



## Pemanfaatan Limbah Cair *Sewage Treatment Plant* Sebagai Media Tanam Hidroponik Tanaman Bayam (*Amaranthus Tricolor L*)

Supriyanto<sup>1</sup>, Ayu Saputri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pelita Bangsa  
e-mail: <sup>1</sup>[supriyanto@pelitabangsa.ac.id](mailto:supriyanto@pelitabangsa.ac.id), <sup>2</sup>[ayusaputri@pelitabangsa.ac.id](mailto:ayusaputri@pelitabangsa.ac.id)

### Abstrak

Aktivitas sehari-hari kegiatan diperusahaan dapat menghasilkan limbah cair dengan kualitas yang cukup besar dan berpotensi mencemari. Limbah yang dihasilkan PT. X di Cikarang berasal dari toilet, cuci tangan, kantin, dan air wudhu, dimana debit yang dihasilkan mencapai 4 m<sup>3</sup> / hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan Limbah Cair STP (*Sewage Treatment Plant*) Sebagai Media Tanam Hidroponik Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L*). Penelitian ini menggunakan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan membandingkan ketujuh perlakuan dengan Media Air Tanah, Air STP Dan Media Air STP dengan penambahan pupuk gandasil D dan NPK KCl dengan dosis tertentu. Pertumbuhan yang diukur meliputi Tinggi Tanaman (cm), Berat Basah (gram), Jumlah Daun (helai). Hasil penelitian menunjukkan limbah Media Air STP pertumbuhannya lebih baik dibandingkan Media Air Tanah, sedangkan hasil pertumbuhan terbaik diperoleh pada Media Air STP + 40 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 40 mL/3L NPK KCl dengan Tinggi Tanaman 23 m, Berat Basah 6 gram dan Jumlah Daun terbaik pada Media Air STP + 20 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 20 mL/3L NPK KCl dengan Jumlah Daun 16 helai.

**Kata kunci:** Air STP, Gandasil D NPK KCl, Hidroponik, Bayam Merah.

Diterima: 05 Februari 2021 / Direvisi: 05 Maret 2021 / Dipublikasikan: 01 April 2021

### I. Pendahuluan

Setiap aktivitas yang dilakukan manusia akan menghasilkan limbah, limbah ini dalam skala kecil tidak akan menimbulkan masalah karena alam memiliki kemampuan untuk menguraikan kembali komponen-komponen yang terkandung dalam limbah namun bila terakumulasi dalam skala besar, akan timbul permasalahan yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan hidup. Dalam bidang industri PT X di Cikarang berdiri pada tahun 1962 yang menyediakan kebutuhan kelistrikan dan telekomunikasi dari mitra Jerman yang

terkenal yaitu AEG-TELEFUNKEN. Limbah cair yang terdapat di PT X berasal dari toilet, cuci tangan, kantin dan air wudhu dimana debit air limbah dari PT X yang dihasilkan adalah 4 m<sup>3</sup> / hari, dimana hasil air buangan tersebut diolah melalui *Sewage Treatment Plant* (STP) di lingkungan pabrik tersebut tetapi belum adanya pemanfaatan kembali limbah cair hasil olahan STP.

Sistem hidroponik dapat memberikan suatu lingkungan pertumbuhan yang lebih terkontrol, dengan pengembangan teknologi, kombinasi, sistem hidroponik dengan membrane mampu mendayagunakan

air, nutrisi, pestisida secara nyata lebih efisien (*minimalis system*) dibandingkan dengan kultur tanah (terutama untuk tanaman berumur pendek). Bayam adalah salah satu tanaman sayur yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan berasal dari daerah Amerika Tropik bayam merah pada awalnya dikenal sebagai tanaman hias, tetapi dalam perkembangan bayam dipromosikan sebagai bahan pangan sumber protein, vitamin, dan mengandung garam-garam mineral seperti kalsium, fosfor dan besi. Salah satu jenis tanaman bayam adalah bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*).

Pupuk daun Gandasil D merupakan pupuk daun yang lengkap, berbentuk Kristal yang larut dalam air dengan cepat. Pada penelitian ini, limbah cair STP PT. X di Cikarang akan dimanfaatkan sebagai media tanaman hidroponik. Didapatkan kandungan hasil uji analisis limbah cair PT. X yaitu : Nitrogen (N) 1.12 %, Fosfor (P) 1.06 %, Kalium (K) 0.975 %, Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) 197 mg/L, Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) 480 % mg/L, daya Hantar Listrik (DHL) 153 %  $\mu\text{s/cm}$ , pH 6.23.

Kandungan untuk unsur hara di dalam limbah cair STP masih dalam kategori rendah maka dalam penelitian ini nantinya akan ditambahkan pupuk Gandasil D dan NPK KCl dengan dosis konsentrasi tertentu, untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*). Hal ini dikarenakan dalam pertumbuhan bayam merah sangat diperlukan nutrisi baik dalam bentuk mikro maupun makro dan itu terkandung dalam pupuk Gandasil D. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian Pemanfaatan Limbah Cair STP Untuk Media Tanam Hidroponik Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) dengan penambahan pupuk Gandasil dengan dosis tertentu, untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif

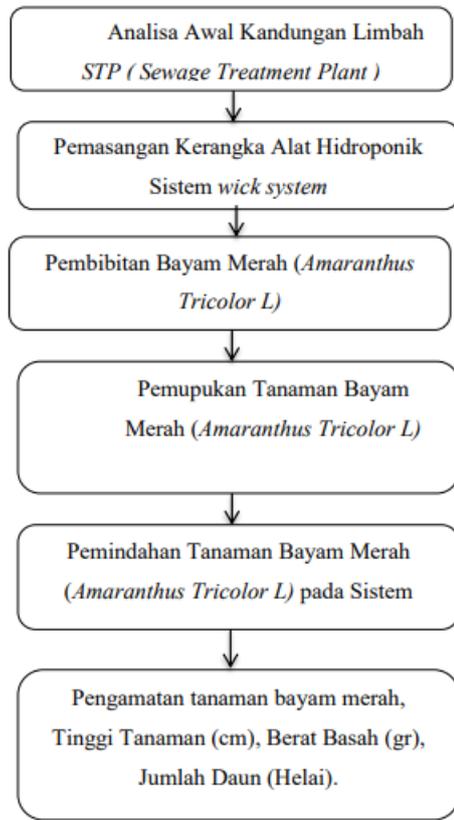
meliputi, tinggi tanaman (cm), berat basah (gram), jumlah daun (helai).

## II. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian terdahulu yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan dan produksi tanaman bayam merah terhadap pemberian pupuk cair dengan enam tingkat perlakuan yaitu: R0=0 tanpa perlakuan pupuk Bayfolan sebagai kontrol, R1= 1 cc pupuk Bayfolan/l air, R2= 2 cc pupuk Bayfolan/l air, R3= 3 cc pupuk Bayfolan/l air R4= 4 cc pupuk Bayfolan/l air, R5= 5 cc pupuk Bayfolan/l air, yang diulang sebanyak empat kali. Dosis pupuk Bayfolan tidak mempengaruhi Tinggi tanaman, Jumlah daun, Berat pohon sayur segar. Berat segar daun, Berat akar, dan Panjang akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Dosis pupuk Bayfolan yang terbaik adalah 4 cc pupuk Bayfolan/l air (Rony dkk, 2017).

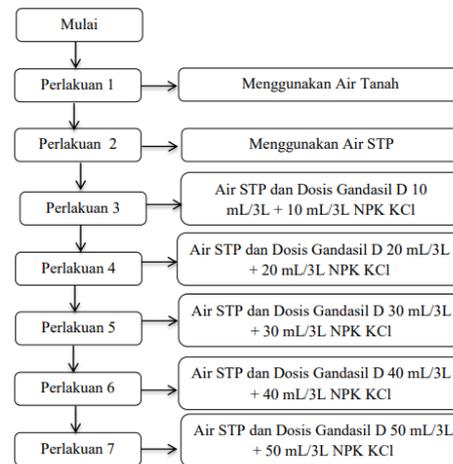
## III. Metodologi

Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dikerjakan dalam penelitian Pemanfaatan (*Sewage Treatment Plant*) STP dengan penambahan pupuk gandasil D untuk hidroponik tanaman bayam merah (*Amaranthus Tricolor L.*) PT. X dicikarang .



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan analisa data analisa keragaman untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan vegetatif tanaman bayam merah dan interaksinya pada sistem hidroponik dengan tujuh kondisi media air yang berbeda dengan menguji tujuh faktor (perlakuan) yakni pada air tanah, air limbah STP dan Air limbah STP dengan penambahan pupuk gandasil D NPK KCl dengan konsentrasi dosis yang berbeda.



Gambar 2. Diagram Alir Metode Eksperimen

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah, konsentrasi larutan pupuk Gandasil D NPK KCl dengan konsentrasi dosis tertentu. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah pertumbuhan vegetatif tanaman bayam merah metode hidroponik menggunakan air tanah . Variabel terikat penelitian ini adalah, pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor L*) Tinggi Tanaman (cm), Berat Basah Tanaman (gr), Jumlah Daun (Helai). Adapun teknik pengambilan sampel atau rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sesuai yang dikatakan oleh Setiawan (2009), merupakan rancangan yang perlakuannya diletakkan dan dilakukan secara acak pada setiap percobaan, hal ini berarti seluruh unit percobaan memiliki peluang yang sama untuk menerima perlakuan. Denah rancangan acak lengkap pada penelitian ini menggunakan 7 kelompok perlakuan dan perlakuan kontrol yang masing-masing.

Dalam penelitian ini akan membandingkan indikator perlakuan 1 media air tanah dengan media air STP ,

dan Untuk meningkatkan efektifitas limbah cair STP peneliti akan menambahkan pupuk Gandasil D dan NPK, KCl dengan dosis tertentu.

Tabel 1. Tahap Perlakuan

| Perlakuan   | Media  |
|-------------|--|
| Perlakuan 1 | Media Air Tanah  |
| Perlakuan 2 | Media Air STP  |
| Perlakuan 3 | Media Air STP + 10 mL/3L Pupuk Gandasil D dan 10 mL/3L NPK KCl |
| Perlakuan 4 | Media Air STP + 20 mL/3L Pupuk Gandasil D dan 20 mL/3L NPK KCl |
| Perlakuan 5 | Media Air STP + 30 mL/3L Pupuk Gandasil D dan 30 mL/3L NPK KCl |
| Perlakuan 6 | Media Air STP + 40 mL/3L Pupuk Gandasil D dan 40 mL/3L NPK KCl |
| Perlakuan 7 | Media Air STP + 50 mL/3L Pupuk Gandasil D dan 50 mL/3L NPK KCl |

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung dengan menggunakan alat ukur, dan pencatatan hasil dilakukan dengan bantuan kamera, Pengamatan yang dilakukan pada penelitian meliputi : Berat basah (gr), berat basah dihitung dengan cara menimbang berat masing-masing tanaman. Teknik pengambilan data primer dan sekunder dilakukan dengan beberapa cara, yaitu : wawancara, observasi, eksperimen, dan dokumentasi.

#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Uji Laboratorium Limbah Cair STP PT. X Di Cikarang

Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium yang dilakukan oleh PT. X, dengan pengujian air limbah dari inlet (*Sewage Treatment Plant*) STP

dengan hasil sebagaimana disajikan pada table berikut ini :

Table 2. Hasil Pemeriksaan Limbah Cair STP PT. X di Cikarang

| No | Parameter                       | Hasil Tes | Satuan  | Metode           |
|----|---------------------------------|-----------|---------|------------------|
| 1  | Nitrogen (N)                    | 1.2       | %       | Colorimetri      |
| 2  | Fosfor (P)                      | 1.06      | %       | Colorimetri      |
| 3  | Kalium (K)                      | 0.975     | %       | Colorimetri      |
| 4  | Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) | 197       | mg/L    | APHA.5210 B 2017 |
| 5  | Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)   | 480       | mg/L    | APHA.5220 C 2017 |
| 6  | Daya Hantar Listrik             | 153       | µ/cm    | Konduktimeter    |
| 7  | pH                              | 6.23      | pH unit | On Site          |

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa kandungan unsur Nitrogen (N) 1.12 %, Fosfor (P) 1.06 %, Kalium (K) 0.97 %, Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) 197 mg/L, Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) 480 mg/L . Hasil analisa laboratorium untuk air limbah hasil olahan STP Menurut KEP51/MENLH/10/1995 dari hasil analisa BOD dan COD tersebut melebihi ambang batas .

Dari hasil uji Laboratorium menunjukkan unsur N , P, dan K dalam limbah cair STP tidak cukup tinggi dan bahkan tidak masuk dalam kriteria baku mutu pupuk cair, sedangkan baku mutu menurut (Peraturan Menteri No/70/Pert/SR.140/10/2011), standar baku mutu untuk pupuk organik dari instalansi pengolahan air limbah industri

yaitu unsur hara N , P, dan K min 4 %, dan pH 4-9.

Table 3. Hasil Analisa pH, EC, dan TDS

| Media  | pH  | EC  | TDS (ppm) |
|--|-----|-----|-----------|
| <b>Perlakuan 1</b><br>Media Air Tanah  | 6.6 | 0.2 | 428       |
| <b>Perlakuan 2</b><br>Media Air STP  | 6   | 0.6 | 308       |
| <b>Perlakuan 3</b><br>Media Air STP + 10 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 10 mL/3L NPK KCl | 6.1 | 0.9 | 460       |
| <b>Perlakuan 4</b><br>Media Air STP + 20 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 20 mL/3L NPK KCl | 6   | 1.5 | 828       |
| <b>Perlakuan 5</b><br>Media Air STP + 30 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 30 mL/3L NPK KCl | 5.8 | 1.9 | 982       |
| <b>Perlakuan 6</b><br>Media Air STP + 40 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 40 mL/3L NPK KCl | 5.9 | 2.1 | 1072      |
| <b>Perlakuan 7</b><br>Media Air STP + 50 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 50 mL/3L NPK KCl | 5.5 | 3.3 | 1523      |

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat kandungan unsur pH, EC, dan TDS dengan berbagai macam perlakuan, sedangkan standar untuk tanaman bayam merah kandungan unsur pH yaitu 5.5-6.5, EC yaitu 1.8 – 2.3 , dan TDS 1260-1610 (Untung 2004).

#### 4.2 Respon Tanaman Bayam Merah Terhadap Perlakuan 1 Media Air Tanah Dan Perlakuan 2 Media Air STP

Table 4. Hasil Pengamatan Pada Perlakuan 1 dan Perlakuan 2

| PERLAKUAN                      | Hasil Pengamatan    |        |         |         |         |
|--------------------------------|---------------------|--------|---------|---------|---------|
|                                |                     | 6 Hari | 12 Hari | 18 Hari | 24 Hari |
| Perlakuan 1<br>Media Air Tanah | Tinggi Tanaman (cm) | 1.5    | 3       | 5       | 11      |
|                                | Berat Basah (gr)    | 0      | 0       | 0       | 0.8     |
|                                | Jumlah Daun (Helai) | 2      | 2       | 4       | 9       |
| Perlakuan 2<br>Media Air STP   | Tinggi Tanaman (cm) | 1.5    | 4.5     | 10      | 12      |
|                                | Berat Basah (gr)    | 0      | 0       | 0.3     | 1.4     |

|  |                     |   |   |   |    |
|--|---------------------|---|---|---|----|
|  | Jumlah Daun (Helai) | 2 | 2 | 4 | 10 |
|--|---------------------|---|---|---|----|

Sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Wirosoedarmo (2015), menyatakan jika unsur N yang tersedia lebih banyak dari pada unsur lainnya, maka daun dapat tumbuh lebih banyak sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis. Santoso (2005) juga menyatakan bahwa ketersediaan N yang cukup untuk tanaman, serta didukung oleh faktor lingkungan yang menguntungkan akan menghasilkan pertumbuhan dan berkembang yang lebih baik pada batang dan daun tanaman.

#### 4.3 Respon Tanaman Bayam Merah Terhadap Ketujuh Perlakuan

Table 5. Hasil Pengamatan Dari Perlakuan 3 Sampai Perlakuan 7

| PERLAKUAN  | HASIL PENGAMATAN    |        |         |         |         |
|--|---------------------|--------|---------|---------|---------|
|  |                     | 6 Hari | 12 Hari | 18 Hari | 24 Hari |
| <b>Perlakuan 3</b><br>Media Air STP + 10 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 10 mL/3L NPK KCl | Tinggi Tanaman (cm) | 2      | 5       | 8.3     | 12      |
|  | Berat Basah(gram)   | 0      | 0       | 0.7     | 1.6     |
|  | Jumlah Daun (Helai) | 2      | 3       | 9       | 12      |
| <b>Perlakuan 4</b><br>Media Air STP + 20   | Tinggi Tanaman (cm) | 2      | 5       | 9       | 14.5    |

|  |  |                     |     |      |      |
|--|--|---------------------|-----|------|------|
| mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 20 mL/3L NPK KCl  | Berat Basah(gram)  | 0                   | 0   | 0.8  | 1.8  |
|  | Jumlah Daun (Helai)  | 2                   | 2   | 12   | 16   |
|  | <b>Perlakuan 5</b><br>Media Air STP + 30 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 30 mL/3L NPK KCl | Tinggi Tanaman (cm) | 2   | 5.6  | 10.2 |
| <b>Perlakuan 6</b><br>Media Air STP + 40 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 40 mL/3L NPK KCl | Berat Basah(gram)  | 0                   | 0   | 1.5  | 3.3  |
|  | Jumlah Daun (Helai)  | 2                   | 3   | 12   | 15   |
|  | Tinggi Tanaman (cm)  | 3                   | 8   | 11.1 | 23   |
| <b>Perlakuan 7</b><br>Media Air STP + 50 mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 50 mL/3L NPK KCl | Berat Basah(gram)  | 0                   | 0   | 1.7  | 6.0  |
|  | Jumlah Daun (Helai)  | 2                   | 3   | 13   | 13   |
|  | Tinggi Tanaman (cm)  | 2.5                 | 7.3 | 8.3  | 15   |
|  | Berat Basah(gram)  | 0                   | 0   | 0.5  | 1.8  |
|  | Jumlah Daun (Helai)  | 2                   | 3   | 10   | 11   |

Pada perlakuan 7 daun bayam merah terkena penyakit bercak daun tedapat bulat kecil berwarna coklat dan hal ini menyebabkan pertumbuhan daun mengering serta daun berlubang kemudian menjadi layu dan rontok. Hal ini sejalan dengan Nurrohman, (2015) dalam lilik (2019) menyatakan apabila nutrisi yang diberikan diatas ambang fitoksisitas daun tanaman akan menjadi coklat. Daun yang coklat disebabkan oleh sel-sel yang mengalami plasmolysis karena air yang seharusnya masuk ke dalam sel keluar dari daun. Penyebabnya adalah air sudah diserap oleh cairan hipertonis (lebih pekat) yang berada diluar sel dibandingkan dengan cairan hipertonis (lebih pekat) yang berada diluar sel dibandingkan dengan cairan hipotonis (lebih encer) yang berada didalam sel. Akibatnya sel kehilangan air dan sitoplasmanya terlepas dari dinding sel dann rusak yang disusul dengan kematian sel.

## V. Kesimpulan

Hasil analisa laboratorium untuk air limbah hasil olahan di PT X di Cikarang menunjukkan bahwa nilai kandungan unsur Nitrogen (N) 1.12 %, Fosfor (P) 1.06 %, Kalium (K) 0.97 %.2, BOD : 197 mg/L, COD : 480 mg/L, Daya Hantar Listrik : 153  $\mu$ /cm, pH : 6.23. Responsibilitas pertumbuhan vegetatif tanaman bayam merah pada Media limbah cair STP Pada hasil pengamatan perlakuan 2 meunjukkan pertumbuhan yaitu Tinggi tanaman pada usai 24 hari mencapai 12 cm, Berat Basah 1.4 gram Jumlah Daun 10 helai, pertumbuhannya lebih baik di bandingkan dengan media Air Tanah .

Cara Meningkatkan efektifitas tanaman bayam merah dengan menggunakan Media Air STP + 40

mL/3L Pupuk Gandasil D Dan 40 mL/3L NPK KCl menjadi dosis yang optimum untuk pertumbuhan tanaman bayam merah dengan Tinggi Tanaman 23 cm, Berat Basah 6 gram , Jumlah Daun 13 (helai).

## VI. Daftar Pustaka

- Anastasia, 2015, Desain Sistem Pengolahan Sampah Melalui Pemilahan Sampah Organik Dan Anorganik Berdasarkan Persepsi Ibu-Ibu Rumah Tangga, Sekolah Pascasarjana, Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Arief .1990. Hortikultura. Budi Offset. Yogyakarta Bandini, Y dan Aziz, N. 2001, Bayam, Jakarta Penebar Swadaya
- Chandra, B. 2006. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran Egc. Halaman 135-145.
- Fahmi, A., dkk. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen Dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea Mays L*) Pada Tanah Regosol Dan Latoso
- Fazria, M. A. 2011. Pengukuran Zat besi dalam bayam merah dan suplemen penambah darah serta penanganan terhadap peningkatan hemoglobin dan zat besi dalam darah. Skripsi Universitas Indonesia, Depok.
- Ginting, P. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Bandung: Yrama Widya. Halaman 37, 42, 50-51, 91-93.
- Girsang, L. J. 2011. Pengaruh Penyuluhan Terhadap Keputusan Petani Dalam Adopsi Inovasi Teknologi Usaha Tani Terpadu
- Handayani. M. 2009. Pengaruh dosis pupuk dan kompos terhadap pertumbuhan bibit salam (*Eugenia Polyantha*. Wight). Institut pertanian bogor. Bogor.

- Hartus, T. 2003. Berkebun Hidroponik Secara Murah. Jakarta.
- Lilik Hidayanti, 2019. Pengaruh Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor L.*) Secara Hidroponik. (Skripsi).
- Kaleka Noerbetus. 2012. Sayuran Hijau Apotek Dalam Tubuh Kita, Mojongsongo, Solo : Arcita.
- Kirani, V.W. 2011. Pertumbuhan Dan Hasil Tiga Varietas Bayam (*Amaranthus Sp.*) Pada Berbagai Macam Media Tanaman Secara Hidroponik. Yogyakarta, Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional. Skripsi.
- Koernawati, Y. 2003. Desain Panel Dan Jenis Media Pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung Tanaman Selada (*Lactuca Sativa Var. Grand Rapids*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kristanto. 2013. Ekologi Industri, Andi Yogyakarta.
- Lingga, P. Dan Marsonjo. 2005. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta
- Mairusmianti. 2011. Pengaruh Konsentrasi Akar Dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Dan Reproduksi Bayam (*Amaranthus Hydridus*) Dengan Metode Nutrient Film Techniqut (NFT). Fakultas Pertanian Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Marlina L. 2015. Pengaruh Media Tanaman Granul Dari Tanah Liat Terhadap Pertumbuhan Sayuran Hidroponik Simstem Sumbu. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Moehasrianto P. 2011 Respon Pertumbuhan Tiga Macam Sayuran Pada Berbagai Konsentrasi Nutrisi Larutan Hidroponik. Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Moerhasrianto, P. 2013. Analisis Kadar N, P Dan K Pada Pupuk Cair Limbah Tahu Dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia Diversivolia*). Semarang. Faklutas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negri Semarang. Skripsi.
- Mulia, R. 2005. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Graha Ilmu. Halaman 68-70.
- Nadiah, A. 2007. Sistem Perakaran Pada Hidroponik Nft. Popt Ahli Pertama Bbp2tp. Surabaya.
- Notoatmodjo, S. 2003. Pengembangan Sumber Daya Manusia. Edisi Revisi, Cetakan Ketiga, Jakarta : Penerbit PT. Rineka Cipta.
- Nicholls, R.E 1989 Hidroponik Tanaman Tanpa Tanah, Semarang. Dahaa Prize
- Nurdiana., Lubis, Z. And Vonnisa, M., 2013. Penentuan Kekuatan Tarik Material Komposit Epoxy dengan Pengisi Serat Rockwool Secara Eksperimen. Jurnal Dinamis. Institut Teknologi Medan. Vol. 1, No. 13.
- Palar, H. 2004. Pencemran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: PT. Rineka Cipta. Halaman 12.
- Palemba. Y.T. 2012 aplikasi pupuk daun gandasil terhadap pertumbuhan bibit jabon merah (*Anthocephali macrophyllus Havil*). Ilmu Kehutanan. Fakultas pertanian.
- Purbajanti,E. D. 2013. Rumput Dan Regnum Sebagai Hijauan Makanan Ternak. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Roberto, K. 2004. How To Hydroponic Fourth Edition. Futiregarden Press. New York
- Roidah, I.S. 2014 Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik Tulung Agung.

- Fakultas Pertanian Tanaman Sayur. ISBN : 979-8403-36-2
- Rubatzky, VE dan Yamaguchi M, 1999. Sayuran Dunia 3 : prinsip, Produksi dan Gizi, Bandung . ITB
- Saprianto, C. 2013. Grow Your Own Vegetables-Panduan Praktis Menanam 14 Sauran Konsumsi Popular Di Pekarangan. Yogyakarta
- Siswadi. 2008 Berbagai Formulasi Kebutuhan Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Jurnal Inovasi Pertanian 7 (1) : 103-110
- Siswadi Dan Yuwono, T. 2015. Pengaruh Macam Media Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactucs Sativa* , L) Hidroponik Hal. 258. Issn : 1693-0142.
- Siti Kamalia, dkk. 2017 Teknologi Hidroponik Sistem Sumbu Pada Produksi Selada Lollo Rossa (*Lactuca sativa* L.) Dengan Penambahan Cacl<sub>2</sub> Sebagai Nutrisi Hidroponik”, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember Jalan Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto,
- Subandi, M., Sala, N.P.S., Dan Frasetya, B. 2015: Pengaruh Berbagai Nilai EC (Electrical Conductivity) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bayam (*Amaranthus* Sp.) Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung (Floating Hydroponics System). Hal. 137. IISN 1979-8911.
- Sugiharto. 2008. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: Universitas Indonesia Press. Halaman 13
- Suharto, 2010. Limbah Kimia Dalam Pencemaran Air Dan Udara , Andi Yogyakarta.
- Sunarjono, H. 2006 Bertanam 30 Jenis Sayur. Jakarta Penebar Swadaya.
- Sunarjono, H. 2014 Bertanam 36 Jenis Sayuran. Penebar Swadaya. Jakarta
- Susanawati, 2015 Pemanfaatan Limbah Cair Greywater untuk Hidroponik Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*). Universitas Brawijaya.
- Susila, A. D. 2003. Pengembangan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung Untuk Sayuran Daun. Laporan Penelitian. Proyek DueLike. Program Studi Hortikultura. Departemen Budi Daya. Fakultas Pertanian. IPB Bogor
- Susila AD, Koerniawati Y . 2004. Pengaruh Volume Dan Jenis Media Tanam Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) Dalam Teknologi Hidroponik Sistem Terapung. *Bul.Agron.*32(3): 16-2
- Sutanto R. 2002 Penerapan Pertanian Organik. Kanisius. Yogyakarta.
- Sutapraja dan Sumpena. 2003. Pengaruh Konsentrasi dan Aplikasi Pupuk Gandasil B Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung. Skripsi. Program Studi Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sutarno, H. 1995. Pedoman Berteanam Sayuran Dataran Rendah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Syahrudin. 2011. Respon Tanaman Seledri (*Apium gravelus* L) terhadap Pemberian Beberapa Macam Pupuk Daun pada Tiga Jenis Tanah. *Jurnal AGRI PEAT.* 12 (1).
- Tresya. D.M 2013. Pengaruh pemberian pupuk Kcl terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). Institusi pertanian bogor.
- Untung, 2004. Hidroponik Sayuran Sistem NTF (Nutrient Film

- Technique). Penebar Swadaya, Jakarta. 96 hal.
- Wachjar A, Rizkiana Anggayuhlin. 2013. Peningkatan produktivitas dan efisiensi konsumsi air tanaman bayam (*Amanthus tricolor* L) pada teknik hidroponik melalui pengaturan populasi tanaman. *Bul. Agrohorti* , 1 (1) : 127 -134
- Wasonowati, Catur. 2011. Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *AGROVIGOR*. 4 (1).
- Widarto, L. 1994 *Vertikultur Bercocok Tanam Secara Bertingkat*, Jakarta Penebar Swadaya.
- Wijaya, K. 2010. Pengaruh konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair Hasil Perombakan Anaerob Limbah Makanan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.