

PEMANFAATAN ALIRAN SUNGAI DALAM PENGEMBANGAN *NATURAL HYDROPONIC TECHNOLOGY (NHT)*

Ary Susatyo N¹⁾, Endah Rita S²⁾, Dewi, Rosyida³⁾, M. Anas Dzakiy⁴⁾
^{1,2,3,4)}Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Semarang
¹⁾arysusatyon@gmail.com

ABSTRACT

Hydroponics is one of the advanced technologies that can be applied to produce good quality of vegetables, throughout the year, and in sufficient quantities. Hydroponics technology is a way of cultivating plants without using soil media as a growing medium, or in other words using soil culture media (soiless culture). Research on hydroponics has been widely practiced. However, existing hydroponic technology innovations are not yet possible for farmers to implement because most farmers are farmers with little capital and do not yet have adequate hydroponic knowledge. Therefore, it is necessary to develop hydroponic technology by considering the complexity of technology, initial capital, and operational cost. Research have conducted using Reasearch and Development method to develop natural-based Hydroponics technology, named Natural Hydroponic Technology (NHT). The research was conducted in Dusun Gempol, Ngesrep Balong, Limbangan, Kendal with altitude of place 900 mdpl. NHT technology utilizes water sources from streams which are then channeled to NHT beds. NHT technology has been able to operate and be tested on a limited basis on pakcoi plants until harvest time.

Keywords: *Hydroponics, Natural Hydroponics Technology, Environment, River Flow*

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan salah satu bahan pangan yang dibutuhkan oleh semua manusia untuk menjaga kesehatan tubuh. Sayuran merupakan sumber beberapa zat gizi seperti berbagai jenis vitamin dan mineral. Kandungan beragam vitamin dan mineral dalam sayuran tidak dapat disubstitusi dengan makanan pokok (Nazaruddin, 2003). Dewasa ini permintaan masyarakat terhadap sayuran terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Produksi sayuran hingga saat ini belum mampu memenuhi kebutuhan pasar karena rata-rata produksi sayuran nasional masih sangat rendah (Badan Pusat Statistik, 2010). Rendahnya produksi sayuran di Indonesia antara lain disebabkan karena kebanyakan budidaya sayuran yang dilakukan para petani masih bersifat konvensional dan tidak memperhatikan teknik budidaya yang baik.

Penerapan teknologi budidaya sayuran secara konvensional yang dilakukan para petani, selain berdampak pada jumlah produksi yang semakin menurun, juga

berdampak pada kualitas sayuran. Kualitas sayuran yang dihasilkan melalui pertanian konvensional masih tergolong rendah. Hidroponik merupakan salah satu teknologi modern yang dapat diterapkan untuk menghasilkan sayuran berkualitas, aman, sepanjang tahun, dan dalam jumlah memadai (Nelson, 2009). Kelebihan teknologi hidroponik adalah perawatan lebih praktis, gangguan hama lebih terkontrol, pemakaian pupuk lebih hemat, tidak membutuhkan tenaga kasar, tanaman dapat tumbuh lebih pesat dan dengan keadaan yang tidak kotor dan rusak (Marr,2015). Namun demikian, penerapan teknologi hidroponik di tingkat petani masih terdapat beberapa kendala.

Kendala yang sering dihadapi petani dalam menerapkan teknologi hidroponik antara lain adalah (1) tingginya modal awal untuk membangun sistem hidroponik, (2) memerlukan keterampilan khusus, (3) mahalnya harga bahan-bahan dalam penyediaan unsur hara (Genuncio et al, 2012).

Penelitian tentang hidroponik telah banyak dilakukan. Namun demikian, inovasi-inovasi teknologi hidroponik yang sudah ada belum memungkinkan untuk diterapkan oleh para petani karena sebagian besar petani saat ini merupakan petani dengan modal kecil dan belum memiliki pengetahuan hidroponik yang memadai. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan teknologi hidroponik dengan mempertimbangkan kerumitan teknologi, modal awal, dan biaya operasional. Untuk mengatasi kendala yang dihadapi dalam pertanian dengan teknologi hidroponik, maka diperlukan pengembangan teknologi hidroponik yang ada saat ini. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam pengembangan teknologi hidroponik adalah tingkat kerumitan teknologi, tinggi rendahnya modal awal dan biaya operasional, ketersediaan alat dan bahan yang dibutuhkan, tingkat ketergantungan teknologi terhadap sumberdaya listrik, dan nilai komoditas sayuran yang akan diusahakan. Semua pertimbangan tersebut harus didasarkan pada kondisi sebagian besar petani saat ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan teknologi tepat guna berupa inovasi teknologi hidroponik,yaitu “*Natural Hydroponic Technology*”berbasis lingkungan yang memenuhi kriteria sederhana, tidak rumit, biaya rendah, tidak tergantung dengan sumberdaya listrik, menggunakan bahan-bahan yang mudah

diperoleh, ramah lingkungan, dan dapat diterima serta diterapkan oleh petani untuk meningkatkan produksi dan kualitas sayuran.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Agustus di Desa Ngesrep Balong, Limbangan, Kendal. Penelitian ini dirancang dalam bentuk penelitian pengembangan atau R & D (*Research and Development*) untuk mengembangkan “Teknologi Hidroponik Konvensional” menjadi “*Natural Hydroponic Technology*” berbasis lingkungan. Tahapan penelitian terdiri dari:

Tahap 1 : *Research and information collecting*

Dalam tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah studi pustaka yang berkaitan dengan teknologi hidroponik yang akan dikembangkan. Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji beberapa hasil penelitian terdahulu yang relevan untuk dijadikan rujukan. Selanjutnya dilakukan observasi lapangan berkaitan dengan budidaya sayuran dengan teknologi hidroponik. Observasi lapangan dilakukan pada beberapa pelaku hidroponik di Kota Semarang. Hasil dari kegiatan ini adalah diperolehnya profil teknologi hidroponik meliputi keunggulan dan kelemahannya, khususnya yang berkaitan dengan sistem yang hendak ditingkatkan mutunya.

Tahap 2 : *Planning*

Tahap kedua adalah merancang berbagai kegiatan dan langkah-langkah yang akan ditempuh dalam pengembangan *Natural Hydroponic Technology* berbasis lingkungan. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dalam tahap ini yaitu merumuskan tujuan khusus yang ingin dicapai dengan dikembangkannya *Natural Hydroponic Technology* berbasis lingkungan; memperkirakan dana, tenaga, dan waktu yang diperlukan; merumuskan kemampuan peneliti, prosedur kerja, dan bentuk-bentuk partisipasi yang diperlukan selama penelitian.

Tahap 3 : *Develop preliminary form of product*

Tahap ke-tiga merupakan tahap pembuatan desain “*Natural Hydroponic Technology*” berbasis lingkungan yang dilakukan berdasar pada tahap ke-satu dan ke-dua. Tahap ini menghasilkan Desain ke-1 dari “*Natural Hydroponic Technology*” berbasis lingkungan. Desain tersebut meliputi *green house*, saluran irigasi, bak

pengomposan, sistem hara, meja pembenihan, meja pembibitan, dan meja pembesaran.

Tahap 4 : *Preliminary field testing*

Pada tahap ke-empat dilakukan uji coba lapangan secara terbatas. Kegiatan yang dilakukan meliputi pembuatan *Green house*, instalasi "*Natural Hydroponic Technology*" berbasis lingkungan, uji coba operasional instalasi, dan uji coba budidaya sayuran dengan sayur "Pakchoi" secara terbatas. Hasil uji coba terbatas ini digunakan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan Desain ke-1 dan dipakai sebagai dasar untuk melakukan revisi desain tersebut.

Tahap 5 : *Main product revision*

Tahap ini merupakan tahap memperbaiki kelemahan-kelemahan yang terdapat pada Desain ke-1. Perbaikan desain ke-1 dilakukan berdasarkan hasil uji coba terbatas pada tahap ke-empat. Kelemahan-kelemahan pada desain ke-1 diperbaiki dan disempurnakan sehingga menghasilkan produk yang lebih baik dan disebut Desain ke-2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk-Bentuk dan Penerapan Teknologi Hidroponik

Teknologi hidroponik telah berkembang pesat hingga terbentuk beberapa sistem hidroponik. Savage (1985) dalam Susila (2013) telah mengelompokkan sistem hidroponik menjadi beberapa kelompok. Berdasarkan sistem irigasinya, hidroponik dapat dikelompokkan menjadi sistem terbuka dan sistem tertutup. Pada sistem terbuka, larutan hara tidak digunakan kembali, misalnya pada hidroponik dengan penggunaan irigasi tetes (*drip irrigation*) atau *trickle irrigation*. Pada sistem tertutup, larutan hara dimanfaatkan kembali dengan cara resirkulasi. Sedangkan berdasarkan penggunaan media atau substrat, hidroponik dikelompokkan menjadi sistem substrat (*substrate system*) dan sistem non-substrat atau sistem akar talanjang (*bare root system*).

Sistem substrat merupakan sistem hidroponik dengan menggunakan media padatan bukan tanah yang dapat menyimpan unsur hara dan air sementara, menjaga agar media tetap lembab, oksigen tetap tersedia bagi tanaman, dan mampu mendukung akar untuk menopang tanaman seperti halnya tanah (Lingga, 2008).

Karakteristik hidroponik sistem substrat adalah tanaman ditanam pada media tanam porous dalam sebuah wadah; tanaman dijaga agar tegak dengan tali atau ajir; pemberian larutan nutrisi dilakukan secara siraman, sirkulasi, dan tetesan ke media dan dibiarkan menyebar serta merembes keluar wadah; penggunaan air dan hara relatif efisien karena kelebihan air dan hara ditekan sekecil mungkin atau didaur ulang (Tanjung, 2007).

Berdasarkan jenis substrat yang digunakan, hidroponik sistem substrat berkembang menjadi beberapa teknik. Susila (2013) menjelaskan bahwa teknik hidroponik substrat yang sering digunakan yaitu:

a. *Sand Culture*

Sand culture merupakan budidaya tanaman dengan sistem hidroponik dengan media pasir sebagai pendukung sistem perakaran tanaman.

b. *Gravel Culture*

Gravel culture merupakan budidaya tanaman dengan sistem hidroponik dengan media *gravel* (kerikil) sebagai pendukung sistem perakaran tanaman. Kerikil merupakan media yang murah dan mudah dibersihkan. Kerikil dimasukkan ke dalam kolam memanjang, dan secara periodik diisi dengan larutan hara. Tanaman yang ditanam di atas kerikil mendapatkan hara dari larutan yang diberikan.

c. *Rockwool Culture*

Rockwool culture merupakan budidaya tanaman dengan sistem hidroponik dengan media *rockwool* sebagai pendukung sistem perakaran tanaman. *Rockwool* terbuat dari batu basalt bersifat inert yang dipanaskan hingga mencair. Selanjutnya cairan tersebut diputar hingga terbentuk benang-benang yang kemudian dipadatkan seperti kain *wool*. d. *Bag Culture*

Bag culture merupakan budidaya tanaman dengan menggunakan kantong plastik yang diisi media tanam. Media tanam yang dipakai dapat berupa *coco peat* (sabut kelapa), serbuk gergaji, kulit kayu, perlit, arang sekam, dan sebagainya. Dalam sistem ini, pemberian larutan hara biasanya dilakukan dengan irigasi tetes.

Hidroponik sistem non-substrat atau sistem akar telanjang adalah sistem hidroponik yang tidak menggunakan media tanam untuk membantu menopang pertumbuhan tanaman, sehingga lebih efisien. Pada sistem ini, akar tanaman diletakkan pada larutan hara, baik berupa aliran air, disemprotkan, atau air menetap.

Susila (2013) menjelaskan bahwa teknik hidroponik sistem akar telanjang yang sering digunakan yaitu:

a. *Floating Hidroponic System*

Floating Hidroponic System merupakan teknik budidaya dengan menanam tanaman pada lubang *styrofoam* yang mengapung di atas permukaan larutan hara. Larutan hara dapat dimasukkan dalam suatu bak penampung atau kolam sehingga akar tanaman terapung atau terendam dalam larutan hara. Pada sistem ini larutan hara tidak disirkulasikan, tetapi dibiarkan dalam bak penampung atau kolam dan dapat digunakan kembali dengan cara mengontrol kepekatan larutan dalam jangka waktu tertentu.

b. *Deep Flowing System (DFS)*

Deep flowing System merupakan sistem hidroponik tanpa media. Hidroponik ini berupa kolam atau kontainer panjang dan dangkal yang diisi larutan hara dan diberi aerasi. Tanaman ditanam di atas panel tray terbuat dari *styrofoam* mengapung di atas kolam dan perakaran berkembang di dalam larutan hara.

c. *Nutrient Film Technique (NFT)*

Nutrient Film Technics merupakan sistem hidroponik dengan teknik pemberian larutan hara melalui aliran yang sangat dangkal, yang mengandung semua unsur hara terlarut yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman ditanam dalam sirkulasi hara tipis pada talang-talang memanjang. Air yang mengandung hara terlarut diberikan secara terus-menerus selama 24 jam. Sistem NFT harus dirancang berdasarkan kemiringan saluran, laju aliran, dan panjang saluran yang tepat. Keuntungan utama sistem NFT adalah akar tanaman yang terus terkena air, pasokan oksigen dan unsur hara yang cukup.

d. *Aeroponics*

Aeroponics merupakan sistem hidroponik tanpa media tanam, tetapi menggunakan kabut larutan hara yang kaya oksigen dan disemprotkan pada zona perakaran tanaman. Perakaran tanaman diletakkan menggantung di udara dalam kondisi gelap, dan secara periodik disemprotkan larutan hara.

e. *Mixed System*

Mixed system merupakan teknologi hidroponik yang menggabungkan *Aeroponics* dan *Deep Flowing System*. Bagian atas perakaran tanaman tebenam pada kabut hara yang disemprotkan, sedangkan bagian bawah perakaran terendam dalam larutan hara.

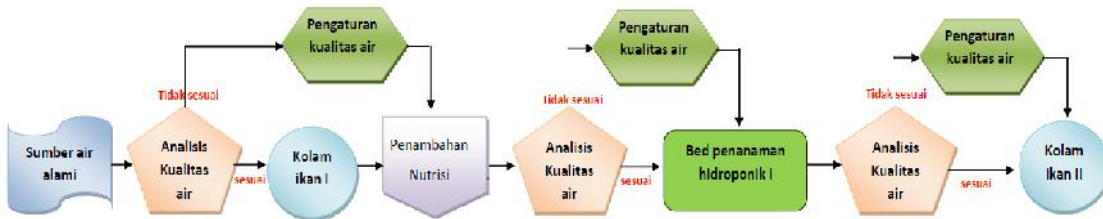
Teknologi budidaya tanpa tanah (*soiless culture*) telah banyak diterapkan oleh masyarakat. Masyarakat menganggap teknologi ini dapat menghasilkan tanaman dengan kuantitas dan kualitas yang optimal. Budidaya komoditas sayuran melalui Hidroponik dapat menghasilkan sayuran berkualitas, aman, sepanjang tahun, dan dalam jumlah memadai (Nelson, 2009). Kelebihan teknologi hidroponik adalah perawatan lebih praktis, gangguan hama lebih terkontrol, pemakaian pupuk lebih hemat, tidak membutuhkan tenaga kasar, tanaman dapat tumbuh lebih pesat dan dengan keadaan yang tidak kotor dan rusak (Marr,2015). Namun demikian, penerapan teknologi hidroponik di tingkat petani masih terdapat beberapa kendala. Kendala yang sering dihadapi petani dalam menerapkan teknologi hidroponik antara lain adalah (1) tingginya modal awal untuk membangun sistem hidroponik, (2) memerlukan keterampilan khusus, (3) mahalnya harga bahan-bahan dalam penyediaan unsur hara (Genuncio et al, 2012).

Berdasarkan kajian teknologi hidroponik yang sudah ada, peneliti mengembangkan desain teknologi hidroponik yang dapat diterapkan oleh petani dalam budidaya tanaman berskala besar, yaitu *Natural Hydrponic Technology* (NHT). NHT tidak bergantung pada masukan nutrisi kimia yang mahal, instalasi yang rumit maupun sumber daya penunjang lain seperti air PAM/ dan Listrik. Petani dapat memanfaatkan sumber daya alam di sekitarnya, seperti aliran air sungai untuk pengairan, bambu dan kayu untuk instalasi hidroponik, pupuk organik cair sebagai sumber nutrisi.

Model Sistem *Natural Hydroponic Technology* (NHT)

Sistem NHT dirancang dengan memperhatikan potensi alam dan lingkungan, salah satunya adalah sumber air. Sumber air pada instalasi NHT memanfaatkan sumber air dari aliran sungai yang kemudian dialirkan ke bed-bed hidroponik. NHT tidak memerlukan aliran listrik untuk menjalankan sistemnya. Nutrisi yang digunakan dalam sistem NHT berasal dari dua sumber, yaitu limbah kotoran ikan dan pupuk cair organik dari pengomposan seresah tumbuhan dan kotoran ternak.

Sistem NHT terdiri dari beberapa instalasi yang terintegrasi, yaitu: (1) Sumber air alami, (2) Kolam ikan I, (3) Bed penanaman hidroponik I dan (4) Kolam ikan II, sebagaimana yang tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. Model *Natural Hydroponic Technology* (NHT) dengan satu *Green House* dan dua kolam ikan

Pengairan pada sistem NHT memanfaatkan sumber air alami yaitu aliran sungai. Pertama kali air dianalisis kualitasnya, meliputi pH dan *electrical conductivity* (EC). Bila kualitas air sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan ikan dan tanaman maka selanjutnya air dialirkan ke pipa yang tersambung pada bak kolam ikan. Namun bila kondisi kualitas air tidak sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan ikan dan tanaman, maka akan dilakukan penyesuaian dan pengaturan sehingga kondisi air layak dialirkan menuju bak kolam ikan I.

Air yang berada di bak kolam ikan digunakan sebagai tempat hidup ikan. Ikan menghasilkan limbah kotoran yang memiliki nutrisi untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman. Namun bila kadar nutrisi pada kotoran ikan tidak mencukupi kebutuhan tanaman, maka air akan diberikan nutrisi tambahan, berupa pupuk organik cair berbahan dasar seresah tumbuhan dan limbah kotoran hewan. Selanjutnya air dengan kandungan nutrisi tersebut dianalisis kualitasnya, meliputi pH dan EC. Selanjutnya air yang telah memenuhi syarat tumbuh tanaman dialirkan menuju bed – bed penanaman hidroponik. Pada bed hidroponik, air mengalir dan membasahi *rizosfer*, sehingga akar dapat menyerap nutrisi tersebut. Setelah mengalir bed hidroponik, air akan mengalir keluar bed hidroponik. Setelah melalui pengujian kualitas air, air yang kualitasnya terpenuhi bagi syarat hidup ikan akan dialirkan kembali menuju bak kolam ikan II.

Penerapan *Natural Hydroponic Technology* (NHT) pada Tanaman Pakcoy

Sistem NHT telah dioperasikan dan diujicobakan secara terbatas pada komoditas tanaman sayuran, yaitu Pakcoy. Benih Pakcoy disemai sebanyak 176 benih untuk menjadi bibit berumur 10 HST. Kemudian bibit ditransplantasi dalam 6 bed hidroponik. Pakcoy ditumbuhkan hingga umur panen yaitu selama 42 Hari. Selama masa pertumbuhan, tanaman pakcoy diberikan nutrisi bersumber dari limbah kotoran ikan yang dibudidaya. Namun limbah kotoran ikan belum dapat memenuhi kebutuhan nutrisi bagi pertanaman pakcoy. Suplementasi nutrisi dari pupuk organik cair diberikan untuk melengkapi kebutuhan hara makro mikro bagi tanaman.

Penyediaan unsur hara bagi tanaman pada budidaya hidroponik berbeda dengan budidaya secara konvensional. Pada budidaya secara konvensional penyediaan unsur hara tanaman sangat bergantung pada kemampuan tanah menyediakan unsur hara dalam jumlah cukup dan lengkap. Sedangkan pada budidaya hidroponik, tanaman memperoleh unsur hara dari larutan hara yang dipersiapkan secara khusus. Semua kebutuhan unsur hara diupayakan tersedia dalam jumlah yang tepat dan mudah diserap oleh tanaman. Oleh karena itu, keberhasilan budidaya sistem hidroponik bergantung dari unsur hara yang diberikan. Unsur hara tersebut diberikan dalam bentuk larutan (Suhardiyanto, 2011).

Pemberian pupuk organik cair dan limbah kotoran ikan dianggap mampu mencukupi kebutuhan hara bagi pertanaman pakcoy. Unsur hara merupakan kebutuhan utama dalam pertumbuhan setiap tanaman. Pertumbuhan tanaman dapat berlangsung secara optimal jika unsur hara yang tersedia, baik jenis maupun jumlahnya sesuai bagi kebutuhan tanaman. Secara umum, tanaman membutuhkan 16 jenis unsur hara esensial. Berdasarkan kebutuhan tanaman, unsur hara esensial tersebut digolongkan menjadi unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro terdiri atas C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, dan S. adapun unsur hara mikro terdiri atas Fe, Mn, B, Cu, Cl, Zn, dan Mo (Hartus, 2008).

Unsur hara utama yang dibutuhkan oleh tanaman sayuran dalam jumlah paling banyak adalah N, P, dan K. Nitrogen berguna untuk merangsang pertumbuhan daun, pertumbuhan batang serta cabang. Fosfor berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, mempercepat pertumbuhan dan pemasakan biji dan buah. Kalium membantu dalam menyerap hasil fotosintesis dan menguatkan tanaman (Bunt, 1988).

Tanaman pakcoy yang ditumbuhkan melalui sistem NHT dapat tumbuh dengan optimal dan menghasilkan biomassa tanaman yang maksimal. Kualitas panen pakcoy dengan sistem NHT sama baiknya dengan kualitas pakcoy yang ditanam dengan sistem hidroponik yang telah ada.

KESIMPULAN

Sistem Hidroponik Model NHT dapat menjadi alternatif model hidroponik yang dapat diaplikasikan oleh petani untuk proses budidaya tanaman hortikultura, seperti tanaman sayur Pakcoy. Instalasi NHT mengintegrasikan potensi sumber air dari aliran sungai dengan kolam ikan dan bed pertanaman hidroponik. Nutrisi yang digunakan dalam pertanaman melalui sistem NHT berasal dari limbah kotoran ikan dan suplementasi pupuk organik cair. Tanaman pakcoy yang dibudidayakan melalui sistem NHT telah berhasil melalui proses pertumbuhan dan menghasilkan biomassa panen yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjeliza R.Y., A Masniawatia, B. Baharuddin, B. M A Salam. (2015). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) pada Berbagai Desain Hidroponik. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Argo, W.R., dan P.R. Fisher. (2003). Understanding pH Management of Container Grown Crops. *J. of the International Phaleonopsis Alliance* 12(4) : 85-90.
- Bugbee, B. (2004). *Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture*. Crop Physiology Laboratory. Utah State University. Logan. USA.
- Genuncio, GC., M. Gomes., AC. Ferrari., N. Majerowicz., E. Zonta. (2012). Hydroponic Lettuce Production in Different Concentrations and Flow Rates of Nutrient Solution. *Horticultura Brasileira* 30: 526-530.
- Jones, J. B. (2005). *Hydroponic : A Pratical Guide for the Soilless Grower*. CRLPress. Washington DC
- Kaiser, C. and M. Ernst. (2015). *Hydroponic Lettuce*. College Of Agriculture, Food and Environment. University Of Kentucky
- Khomsan, A.,H. Riyadi, S.A. Marliyati. (2013). Food Security And Nutrition And Coping Mechanism In Ciptagelar Traditional Community In West Java. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Vol. 18 (3): 186 – 193.
- Marr, CW. (2015). *Hydroponic Systems*. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Kansas State University.

- Nelson, R. (2009). Methods Of Hydroponic Production. *Aquaponics Journal*. Montello. USA. <http://www.aquaponicsjournal.com>. diakses tanggal 22 Januari 2016.
- Ortiz, A., H. Rotatori, L. Schreiber and G.V. Roth. (2009). *Hydroponic Farming in Mahasarakham*. Worcester Polytechnic Institute. Thailand.
- Perwitasari, B., M. Tripatmasari, C. Wasonowati. (2012). Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoi (*Brassica Juncea L.*) Dengan Sistem Hidroponik. *Agrovigor Vol. 5 No. 1 : 14 – 26*.
- Pujiasmanto, B. (2001). Pengaruh Media dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa, L*) Secara Hidroponik. *Agrosains Volume 3 No 2 : 65 – 69*.
- Sameto, H. (2005). *Hidroponik Sederhana Penyejuk Ruangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Susila, A.D. (2013). Sistem Hidroponik. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Suwandi. (2009). Menakar Kebutuhan Hara Tanaman dalam Pengembangan Inovasi Budidaya Sayuran Berkelanjutan. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 2 (2):131-147.
- Télléz, L. I. T and F. C. G. Merino. (2012). *Nutrient Solutions for Hydroponic Systems. Hydroponics - A Standard Methodology for Plant Biological Researches*. ISBN: 978-953-51-0386-8, InTech
- Vidianto, D.Z., S. Fatimah, C. Wasonowati. (2013). Penerapan Panjang Talang Dan Jarak Tanam Dengan Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Pada Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae* Var. *Alboglabra*). *Agrovigor Volume 6 No. 2 : 128 – 135*.
- Wahid, T.S.W., A.I Latunraa, Baharuddin, A. Masniawatia. (2013). Optimalisasi Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau *Brassica Juncea L.* Secara Hidroponik dengan Pemberian Berbagai Bahan Organik Cair. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanudin. Makasar.
- Wibowo, S. dan A. Asriyanti. (2013). Application Of Nft Hydroponic On Cultivation Of Pakcoy (*Brassica Rapa Chinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol. 13 (3): 159-167*