolerir oleh tanaman. Selanjutnya, media tanam organik sebaiknya tidak menyediakan nutrisi bagi tanaman, dan tidak mengalami pelapukan dalam jangka pendek. Media tanam untuk hidroponik substrat harus memiliki pori-pori makro dan mikro yang seimbang, sehingga sirkulasi udaranya cukup baik dan daya serap airnya cukup tinggi. Media tanam hidroponik substrat dapat berasal dari bahan organik maupun bahan anorganik. Contoh bahan organik yang dapat digunakan adalah: gambut, potongan kayu, serbuk kayu gergaji, kertas, arang sekam, arang kayu, batang pakis, *cocopot* (sabut kelapa). Sementara itu, contoh bahan anorganik yang dapat digunakan adalah pasir, kerikil alam, kerikil sintetik, batu kali, batu apung, perlit, zeolit, pecahan bata/genting, spons, serabut batuan (*rockwool*). Masing-masing jenis media tanam di atas mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Media tanam dipilih berdasarkan karakteristik fisika dan kimiawi, ketersediaan dan biaya.

Ebb and Flow System (Sistem Genang dan Alir)

Pada sistem hidroponik genang dan alir, larutan nutrisi dialirkan ke bak tanaman hingga merendam akar lalu dialirkan keluar bak untuk selang waktu tertentu. Ada juga yang menyebut sistem ini sebagai *flood and drain system*. Pada umumnya sistem ini terdiri dari: bedengan kedap air, wadah/pot yang berlubang di bagian bawahnya dan berisi media tanam, tangki untuk larutan nutrisi, pompa, pipa-pipa untuk mengalirkan larutan nutrisi, klep *inlet* dan *outlet*.

Sistem ini termasuk kategori sistem hidroponik dengan sirkulasi tertutup. Tanaman dalam pot diletakkan pada bak tanaman dimana larutan nutrisi dialirkan ke dalamnya. Ketika kran inlet dibuka, larutan nutrisi mengalir ke dalam bak tanaman hingga pot terendam sampai ketinggian tertentu. Selama perendaman, kran outlet ditutup. Setelah larutan nutrisi merembes ke dalam media tanam, outlet dibuka. Dengan demikian larutan nutrisi mengalir secara gravitasi kembali ke bak penampung hingga tidak ada lagi genangan di bak tanaman. Selanjutnya, larutan nutrisi di dalam bak penampungan dialirkan kembali ke dalam bak tanaman ketika waktunya tiba. Untuk memberi kesempatan larutan nutrisi menembus ke dalam media tanam, biasanya digunakan patokan waktu perendaman sekitar 10 menit setelah larutan nutrisi memenuhi bak tanaman. Dengan perembesan larutan nutrisi secara berkala ini tanaman mendapat cukup unsur hara, udara dan air. Sistem ini banyak digunakan untuk tanaman bunga dalam pot, seperti krisan dan poinsettia.

Passive Hydroponics

Passive hydroponics termasuk kategori kultur media. Tanaman ditanam dalam pot berisi media tanam dan diletakkan di atas wadah berisi larutan nutrisi yang dangkal sehingga larutan

nutrisi dapat mengalir dari bagian bawah pot ke media tanam di dalam pot melalui mekanisme aliran fluida di dalam pipa kapiler. Larutan nutrisi tidak disirkulasikan. Media tanam yang digunakan harus memiliki porositas yang baik, sehingga lubang-lubang di dalamnya berfungsi sebagai pipa kapiler. Pada umumnya sistem ini digunakan untuk budidaya tanaman bunga.

***Floating Hydroponics* (Hidroponik Rakit Apung)**

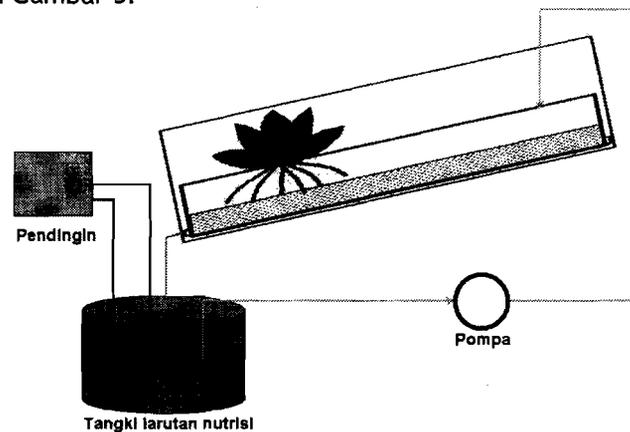
Hidroponik rakit apung termasuk hidroponik kultur larutan nutrisi. Pada hidroponik rakit apung, tanaman ditanam dengan posisi akar terendam di dalam larutan nutrisi yang tidak mengalir. Karena tidak menggunakan media tanam, tanaman perlu ditopang agar dapat tumbuh tegak. Tanaman dibudidayakan dengan cara menempatkan tanaman pada *styrofoam* yang mengapung di atas permukaan larutan nutrisi dalam suatu bak, sehingga akar-akar tanaman terendam dan dapat menyerap nutrisi dan air. Batang tanaman dijepitkan pada lubang *styrofoam* yang dipersiapkan lebih dahulu. Karakteristik sistem ini antara lain adalah terisolasinya lingkungan perakaran, sehingga fluktuasi suhu larutan nutrisi tergolong rendah. Fluktuasi suhu larutan nutrisi dalam sistem ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, umur tanaman, dan kedalaman larutan nutrisi. Larutan nutrisi dapat didaur ulang sesudah dievaluasi kepekatan larutannya kurang lebih setiap minggu.

Kandungan oksigen dalam larutan nutrisi pada hidroponik rakit apung dapat dijaga agar tidak turun dengan mengalirkan oksigen ke dalam larutan nutrisi. Sistem ini disebut *Static Aerated Technique* (SAT) sedangkan sistem yang tidak dialiri oksigen disebut *Static Un aerated Technique* (SUT). SAT dilengkapi dengan aerator untuk memompa oksigen ke dalam larutan nutrisi sebagai upaya memenuhi kadar oksigen bagi akar tanaman. Peralatan penunjang yang digunakan SAT antara lain adalah bak, aerator, dan *styrofoam*. SUT dapat dioperasikan tanpa menggunakan energi listrik, karena penempatan larutan nutrisi ke dalam bak dapat dilakukan secara manual. Penerapan SUT yang mempunyai kelebihan karena hemat

energi ini dapat dilakukan di daerah-daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik.

Nutrient Film Technique (NFT)

Nutrient Film Tehnique (NFT) diartikan sebagai metode budidaya tanaman dimana akar tanaman tumbuh di dalam larutan nutrisi sangat dangkal yang membentuk lapisan tipis nutrisi (*nutrient film*) dan tersirkulasi. Dengan demikian, tanaman dapat memperoleh unsur hara, air, dan oksigen yang cukup. Komponen sistem NFT adalah saluran, tangki, pompa, pipa, dan *styrofoam*. Penggunaan NFT di daerah tropika seringkali mengalami masalah peningkatan suhu larutan nutrisi ketika disirkulasikan melalui saluran pada siang hari. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat digunakan mesin pendingin sebagaimana dikembangkan oleh Matsuoka dan Suhardiyanto (1992). Skema sistem tersebut disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Skema sistem NFT yang dilengkapi dengan mesin pendingin (Matsuoka dan Suhardiyanto, 1992).

NFT memiliki karakteristik, bahwa akar tanaman berada di udara dan larutan nutrisi sekaligus. Sebagian akar berada pada ruang

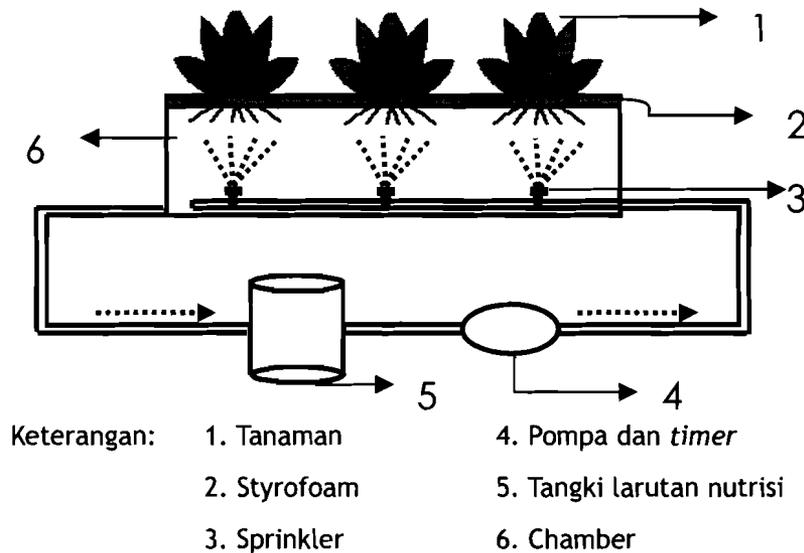
udara dalam saluran, sehingga dapat menyerap oksigen, sebagian yang lain terendam dalam larutan nutrisi sehingga dapat menyerap unsur hara dan air yang diperlukan oleh tanaman. Saluran yang diletakkan dengan kemiringan tertentu memungkinkan larutan nutrisi mengalir sampai ujung saluran dan ditampung kembali dalam tangki. Dalam sistem ini, larutan nutrisi disirkulasikan terus menerus secara tertutup. Akar dari tanaman berkembang di dalam saluran dan membentuk jalinan sesuai bentuk saluran. Untuk membuat sirkulasi larutan nutrisi yang baik, perlu diusahakan agar:

1. Kemiringan saluran tempat mengalirnya larutan nutrisi ke ujung saluran benar - benar seragam, yaitu dengan slope 0,5 sampai 4 %.
2. Kecepatan aliran larutan nutrisi sesuai untuk pertumbuhan akar, yaitu pada debit aliran larutan nutrisi 1 sampai 2 liter/ menit, bergantung keadaan perakarannya.
3. Lebar saluran harus cukup memadai untuk menghindari terbenyungnya aliran larutan nutrisi oleh jalinan akar.
4. Panjang saluran masih memungkinkan tidak terjadinya defisiensi nitrogen, yaitu maksimal 12 meter.
5. Dasar saluran harus rata dan tidak cekung atau cembung untuk mencapai kedalaman larutan nutrisi yang disyaratkan.

Aeroponics (Aeroponik)

Aeroponik adalah metode budidaya tanaman dimana akar tanaman menggantung di udara serta memperoleh unsur hara dan air dari larutan nutrisi yang disemprotkan ke akar. Pada umumnya, aeroponik digunakan untuk budidaya sayuran daun seperti bayam, caisin, kailan, kangkung, pakchoy, selada dan sebagainya. Larutan nutrisi disemprotkan dalam bentuk kabut, ke akar tanaman yang berada dalam *chamber* dengan durasi tertentu (Gambar 4). *Chamber* merupakan lingkungan tertutup tempat tumbuhnya

akar. Sistem ini meliputi *sprayer nozzles* untuk menyemprotkan larutan nutrisi, pompa yang dilengkapi dengan *timer*, *chamber*, *styrofoam* dan pipa. Aeroponik tidak memerlukan media tanam. Hanya saja, tanaman perlu ditopang agar dapat tumbuh dengan tegak. Biasanya helaian *styrofoam* yang telah dilubangi digunakan untuk menempatkan pangkal batang tanaman. Helaian *styrofoam* ini diletakkan di bagian atas *chamber*, memisahkan kanopi dengan akar tanaman. Pada skala komersial, beberapa *chamber* untuk aeroponik dirangkai membentuk suatu jaringan sistem aeroponik (Prastowo et al., 2007).



Gambar 4. Skema sistem aeroponik

Untuk tanaman yang memiliki berat biomassa melebihi kapasitas yang dapat ditopang oleh *styrofoam*, yaitu 3 kg/m^2 , diperlukan kawat atau tali penahan kanopi tanaman agar helaian *styrofoam* tidak melengkung dan patah. Aeroponik sangat efisien dalam penggunaan air dan nutrisi. Debit aliran larutan nutrisi yang diperlukan untuk NFT adalah sekitar 1 liter per menit, sedangkan

aeroponik hanya memerlukan 1,5 ml per menit. Pada sistem aeroponik perlu dilakukan pengecekan terhadap *nozzle* secara berkala untuk menjamin kelancaran pengkabutan larutan nutrisi ini karena kalau tidak, *nozzle* sering tersumbat oleh kotoran atau partikel dalam larutan nutrisi. Selain itu, larutan nutrisi yang sampai ke akar tanaman harus benar-benar dalam bentuk kabut dan tersebar secara merata. Aeroponik semakin populer sebagai metode budidaya tanaman pada masa depan. Aplikasi aeroponik pada budidaya berbagai jenis tanaman yang sebelumnya tidak lazim dibudidayakan menggunakan metode aeroponik, mulai banyak dilaporkan dalam berbagai jurnal ilmiah.

Penutup

Dalam perkembangannya, sistem hidroponik di dalam rumah tanaman dapat lebih diarahkan menjadi salah satu bentuk pertanian modern yang bebas insektisida. Hal ini mendorong para pebisnis untuk terjun mengembangkan usaha budidaya tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan umur relatif pendek dengan sistem hidroponik. Perkembangan lebih lanjut dari teknologi hidroponik dan rumah tanaman adalah penggunaan kemajuan di bidang teknologi komputer, kontrol otomatis, robotik, optik, dan lain sebagainya untuk mengendalikan semua proses metabolisme tanaman, sehingga tercipta semacam industri tanaman atau *plant factory*.

Daftar Pustaka

- Matsuoka, T., H. Suhardiyanto. 1992. Thermal and flowing aspects of growing petty tomato in cooled NFT solution during summer. *Environment Control in Biology* 30 (3): 119-125.
- Prastowo, S. Hardjoamidjojo, N. Laelasari. 2007. Irrigation Efficiency and Uniformity of Aeroponics System: a Case Study in Parung Hydroponics Farm. *Jurnal Keteknik Pertanian* 21 (2): 127-133.

Suhardiyanto, H., A. Sapei, C. Arif, A.M. Patappa, B.D. Astuti 2006. Sistem Kendali Berbasis PLC untuk Pengaturan Larutan Nutrisi pada Jaringan Irigasi Tetes. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer* 4(2): 42-47.

Suhardiyanto, H. 2009. *Teknologi Rumah Tanaman untuk Iklim Tropika Basah: Pemodelan dan Pengendalian Lingkungan*. IPB Press, Bogor.