

**PERBANDINGAN BUDIDAYA TANAMAN SELADA HIJAU (*Lactuca sativa* L. var *Grand rapids*) PADA HIDROPONIK SISTEM *DRY*, *WICK*, DAN *FLOATING***

(Skripsi)

Oleh :

**RONI AGUNG LAKSONO**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDARLAMPUNG  
2019**

## **ABSTRACT**

### **THE COMPARISON OF GREEN LETTUCE (*Lactuca sativa* L. var *Grand rapids*) CULTIVATION ON DRY, WICK, AND FLOATING SYSTEM HYDROPONICS**

**By**

**Roni Agung Laksono**

Dry Hydroponics system is a hydroponic system where growth media are left dry above the level of nutrients and are not wetted by nutrient solutions. Only plant roots are allowed to immerse into nutrient solution. This can provide an ideal micro climate for the development of strong leaves. For parts of the plant root zone, abundant amounts of oxygen are always available. This study aims to examine the growth rate and yield of green lettuce grown in the Dry Hydroponics system as compared to a Wick and a Floating Systems.

The method used is Completely Randomized Design (CRD) in factorial arrangement with two factors. The first factor is the hydroponic system which consists of three levels, namely the Dry Hydroponics system, the Wick system and the Floating system. The second factor is the use of aerator consisting of two levels, namely using an aerator and without an aerator. This research was conducted in March 2018 - September 2018 in the greenhouse of the Agricultural

Engineering Department of the Faculty of Agriculture, University of Lampung. The parameters observed in this study included temperature and humidity of the environment, nutrient temperature, acidity, electrical conductivity, dissolved oxygen, nutrient evapotranspiration, plant height, leaf number, leaf width, leaf thickness, stem diameter, canopy area, wet weight, dry weight, root length, water content, ash content, water productivity, vegetable quality, and comparison of selling and fertilizer prices. The temperature and humidity of the environment were measured by using an automatic control system, nutrient temperature, acidity, electrical conductivity, dissolved oxygen measured using thermocouples, PH meters, TDS meters, and DO meters. Nutrient evapotranspiration, plant height, leaf width, and root length were measured using a slide rule, number of leaves calculated, comparison of selling prices and fertilizer with field studies, and the remainder measured by the gravimetric method.

The results of this study indicated that the interaction between hydroponic systems and the use of aerators was not significantly different for all observed parameters. The single factor of the hydroponics system was also not significantly different for all parameters observed, but the single factor of the use of aerators was significant (5%) in the parameters of dissolved oxygen (DO), root wet weight, root water content, root ash content, root length, and content Phosphor. The average yield of each hydroponic system, the Dry system is 130.775 grams, the Wick system is 127.41 grams, and the Floating system is 121.095 grams.

Keywords : Dry Hydroponics system, Wick system, Floating system, Green lettuce.

## **ABSTRAK**

### **PERBANDINGAN BUDIDAYA TANAMAN SELADA HIJAU (*Lactuca sativa* L. var *Grand rapids*) PADA HIDROPONIK SISTEM DRY, WICK, DAN FLOATING**

**Oleh**

**Roni Agung Laksono**

Sistem *Dry Hydroponics* adalah sistem hidroponik dengan kondisi media hidroponik dibiarkan berada di atas larutan nutrisi dan tidak terbasahi oleh larutan nutrisi, hanya akar tanaman yang dibiarkan masuk kedalam nutrisi. Hal ini dapat memberikan iklim mikro yang ideal untuk pengembangan daun yang kuat. Untuk bagian zona perakaran tanaman, jumlah dan oksigen yang berlimpah selalu selalu tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk menguji laju pertumbuhan dan hasil panen sistem *Dry Hydroponics* dengan membandingkannya dengan *Wick System* dan *Floating System* pada tanaman selada hijau (*Lactuca sativa* L.).

Metode yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah sistem hidroponik yang terdiri dari tiga taraf, yaitu sistem *Dry Hydroponics*, *Wick system* dan *Floating system*. Faktor kedua adalah penggunaan aerator yang terdiri dari dua taraf, yaitu menggunakan aerator dan tidak menggunakan aerator. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan maret 2018 – September 2018 di *greenhouse* Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian

Universitas Lampung. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi suhu dan kelembaban lingkungan, suhu nutrisi, derajat keasaman, konduktivitas listrik, oksigen terlarut, evapotranspirasi nutrisi, tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, tebal daun, diameter batang, luas kanopi, berat basah, berat kering, panjang akar, kadar air, kadar abu, produktivitas air, kualitas sayuran, dan perbandingan harga jual dan pupuk. Suhu dan kelembaban lingkungan diukur menggunakan sistem kontrol otomatis, suhu nutrisi, derajat keasaman, konduktivitas listrik, oksigen terlarut diukur menggunakan termokopel, PH meter, TDS meter, dan DO meter. Evapotranspirasi nutrisi, tinggi tanaman, lebar daun, dan panjang akar diukur menggunakan mistar, jumlah daun dengan cara dihitung, perbandingan harga jual dan pupuk dengan studi lapangan, dan sisanya diukur dengan metode gravimetri.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa interaksi antara sistem hidroponik dengan penggunaan aerator tidak berbeda nyata pada semua parameter yang diamati. Faktor tunggal sistem hidroponik juga tidak berbeda nyata pada semua parameter yang diamati, namun faktor tunggal penggunaan aerator signifikan (5%) pada parameter kandungan oksigen terlarut (DO), berat basah akar, kadar air akar, kadar abu akar, panjang akar, dan kandungan Fosfor. Hasil panen rata-rata dari setiap sistem hidroponik yaitu sistem *Dry* sebesar 130,775 gram, sistem *Wick* sebesar 127,41 gram, dan sistem *Floating* sebesar 121,095 gram.

Kata kunci : Aerator, *Floating system*, Selada hijau, Sistem *Dry Hydroponics*,

*Wick system*.

**PERBANDINGAN BUDIDAYA TANAMAN SELADA HIJAU (*Lactuca sativa* L. var *Grand rapids*) PADA HIDROPONIK SYSTEM *DRY*, *WICK* DAN *FLOATING***

Oleh

**Roni Agung Laksono**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN BUDIDAYA TANAMAN SELADA HIJAU (*Lactuca sativa* L. var *Grand rapids*) PADA HIDROPONIK SISTEM DRY, WICK DAN FLOATING**

Nama Mahasiswa : **Roni Agung Laksono**

No. Pokok Mahasiswa : 1414071088

Jurusan : Teknik Pertanian

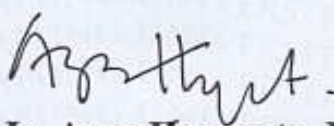
Fakultas : Pertanian



**Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**  
NIP 19611211 198703 1 004

**Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**  
NIP 19880325 201504 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

  
**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002

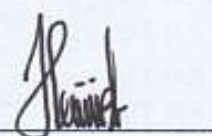
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**



Sekretaris : **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Mei 2019**



## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Roni Agung Laksono** NPM **1414071088**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.** dan 2) **Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 23 Maret 2018

Yang membuat pernyataan



**Roni Agung Laksono**

NPM. 1414071088

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gunung Madu, 5 September 1995 sebagai anak terakhir dari tiga bersaudara keluarga Bapak Syahroni dan Umi Yumnah. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak Satya Dharma Sudjana tahun 2000-2001, SDN 1 Gunung Madu tahun 2002-2007, SDN 1 Yukum Jaya tahun 2007-2008, SMPN 1

Terbanggi Besar tahun 2008-2011, SMAN 1 Terbanggi Besar tahun 2011-2014 dan terdaftar sebagai mahasiswa S1 Program Studi Teknik Pertanian Universitas Lampung Pada Tahun 2014 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Organisasi Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota bidang Keprofesian pada periode 2015-2016 dan periode 2016-2017. Pada bidang akademik, penulis pernah menjadi asisten dosen matakuliah Rekayasa Pengolahan Limbah tahun 2018, Teknik Hidroponik pada tahun 2019, dan Fisika Dasar pada tahun 2019.

Pada tahun 2018 penulis melakukan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik periode I Tahun 2018 di Desa Labuhan Ratu VII Kecamatan Labuhan Ratu Kabupaten Lampung timur dengan tema "Membangun Pariwisata dan Kearifan Lokal dalam Membangun Kemandirian Desa" dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN VII Unit Kedaton Way Galih dengan judul "Mempelajari Proses

Penggilingan Karet RSS (*Rubber Smoked Sheet*) di PTPN VII Unit Kedaton Way Galih Lampung Selatan”. Pada Tahun 2019 penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul “Perbandingan Budidaya Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L. *var Grand rapids*) Pada Hidroponik Sistem Dry, Wick, dan Floating.

*“Kupersembahkan Karya Ini Untuk Keluargaku Tercinta Bapak Syahroni,  
Ibu Umi Yumnah, , dan kakakku yang selalu memberikan doa kepadaku untuk  
mencapai kesuksesan dunia dan akhirat”*

*Serta*

*“Kepada Almamater Tercinta”  
Teknik Pertanian Universitas Lampung 2014*

*Traktor Lindas Bongkar*

*Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar ~-(Q.S Al-Baqarah: 153)*

*Kerendahan hati adalah suatu hal yang aneh. Di saat kau berpikir memilikinya, di saat itulah kau tak lagi memilikinya ~~~ Swami Chinmayananda*

*Kegagalan biasanya merupakan langkah awal menuju sukses, tapi sukses itu sendiri seungguhnya baru merupakan jalan tak berketentuan menuju puncak sukses ~~~ Lambert Jeffries*

*Kita tidak bisa menjadi bijaksana dengan kebijaksanaan orang lain, tapi kita bisa berpengetahuan dengan pengetahuan orang lain ~~~ Michel de Montaigne*

*Untuk mencapai kesuksesan, otot lebih dibutuhkan daripada senyum ~~~ Squidward Tentacles*

## SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Shalawat teriring salam semoga selalu tercurah kepada syuri tauladan Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya. Amin.

Skripsi yang berjudul “**PERBANDINGAN BUDIDAYA TANAMAN SELADA HIJAU (*Lactuca sativa L. var Grand rapids*) PADA HIDROPONIK SISTEM DRY, WICK DAN FLOATING**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.T.P) di Universitas Lampung. Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak cobaan, hambatan, rintangan, suka, duka, dan tangis namun berkat ketulusan doa, semangat, bimbingan, motivasi, dan dukungan orang tua serta berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini.
2. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini.
3. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan berbagai masukan, bimbingan, saran dan motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

4. Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr selaku pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sebagai perbaikan selama penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Teknik Pertanian yang telah membantu dan memberikan ilmunya selama ini.
7. Untuk orang tua, kakak, dan teman-teman yang selalu memberikan dorongan semangat, nasihat, doa dan dukungannya selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Bandar Lampung,

Penulis

Roni Agung Laksono

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Manfaat Penelitian .....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Selada Hijau ( <i>Lactuca sativa</i> L. var <i>Grand rapids</i> ).....	6
2.1.1 Klasifikasi Selada Hijau .....	6
2.1.2 Morfologi Tanaman Selada Hijau .....	10
2.1.3 Manfaat Tanaman Selada Hijau .....	10
2.1.4 Syarat Tumbuh Tanaman Selada Hijau.....	11
2.2 Sistem <i>Dry Hydroponics</i> .....	12
2.2.1 Pengertian.....	12
2.2.2 Sistem Budidaya .....	12
2.2.3 Kualitas Tanaman.....	13
2.3 Sistem Sumbu ( <i>System Wick</i> ).....	14
2.4 Teknologi Hidroponik Sistem Terapung.....	15
2.5 Media Tanam Hidroponik .....	16



2.5.1 <i>Rockwool</i> .....	16
2.5.2 <i>Cocopeat</i> .....	17
2.5.3 Arang sekam.....	18
2.6 Aerasi Daerah Perakaran ( <i>Root Aeration</i> ) .....	19
2.7. Sistem Pengukur Suhu dan RH (Kelembaban) .....	19
III. METODE PENELITIAN .....	22
3.1 Waktu dan Tempat .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian .....	22
3.3.1 Rancangan Percobaan .....	22
3.3.2 Rancangan Alur Penelitian.....	23
3.3.3 Prosedur Budidaya Hidroponik.....	26
3.7. Parameter pengamatan .....	28
3.7.1 Pengamatan Lingkungan .....	29
3.7.2 Pengamatan Harian .....	29
3.7.3 Pengamatan Pertumbuhan.....	30
3.7.4 Pengamatan Panen .....	32
3.8 Analisis data .....	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	36
4.1 Hasil pengamatan .....	36
4.1.1 Pengamatan lingkungan .....	36
4.2 Pengamatan harian .....	39
4.2.1 Suhu larutan nutrisi .....	39
4.2.2 Konduktivitas elektrik (EC) .....	42
4.2.3 Derajat keasaman/Potensial Hidrogen (PH).....	44
4.2.4 Kandungan oksigen terlarut ( <i>Dissolved Oxygen</i> ).....	47
4.2.5 Evapotranspirasi larutan nutrisi .....	49
4.3 Pengamatan pertumbuhan .....	51
4.3.1 Tinggi tanaman.....	51
4.3.2 Jumlah daun .....	52
4.3.3 Lebar daun.....	54

4.3.4 Tebal daun.....	56
4.3.5 Diameter batang .....	57
4.3.6 Luas kanopi .....	59
4.4 Pengamatan hasil panen .....	60
4.4.1 Berat basah .....	60
4.4.2 Berat kering .....	66
4.4.3 Kadar air.....	69
4.4.3 Kadar abu .....	73
4.4.5 Panjang akar .....	76
4.4.6 Produktivitas Air .....	78
4.4.7 Kualitas sayuran .....	79
4.4.8 Perbandingan Harga Jual dan Harga Pupuk.....	81
V. KESIMPULAN .....	83
5.1 Kesimpulan .....	83
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA .....	84
Lampiran .....	89

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabulasi data Ral Faktorial .....	23
2. Tata letak percobaan dengan tiga kali ulangan .....	23
3. Pengaruh perlakuan terhadap suhu nutrisi .....	40
4. Pengaruh perlakuan terhadap nilai PH .....	45
5. Hasil uji BNT 5% nilai PH .....	46
6. Pengaruh perlakuan terhadap Kandungan DO .....	48
7. Hasil uji BNT 5% nilai DO .....	49
8. Pengaruh perlakuan terhadap nilai evapotranspirasi nutrisi.....	50
9. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman. ....	52
10. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun .....	53
11. Pengaruh perlakuan terhadap lebar daun. ....	55
12. Pengaruh perlakuan terhadap tebal daun.....	57
13. Pengaruh perlakuan terhadap diameter batang .....	58
14. Pengaruh perlakuan terhadap Luas kanopi. ....	60
15. Pengaruh perlakuan terhadap berat basah brangkasan total.....	61
16. Pengaruh perlakuan terhadap berat basah brangkasan atas.....	62
17. Pengaruh perlakuan terhadap berat basah akar .....	65
18. Hasil BNT 5% berat basah akar .....	65
19. Pengaruh perlakuan terhadap berat kering brangkasan atas .....	67
20. Pengaruh perlakuan terhadap berat kering akar .....	68
21. Pengaruh perlakuan terhadap kadar air brangkasan atas.....	69
22. Hasil uji BNT 5% kadar air brangkasan atas .....	70
23. Pengaruh perlakuan terhadap kadar air akar .....	71
24. Hasil uji BNT taraf 5% kadar air akar .....	72
25. Pengaruh perlakuan terhadap kadar abu brangkasan atas .....	73
26. Pengaruh perlakuan terhadap kadar abu akar.....	74

27. Hasil uji BNT 5% kadar abu akar .....	75
28. Pengaruh perlakuan terhadap panjang akar.....	76
29. Hasil uji BNT 5% panjang akar .....	77
30. Pengaruh perlakuan terhadap produktivitas air .....	78
31. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan Nitrogen .....	79
32. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan Fosfor .....	80
33. Hasil uji BNT 5% kandungan Fosfor.....	80
34. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan Kalium.....	81
35. Nilai NPK dari setiap sampel.....	81
36. Suhu udara maksimum dan minimum.....	90
37. Kelembaban udara maksimum dan minimum.....	90
38. Suhu Nutrisi .....	91
39. EC larutan nutrisi. ....	92
40. PH Larutan nutrisi .....	93
41. DO Larutan nutrisi .....	94
42. Evapotranspirasi larutan nutrisi (mm).....	95
43. Evapotranspirasi larutan nutrisi kumulatif (L).....	96
44. Tinggi tanaman (cm) .....	97
45. Rata-rata tinggi tanaman (cm).....	97
46. Lebar daun (cm) .....	98
47. Rata-rata lebar daun (cm).....	98
48. Jumlah daun (helai) .....	99
49. Rata-rata jumlah daun (helai).....	99
50. Tebal daun (mm) .....	100
51. Rata-rata tebal daun (mm).....	100
52. Diameter batang (cm).....	101
53. Rata-rata diameter batang (cm) .....	101
54. Luas kanopi (cm <sup>2</sup> ) .....	102
55. Rata-rata luas kanopi (cm <sup>2</sup> ).....	103
56. Berat basah brangkasan total.....	103
57. Berat basah brangkasan atas (g).....	104
58. Berat kering brangkasan atas (g).....	104

59. Kadar air brangkasan atas .....	105
60. Kadar abu brangkasan atas .....	105
61. Berat basah akar .....	106
62. Berat kering akar .....	106
63. Kadar air akar .....	107
64. Kadar abu akar .....	107
65. Panjang akar .....	108
66. Produktivitas air ( $\text{kg/m}^3$ ) .....	108
67. Evapotranspirasi Tanaman (mm) .....	109
68. Tabel kualitas sayuran .....	109
69. Daftar istilah .....	110

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman selada .....	7
2. <i>Head lettuce</i> .....	7
3. <i>Romaine lettuce</i> .....	8
4. <i>Leaf lettuce</i> .....	8
5. <i>Stem lettuce</i> .....	9
6. Selada <i>Grand rapids</i> .....	9
7. Ilustrasi sistem <i>Dry Hydroponics</i> .....	13
8. <i>Wick system</i> .....	14
9. Sistem hidroponik rakit apung .....	16
10. Media tanam rockwool. ....	17
11. Media Tanam <i>Cocopeat</i> .....	18
12. Arang sekam.....	18
13. Sistem Kendali Suhu dan RH.....	20
14. Diagram alir penelitian.....	24
15. Sketsa instalasi hidroponik yang digunakan. ....	25
16. Ilustrasi perlakuan percobaan.....	27
17. Proses pengambilan gambar luas kanopi .....	32
18. Suhu maksimum dan minimum dalam dan luar <i>greenhouse</i> . ....	36
19. Data kelembaban maksimum dan minimum luar dan dalam <i>greenhouse</i> ...	38
20. Suhu larutan nutrisi awal sampai akhir panen.....	40

21. Suhu larutan nutrisi setiap perlakuan .....	42
22. <i>Electrical Conductivity</i> (EC) selama proses penelitian.....	42
23. PH larutan nutrisi awal sampai akhir panen.....	45
24. PH larutan nutrisi setiap perlakuan .....	47
25. Nilai DO larutan nutrisi dari awal – akhir panen .....	49
26. Evapotranspirasi kumulatif .....	50
27. Pertumbuhan tinggi tanaman.....	51
28. Pertumbuhan jumlah daun.....	53
29. Pertumbuhan lebar daun.....	55
30. Pertumbuhan tebal daun.....	56
31. Pertumbuhan diameter batang.....	58
32. Luas kanopi setiap perlakuan.....	60
33. Berat basah brangkasan total setiap perlakuan.....	62
34. Berat basah brangkasan atas setiap perlakuan .....	63
35. Berat basah akar setiap perlakuan .....	66
36. Berat kering brangkasan atas setiap perlakuan .....	67
37. Berat kering akar setiap perlakuan.....	69
38. Kadar air brangkasan atas setiap perlakuan. ....	71
39. Kadar air akar setiap perlakuan.....	72
40. Nilai kadar abu brangkasan atas setiap perlakuan.....	74
41. Nilai kadar abu akar setiap perlakuan .....	76
42. Panjang akar rata-rata setiap perlakuan.....	77
43. Nilai produktivitas air setiap perlakuan. ....	78
44. Bibit selada siap dipindah tanam .....	111

45. Kondisi <i>greenhouse</i> .....	111
46. Penggunaan aerator .....	112
47. Data sensor suhu dan RH .....	112
48. Sensor DHT 22 yang digunakan .....	112
49. Kotak nutrisi.....	113
50. Tanaman awal tanam.....	113
51. Tanaman umur satu mst .....	114
52. Tanaman umur dua mst.....	114
53. Tanaman umur tiga mst (Panen) .....	114
54. Hasil panen dari setiap sistem .....	115
55. Proses pengovenan selada setelah panen .....	116
56. Proses penanuran sampel kering tanaman selada.....	116
57. Proses pengukuran panjang akar .....	116
58. <i>Command Line SAS</i> .....	117



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada daerah perkotaan, kegiatan budidaya tanaman cukup sulit dilakukan. Hal ini dikarenakan adanya alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan pemukiman atau kebutuhan perdagangan. Fenomena ini membuat diperlukannya suatu teknik budidaya tanaman yang tidak sepenuhnya bergantung pada lahan pertanian biasa, yaitu menggunakan teknik hidroponik. Teknik hidroponik merupakan teknik bertanam tanpa menggunakan media tanah. Teknik ini mampu meningkatkan hasil tanaman per satuan luas sampai lebih dari sepuluh kali bila dibandingkan dengan teknik pertanian konvensional (Basuki, 2008).

Hidroponik merupakan cara budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan media *inert* seperti pasir, *peat*, atau *sawdust* dengan memberikan larutan unsur hara yang mengandung semua unsur esensial yang dibutuhkan oleh tanaman (Susila, 2013). Teknik hidroponik telah banyak digunakan oleh petani di Indonesia khususnya untuk membudidayakan tanaman sayur. Teknik hidroponik memiliki banyak keuntungan seperti : (1) tidak membutuhkan lahan yang besar dan perawatan lebih praktis sehingga membutuhkan sedikit tenaga kerja, (2) pemakaian pupuk lebih efisien, (3) tanaman tumbuh lebih pesat dan kebutuhan terjamin, (4) penanaman dapat dilakukan terus-menerus tanpa tergantung musim, (5) dapat dilakukan penjadwalan pemanenan sehingga dapat memproduksi

tanaman secara kontinyu, serta (6) harga jual sayuran hidroponik lebih mahal (Lingga, 2005).

*Wick System* (sistem sumbu) adalah sistem hidroponik yang paling umum digunakan. Pada sistem ini, larutan nutrisi yang diserap tanaman dari tandon ke media tanam menggunakan sumbu dengan memanfaatkan daya kapilaritas sumbu. Kekurangan dari sistem ini adalah keterbatasan dalam penyaluran nutrisi oleh kemampuan kapiler sumbu, sehingga kemampuan sistem ini masih sangat bergantung pada sumbu (Kamalia dkk,2017). Sistem *Wick* juga kurang bisa diandalkan untuk produksi skala besar karena membutuhkan banyak wadah dan rumit dalam penambahan nutrisi (Sari dkk, 2016). Hal ini menunjukkan sistem *Wick* masih sangat bergantung kemampuannya pada sumbu yang digunakan.

Sistem hidroponik berikutnya yaitu teknologi hidroponik sistem terapung (THST). Kelebihan sistem THST dapat dioperasikan tanpa tergantung adanya energi listrik karena tidak memerlukan pompa untuk resirkulasi larutan hara (Susila dan Koerniawati, 2004). Teknik hidroponik ini menyalurkan larutan nutrisi yang kaya unsur hara langsung menuju akar tanaman yang terendam dalam larutan nutrisi tersebut. Permasalahan yang terjadi dalam sistem ini adalah terendamnya akar tanaman pada larutan hara tersebut, sehingga mengakibatkan rendahnya kadar oksigen di daerah perakaran. Kekurangan oksigen pada aktifitas sistem perakaran juga mempengaruhi terjadinya proses penyerapan air dan mineral hara (Susila, 2015).

Permasalahan yang terdapat pada sistem tersebut harus dicari solusinya agar dapat menghasilkan kinerja sistem yang lebih optimal. Salah satunya adalah dengan menerapkan sistem *Dry Hydroponics*. Pada sistem ini, media hidroponik dibiarkan berada di atas larutan nutrisi dan tidak terbasahi oleh air nutrisi, hanya akar tanaman yang dibiarkan masuk ke dalam nutrisi. Kondisi akar tersebut dapat memberikan iklim mikro yang ideal pada semua bagian tumbuhan, sehingga dapat memberikan pengembangan daun yang kuat dan sehat. Pada bagian zona perakaran tanaman, jumlah dan oksigen yang berlimpah selalu tersedia (Knapp and Noordam, 2017). Tanaman yang ditanam dengan sistem *Dry Hydroponics* memiliki banyak kelebihan, yaitu mencegah adanya kelebihan pupuk, dan peningkatan oksigen karena adanya kontak langsung antara udara di daerah bawah media dan larutan nutrisi. Sistem ini biasa diterapkan pada tanaman siklus pendek, seperti selada dan bunga (Knapp and Noordam, 2017).

Keunggulan sistem *Dry Hydroponics* tersebut belum dapat terbukti secara ilmiah. Hal ini dikarenakan minimnya kajian serta publikasi tentang pengaplikasian sistem hidroponik tersebut secara ilmiah. Ketersediaan informasi yang masih kurang mengenai perbandingan laju pertumbuhan dan hasil panen dari setiap sistem hidroponik yang ada, juga membuat pentingnya dilakukan penelitian mengenai perbandingan pertumbuhan dan panen setiap sistem untuk mengetahui sistem hidroponik yang lebih baik.

Salah satu jenis tanaman yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik adalah selada. Sejak Pembangunan Jangka Panjang Tahap I (PJPTI), tanaman selada diimpor dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Pada tahun

2012, impor selada di Indonesia sebesar 145 ton (BPS, 2012). Pada PJPTI I, perhatian akan pengembangan tanaman ini semakin pesat dan hingga sekarang komoditi selada telah diekspor dengan jumlah ekspor pada bulan maret 2018 mencapai 115 ton (BPS, 2018), namun pengembangannya masih terpusat pada pulau Jawa.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka dibutuhkan penelitian mengenai perbandingan sistem *Dry Hydroponics* dengan sistem *Wick* dan sistem *Floating*, menggunakan tanaman selada hijau (*Lactuca sativa* L). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keunggulan sistem *Dry Hydroponics* dengan cara melakukan perbandingan laju pertumbuhan dan hasil panen pada sistem hidroponik yang lain, yaitu sistem *Wick* dan sistem *Floating*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tingkat pertumbuhan dan hasil panen dari sistem *Dry*, *Wick*, dan *Floating* pada tanaman selada hijau (*Lactuca sativa*.L var *Grand rapids*).
2. Mengetahui pengaruh aerator pada pertumbuhan tanaman selada hijau (*Lactuca sativa*.L var *Grand rapids*) pada sistem *Dry*, *Wick*, dan *Floating*.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai keunggulan *Dry Hydroponics* pada pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L) dibandingkan dengan *Wick System* dan *Floating System* serta dapat mengetahui sistem dengan kinerja yang paling baik.

#### **1.4 Hipotesis Penelitian**

Terdapat perbedaan laju pertumbuhan dan hasil panen sistem *Dry Hydroponics* terhadap *Wick System* dan *Floating System* pada tanaman selada hijau (*Lactuca sativa* L. var *Grand rapids*).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Selada Hijau (*Lactuca sativa* L. var *Grand rapids*)

Selada (*Lactuca sativa* L) adalah tanaman yang termasuk dalam family Compositae (Siregar, 2015). Tanaman selada (*Lactuca sativa* L) merupakan tanaman sayuran yang sudah dikenal di Indonesia serta dimanfaatkan sebagai lalap dan penghias makanan. Setiap 100 gram berat basah mengandung 1,2 gram protein, 0,2 gram lemak, 22 miligram Ca, 25 miligram P, 0,5 miligram Fe, 160 miligram Vitamin A, 0,04 miligram Vitamin B, dan 0,8 miligram Vitamin C. Selada biasanya dikonsumsi mentah atau bisa juga dijadikan sebagai penghias hidangan (Adimihardja, 2013). Pada daerah pegunungan tanaman selada dapat membentuk bulatan krop yang besar sedangkan pada daerah dataran rendah, daun selada berbentuk krop kecil dan berbunga (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

#### 2.1.1 Klasifikasi Selada Hijau

Kedudukan selada dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Super Divisi : Spermathophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Asterales  
Famili : Asteraceae

Genus : *Lactuca*

Spesies : *Lactuca sativa* L (Saparinto, 2013).



Gambar 1. Tanaman selada (Saparinto, 2013)

Menurut Cahyono, (2014) selada yang dibudidayakan dan dikembangkan saat ini memiliki banyak varietas diantaranya yaitu :

a. Selada kepala atau selada telur (*Head lettuce*)



Gambar 2. *Head lettuce*

Selada yang memiliki ciri-ciri membentuk krop yaitu daun-daun saling merapat membentuk bulatan menyerupai kepala.

b. Selada rapuh (*Cos lettuce dan Romaine lettuce*)



Gambar 3. *Romaine lettuce*

Selada yang memiliki ciri-ciri membentuk krop seperti tipe selada kepala. Tetapi krop pada tipe selada rapuh berbentuk lonjong dengan pertumbuhan meninggi, daunnya lebih tegak, dan kropnya berukuran besar dan kurang padat.

c. Selada daun (*cutting lettuce atau leaf lettuce*)



Gambar 4. *Leaf lettuce*

Selada yang memiliki ciri-ciri daun selada lepas, berombak dan tidak



membentuk krop, daunnya halus dan renyah. Biasanya tipe selada ini lebih enak dikonsumsi dalam keadaan mentah.

d. Selada batang (*Asparagus lettuce* atau *stem lettuce*)



Gambar 5. *Stem lettuce*

Selada yang memiliki ciri-ciri tidak membentuk krop, daun berukuran besar, bulat panjang, tangkai daun lebar dan berwarna hijau tua serta memiliki tulang daun menyirip.

e. *Grand rapids*



Gambar 6. Selada *Grand rapids*

Selada varietas *Grand rapids* termasuk ke dalam kelompok selada *Bunching* (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) atau dikenal selada *looseleaf*, yaitu jenis selada

berwarna hijau atau kemerahan, pinggir daun yang rata atau keriting, dan batang yang pendek (Siemonsma and Piluek, 1994).

### **2.1.2 Morfologi Tanaman Selada Hijau**

Selada memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar serabut menempel pada batang dan tumbuh menyebar ke semua arah pada kedalaman 20-50 cm atau lebih. Daun selada memiliki bentuk, ukuran dan warna yang beragam tergantung varietasnya. Tinggi tanaman selada daun berkisar antara 30-40 cm dan tinggi tanaman selada kepala berkisar antara 20-30 cm (Saparinto, 2013).

Umur panen selada berbeda-beda menurut kultivar dan musim, umurnya berkisar 30-85 hari setelah pindah tanam. Bobot tanaman sangat beragam, mulai dari 100 g sampai 400 g. Panen yang terlalu dini memberikan hasil panen yang rendah dan panen yang terlambat dapat menurunkan kualitas. Secara umum selada yang berkualitas bagus memiliki rasa yang tidak pahit, aromanya menyegarkan, renyah, tampilan fisik menarik serta kandungan seratnya rendah (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

### **2.1.3 Manfaat Tanaman Selada Hijau**

Selada memiliki banyak manfaat antara lain dapat memperbaiki organ dalam, mencegah panas dalam, melancarkan metabolisme, membantu menjaga kesehatan rambut, mencegah kulit menjadi kering, dan dapat mengobati insomnia.

Kandungan gizi yang terdapat pada selada adalah serat, provitamin A (karotenoid), kalium dan kalsium (Siregar, 2015). Selain itu, selada memiliki kandungan kalsium cukup tinggi yaitu sebesar 56 mg/ 100 gram jika dibandingkan dengan sayuran lainnya (International Osteoporosis Foundation,

2015). Selada dapat dikonsumsi sebagai salah satu pilihan terbaik untuk mencukupi kebutuhan kalsium harian (Kamalia dkk, 2017).

#### **2.1.4 Syarat Tumbuh Tanaman Selada Hijau**

Suhu ideal untuk produksi selada berkualitas tinggi adalah 15-25 °C. Suhu yang lebih tinggi dari 30°C dapat menghambat pertumbuhan, merangsang tumbuhnya tangkai bunga (*bolting*), dan dapat menyebabkan rasa pahit, sedangkan untuk tipe selada kepala suhu yang tinggi dapat menyebabkan bentuk kepala longgar. Selada tipe daun longgar umumnya beradaptasi lebih baik terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi ketimbang tipe bentuk kepala (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Selada dapat tumbuh di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi (pegunungan). Pada daerah pegunungan, daun dapat membentuk tanaman yang besar sedangkan didataran rendah daun dapat membentuk tanaman yang kecil, tetapi cepat berbunga. Syarat penting agar selada dapat tumbuh dengan baik yaitu memiliki derajat keasaman tanah pH 5-6,5 (Siregar, 2015). Selada dapat tumbuh pada jenis tanah lempung berdebu, berpasir dan tanah yang masih mengandung humus. Selada masih toleran terhadap tanah-tanah yang miskin hara dan ber-pH netral. Jika tanah asam, daun selada akan menjadi berwarna kuning. Pengapuran dilakukan sebelum panen untuk mengantisipasi kekuningan daun (Siregar, 2015).

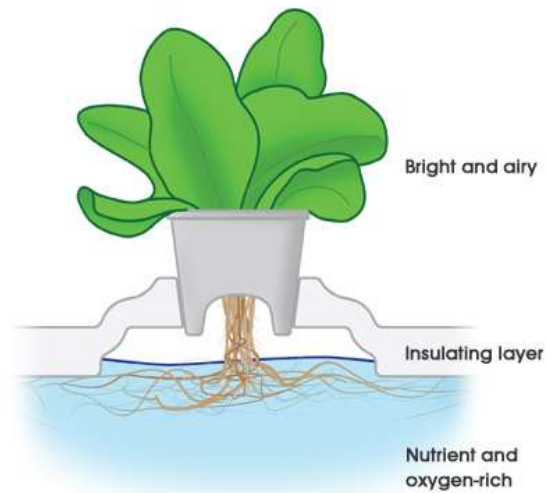
## **2.2 Sistem *Dry Hydroponics***

### **2.2.1 Pengertian**

Sistem *Dry Hydroponics* cocok untuk tanaman siklus pendek, seperti selada dan bunga. Di kolam budidaya yang dipenuhi dengan air kaya nutrisi, tanaman tumbuh pada tanaman yang ditempatkan pada pelampung. Desain yang kokoh ini memungkinkan tanaman memperoleh cukup banyak air, cahaya, nutrisi, CO<sub>2</sub> dan oksigen setiap saat. Tanaman tumbuh dengan cara alami tanpa adanya gangguan dari faktor luar tanaman (Knapp and Noordam, 2017).

### **2.2.2 Sistem Budidaya**

Sistem *Dry Hydroponics* memusatkan perhatian lebih pada bagian zona perakaran. Desainnya memberikan lingkungan sejuk dan ringan untuk bagian akar tanaman, iklim mikro yang ideal untuk pengembangan daun yang kuat dan sehat. Untuk bagian zona perakaran tanaman, jumlah air dan oksigen yang berlimpah selalu tersedia, selanjutnya, efek isolasi dari pelampung dan jumlah air yang tersedia dengan murah tidak hanya memberikan iklim budidaya yang optimal, namun juga membuat sistem *Dry Hydroponics* menjadi sistem budidaya yang sangat handal (Knapp and Noordam, 2017).



Gambar 7. Ilustrasi sistem *Dry Hydroponics*. (Knapp and Noordam, 2017).

### 2.2.3 Kualitas Tanaman

Sistem *Dry Hydroponics* dirancang untuk menumbuhkan semua kemungkinan jenis tanaman hortikultura. Tidak hanya varietas tradisional seperti selada Butterhead dan Romaine, varietas modern juga mendapat manfaat dari penggunaan sistem *Dry Hydroponics* untuk tumbuh (Knapp and Noordam, 2017).

Untuk memastikan pertumbuhan yang sehat, tanaman perlu tumbuh dalam keadaan yang tepat. Melalui disainnya yang inovatif, Sistem *Dry Hydroponics* menyediakan pupuk dan air dengan kadar oksigen yang cukup. Kondisi konstan ini memperbaiki baik rasa maupun kesehatan tanaman. Desain mengelilingi daun dengan iklim mikro yang menguntungkan bagi pertumbuhan. Singkatnya, selama budidaya, tanaman dipelihara dalam keadaan stabil dan menguntungkan (Knapp and Noordam, 2017).

### 2.3 Sistem Sumbu (*System Wick*)

Sistem sumbu (*wick system*) juga dikenal dengan istilah *capillary wick system* (CWS) yang merupakan suatu sistem pengairan dengan menggunakan prinsip kapilaritas (Lee *et al.*, 2010). Sistem sumbu dalam teknik hidroponik dikenal sebagai sistem pasif karena tidak ada bagian yang bergerak, kecuali air yang mengalir melalui saluran kapiler dari sumbu yang digunakan. Sistem sumbu memanfaatkan prinsip kapilaritas dimana larutan nutrisi diserap langsung oleh tanaman melalui sumbu. Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana, akan tetapi memiliki kelemahan. Salah satu kelemahannya adalah apabila tanaman yang ditanam membutuhkan air dalam jumlah yang banyak, maka diperlukan daya kapilaritas yang besar untuk mengalirkan air (larutan nutrisi) ke akar tanaman tersebut. Pada sistem ini tidak terjadi resirkulasi larutan dikarenakan proses kapilarisasi hanya terjadi dari media larutan ke media tanam saja (Kurniawan, 2013). Salah satu bahan yang memiliki daya serap air terbaik dan dapat digunakan sebagai sumbu adalah bahan kain (Wesonga *et. al.*, 2014). Kelebihan sistem ini adalah tidak memerlukan biaya investasi mahal, dapat memanfaatkan barang bekas, dan bahan yang digunakan mudah dicari.



Gambar 8. *Wick system* (Kurniawan, 2013)

## 2.4 Teknologi Hidroponik Sistem Terapung

Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) merupakan modifikasi dari sistem kultur air yang memanfaatkan kolam dengan ukuran dan volume larutan nutrisi yang besar sehingga dapat menekan fluktuasi konsentrasi larutan nutrisi (Krisnawati, 2014). Kelebihan sistem THST dapat dioperasikan tanpa tergantung adanya energi listrik karena tidak memerlukan pompa untuk resirkulasi larutan hara (Susila dan Koerniawati, 2004). Menurut Susila (2013), keberhasilan sistem kultur air dipengaruhi oleh beberapa faktor yang langsung berhubungan dengan perakaran tanaman diantaranya adalah (1) aerasi di zona perakaran, (2) kondisi perakaran, dan (3) sistem penopang tanaman yang memungkinkan tanaman tumbuh tegak. Hasil studi menunjukkan bahwa jenis tanaman yang cocok dibudidayakan dengan teknologi hidroponik sistem terapung (THST) adalah caisim (*Tosakan*), Pakchoy (*Writetropical type*), Kailan (*BBT 35*), Kangkung (*Bangkok LPI*), Selada (*Panorama, Gand rapids, red lettuce, minetto*) dan Seledri (*Amigo*).

Kendala utama dalam THST adalah terendamnya akar tanaman dalam larutan nutrisi sehingga ketersediaan oksigen (*Dissolved oxygen*) di sekitar perakaran berkurang. Soffer and Burger (1988), menyatakan bahwa *Dissolved Oxygen* (DO) sangat penting untuk formasi dan pertumbuhan akar.

Tanaman dengan sistem perakaran dalam air (*water culture*) memerlukan DO (*Dissolved Oxygen*) minimal 4 ppm untuk dapat hidup normal. Larutan dinilai sangat baik bila konsentrasi O<sub>2</sub> terlarut sekitar 8 ppm. Batas O<sub>2</sub> terlarut tertinggi sekitar 10 ppm pada temperatur 24-25°C. Larutan diatas 10 ppm mengakibatkan

O<sub>2</sub> akan terlepas ke udara. Tanaman yang mengalami kekurangan O<sub>2</sub> terlarut dalam air akan menampilkan gejala layu walaupun akar terjuntai ke dalam air. Bila defisiensi O<sub>2</sub> berlanjut, proses respirasi untuk menghasilkan energi akan terhambat dan tampak gejala lain, yaitu defisiensi hara tertentu seperti pertumbuhan terhambat diiringi malformasi bentuk tanaman, bercak putih kekuningan dan penampilan tanaman kurang menarik. Bahkan tanaman dapat mengalami kematian akibat de-oksigenasi (Siregar, 2015). THST pada tanaman hidroponik dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Sistem hidroponik rakit apung

## 2.5 Media Tanam Hidroponik

### 2.5.1 *Rockwool*

*Rockwool* adalah nama komersial media tanaman utama yang telah dikembangkan dalam sistem budidaya tanaman tanpa tanah. Bahan ini berasal dari bahan batu Basalt yang bersifat Inert yang dipanaskan sampai mencair,



kemudian cairan tersebut di spin (diputar) seperti membuat aromanis sehingga menjadi benang-benang yang kemudian dipadatkan seperti kain “*wool*” yang terbuat dari “*rock*”. *Rockwool* biasanya dibungkus dengan plastik. Bentuk bervariasi dari 1"x1"x1" dimulai dengan bentuk kubus hingga 3"x12"x36" lempengan, dengan berbagai ukuran lainnya. *Rockwool* media semai dan media tanam yang paling baik dan cocok untuk sayuran. *Rockwool* dapat menghindarkan dari kegagalan semai akibat bakteri dan cendawan penyebab layu fusarium (Perwitasari dkk, 2012).

Utami (2016) menyebutkan dalam penelitiannya, bahwa bayam merah hidroponik yang ditanam dengan media *rockwool* dengan konsentrasi nutrisi 5 ml/liter dan 4 ml/liter dapat menumbuhkan jumlah daun dan luas daun yang lebih optimal.



Gambar 10. Media tanam rockwool.

### **2.5.2 Cocopeat**

*Cocopeat* adalah media yang terbuat dari serbuk sabut kelapa. *Cocopeat* bersifat organik maka *cocopeat* ini ramah lingkungan serta memiliki daya serap terhadap air yang sangat tinggi dan bagus untuk pertumbuhan akar. Pemakaian *cocopeat* biasanya digunakan bersama arang sekam dengan perbandingan 50:50. Tujuan dari pencampuran dua media ini adalah untuk meningkatkan tingkat aerasi media

tanam. Tingkat aerasi ini berguna agar akar mampu bernafas dan menyerap oksigen dengan lebih baik (Andrea, 2015).



Gambar 11. Media Tanam *Cocopeat*

### 2.5.3 Arang sekam



Gambar 12. Arang sekam

Supriati dan Herlina (2014) menjelaskan bahwa arang sekam adalah sekam padi yang telah dibakar dengan pembakaran tidak sempurna. Cara pembuatannya dapat dilakukan dengan menyangrai atau membakar. Keunggulan sekam bakar adalah dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta melindungi tanaman. Sekam bakar yang digunakan adalah hasil pembakaran sekam padi yang tidak sempurna, sehingga diperoleh sekam bakar yang berwarna hitam, dan bukan abu sekam yang berwarna putih. Prihmantoro dan Indriani (2005) menjelaskan bahwa untuk budidaya hidroponik media arang sekam relatif murah, mempunyai porositas yang

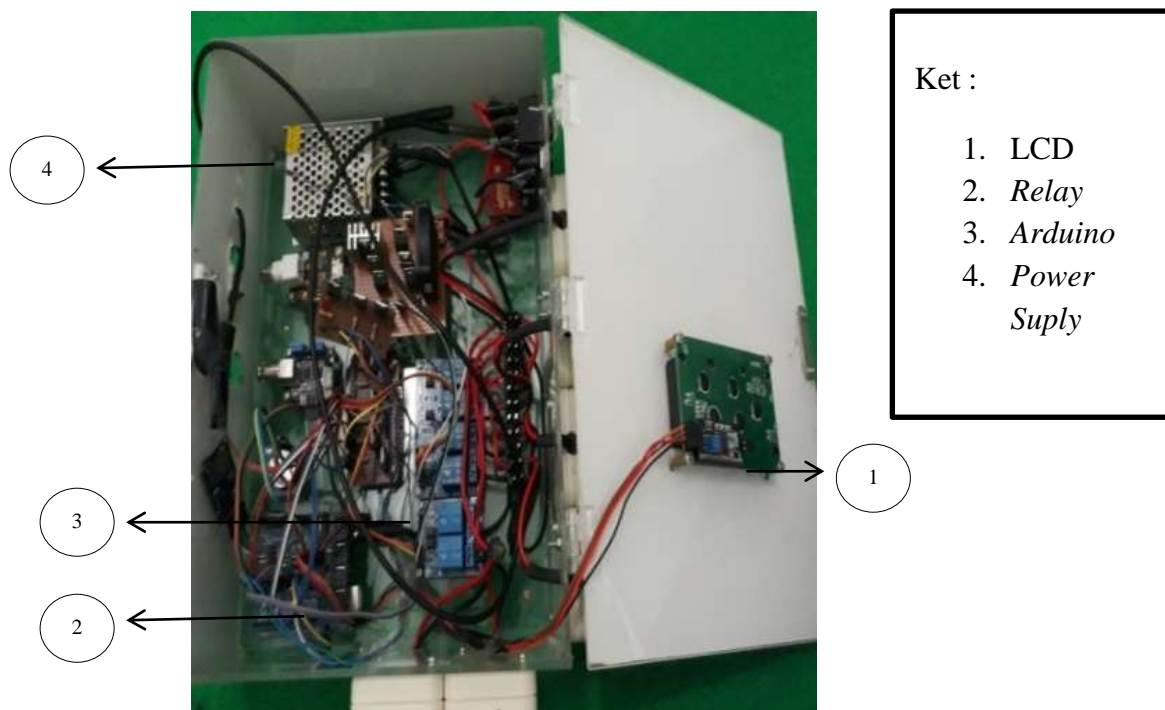
baik, tetapi media arang sekam hanya dapat digunakan sebanyak dua kali periode tanam.

## **2.6 Aerasi Daerah Perakaran (*Root Aeration*)**

Aerasi adalah suatu hal yang essential untuk aktivitas perakaran walaupun hal ini sangat beragam antar spesies tanaman. Pengambilan unsur mineral akan terjadi ketidakseimbangan bila kondisi oksigen di perakaran menurun, sebaliknya akan terangsang bila konsentrasi oksigen di zona perakaran meningkat. Akumulasi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di dalam larutan hara akan menghambat absorpsi sebagian besar unsur hara tersebut oleh tanaman, sedangkan kekurangan oksigen ( $\text{O}_2$ ) walaupun tidak akan menekan absorpsi air (dalam periode tertentu) akan tetapi tetap menekan pengambilan unsur hara dari larutan hara (Susila, 2013).

## **2.7. Sistem Pengukur Suhu dan RH (Kelembaban)**

Suhu dan RH (Kelembaban) lingkungan dalam dan luar *greenhouse* diukur menggunakan sistem pengukur suhu dan RH berbasis mikrokontroler. Alat ini sebelumnya pernah digunakan untuk penelitian Putra (2018) berjudul “Budidaya Tanaman Hidroponik DFT Pada Tiga Kondisi Nutrisi Yang Berbeda” untuk mengukur suhu, PH, dan EC larutan nutrisi serta Marsela (2019) berjudul “Sistem Aquaponik dengan Limbah Kolam Ikan Lele Untuk Memproduksi Sayuran Organik” untuk mengukur suhu dan RH lingkungan *greenhouse*.



Gambar 13. Sistem Kendali Suhu dan RH

Sistem ini dirangkai dengan arduino atmega 2560 dengan menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT22. Rata-rata akurasi sensor DHT22 untuk mengukur suhu udara adalah 0,5 °C, dan untuk mengukur kelembaban adalah 2%. Sistem kontrol otomatis yang digunakan diharapkan dapat mempermudah pengukuran data suhu dan RH dalam dan luar *greenhouse*. Putra dkk (2018) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa sistem kontrol otomatis untuk pemantauan dan pengendalian nutrisi hidroponik yang dibuat olehnya, mampu mengendalikan dan menjaga kondisi suhu, nutrisi dan tinggi air pada pertanian hidroponik secara otomatis sesuai dengan pengaturan yang diinginkan oleh pengguna.

Mikrokontroler adalah sebuah komputer di dalam chip yang berfungsi untuk mengontrol perangkat elektronik. Untuk dapat melakukan hal yang berguna dengan menggunakan mikrokontroler maka dibutuhkan kombinasi antara

perangkat keras dan perangkat lunak yang cocok. Perangkat keras dan perangkat lunak untuk aplikasi *embeded system* yang menggunakan mikrokontroler sangat terkait erat, dan kedua aspek desain sistem yang lengkap perlu dipertimbangkan bersama-sama (Suharto, 2009). Keuntungan penggunaan mikrokontroler adalah sistem elektronik akan menjadi lebih mudah dan ringkas dan rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.

Mikrokontroler tersusun atas mikroprosesor dan piranti pendukungnya. Sistem kerjanya diatur berdasarkan program dalam bahasa pemrograman yang digunakan, ada beberapa bahasa pemrograman yang dapat digunakan. Pada umumnya semua bahasa pemrograman dapat diaplikasikan ke mikrokontroler, akan tetapi membutuhkan compiler yang mendukung mikrokontroler tersebut. Bahasa pemrograman yang biasa digunakan dalam memprogram mikrokontroler produksi Atmel adalah bahasa Assembler, bahasa C, C++, Basic, ataupun Turbo Pascal (Kurniawan, 2011).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2018 – Maret 2019 di *greenhouse* Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung, dan Laboratorium Tanah Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Wadah semai, *Styrofoam*, Kotak Plastik, Netpot, Aerator (*Amara*), Satu perangkat sensor pengukur suhu, pH meter, TDS Meter, Termokopel, DO Meter (AZ-8401), Penggaris (*Butterfly*), Jangka Sorong (*New Deland*), Mikrometer Sekrup (*UBZ*), Timbangan Analitik (*Ohaus*), Mesin Oven (*Memmert*), Mesin Tanur (*Bibby Stuart*), dan Kamera (*SPC L52*).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih Selada (*Panah Merah*), nutrisi AB mix, *Rockwool*, kain flannel, dan air.

#### **3.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian**

##### **3.3.1 Rancangan Percobaan**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah penggunaan sistem hidroponik yang terdiri dari tiga taraf, yaitu sistem *Dry Hydroponics*, *Wick*

*System*, dan *Floating System*. Faktor kedua adalah penggunaan aerator yang terdiri dari dua taraf, yaitu menggunakan aerator dan tidak menggunakan aerator.

Tabulasi data RAL Faktorial dapat dilihat pada Tabel 1.

Ulangan yang dilakukan sebanyak tiga kali, menggunakan tanaman Selada. Untuk tata letak percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Tabulasi data RAL Faktorial

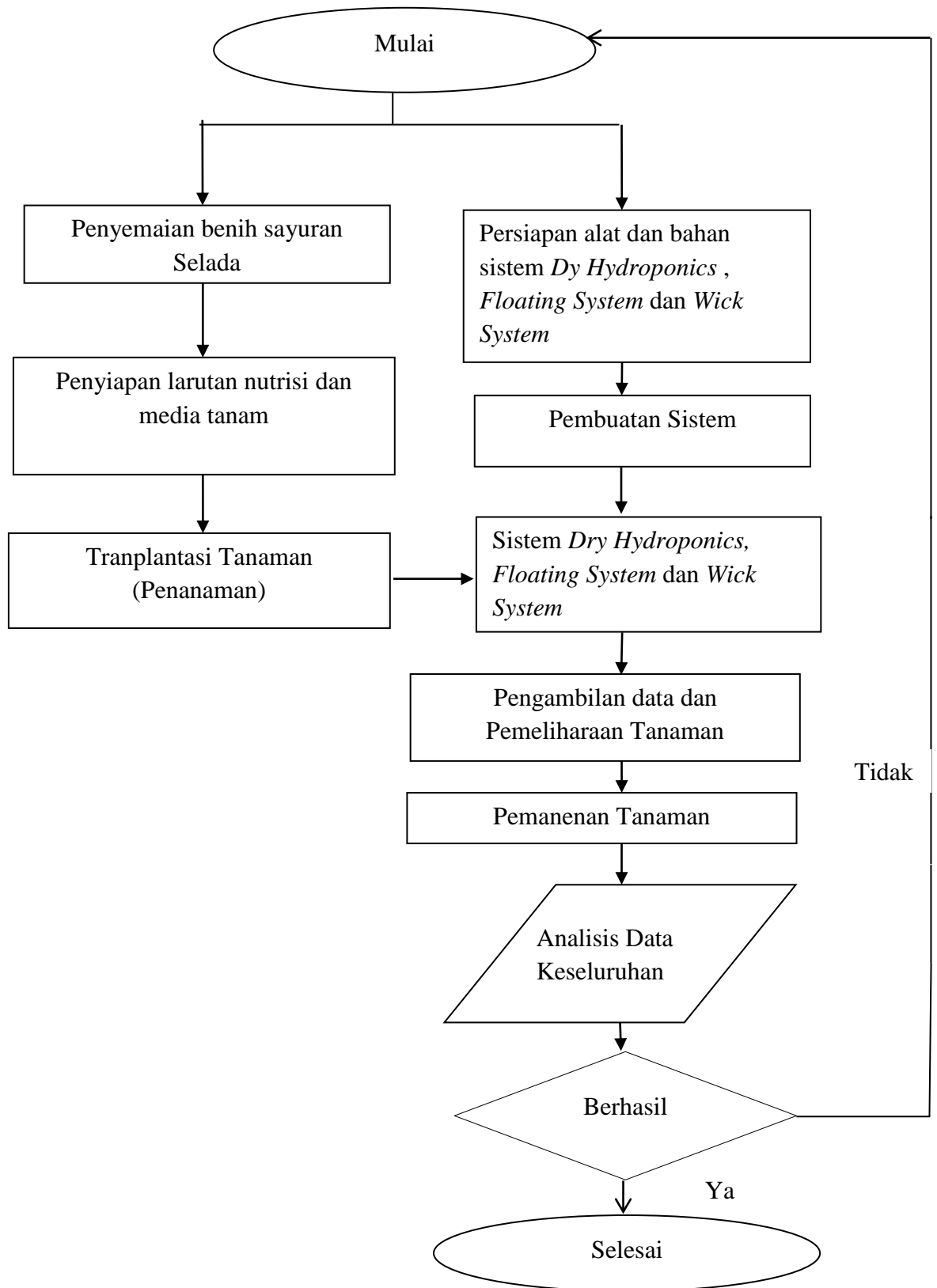
Sistem hidroponik	Penggunaan Aerator	
	0 (Tidak pakai)	1 (Pakai)
<i>Dry Hydroponics System</i>	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>
<i>Wick System</i>	W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>
<i>Floating System</i>	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>

Tabel 2. Tata letak percobaan dengan tiga kali ulangan

W <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	D <sub>0</sub> U <sub>1</sub>
F <sub>0</sub> U <sub>1</sub>	F <sub>0</sub> U <sub>3</sub>
D <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> U <sub>2</sub>
W <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	D <sub>0</sub> U <sub>2</sub>
W <sub>0</sub> U <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> U <sub>2</sub>
D <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	F <sub>0</sub> U <sub>2</sub>
F <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	W <sub>1</sub> U <sub>2</sub>
F <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	W <sub>0</sub> U <sub>2</sub>
D <sub>0</sub> U <sub>3</sub>	W <sub>0</sub> U <sub>3</sub>

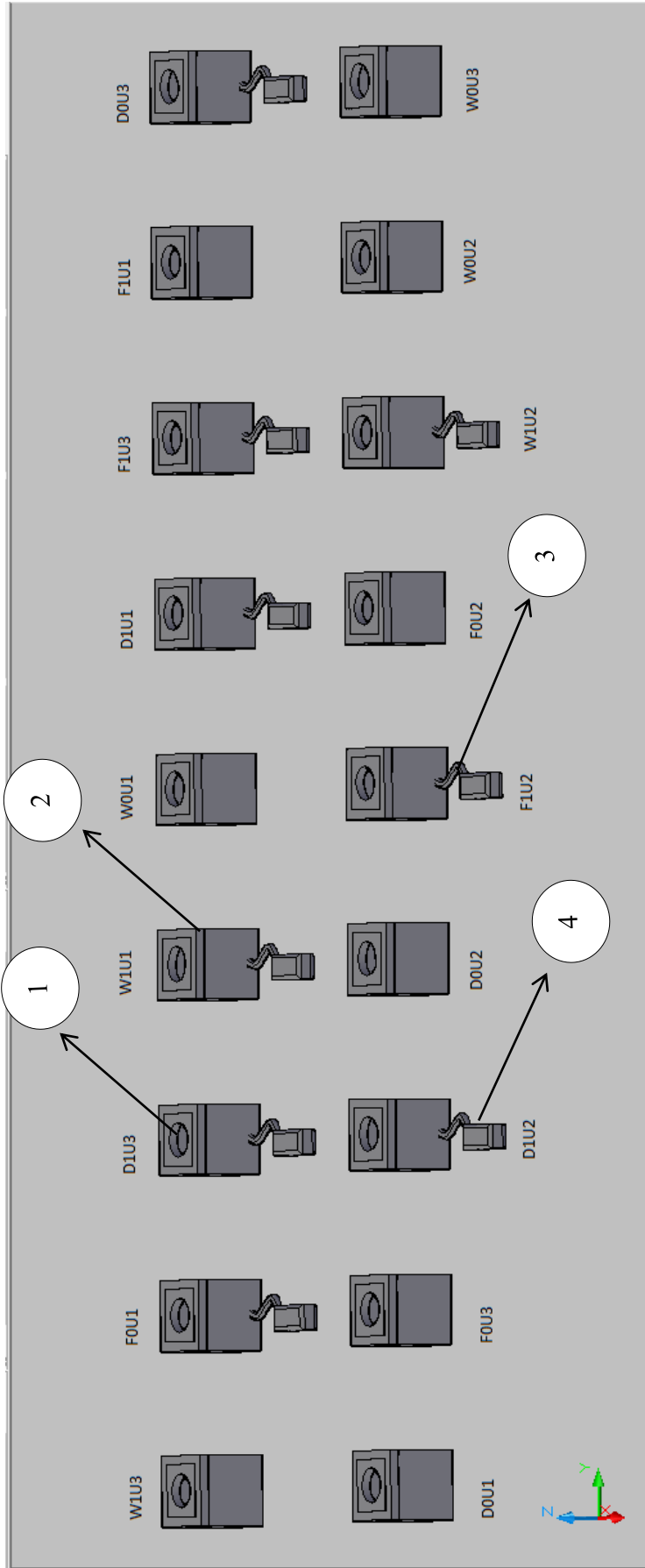
### 3.3.2 Rancangan Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan tahap penyemaian benih selada hijau, pembuatan larutan nutrisi, transplasi tanaman pada sistem yang sudah dibuat, hingga tanaman panen dan dilakukan analisis data. Instalasi hidroponik yang digunakan adalah instalasi hidroponik pasif (tanpa adanya sirkulasi air oleh pompa). Rancangan alur penelitian dan sketsa instalasi hidroponik dapat dilihat pada Gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Diagram alir penelitian





Gambar 15. Sketsa instalasi hidroponik yang digunakan. Keterangan : 1 Lubang media tanam; 2 bak penampung nutrisi; 3 selang aerator; 4 aerator

### 3.3.3 Prosedur Budidaya Hidroponik

#### 1. Penyemaian benih

Penyemaian benih tanaman selada dilakukan dengan menggunakan media tanam *rockwool* agar nantinya mudah beradaptasi dengan media tersebut saat tanaman sudah dipindahkan ke tempat tanam permanen. Gunakan wadah plastik sebagai tempat benih bersemai. Letakkan pada tempat yang terjaga suhu dan kelembabannya dan pastikan cukup sinar matahari. Pastikan benih sayuran yang digunakan sesuai dengan standar SNI (Putra, 2018).

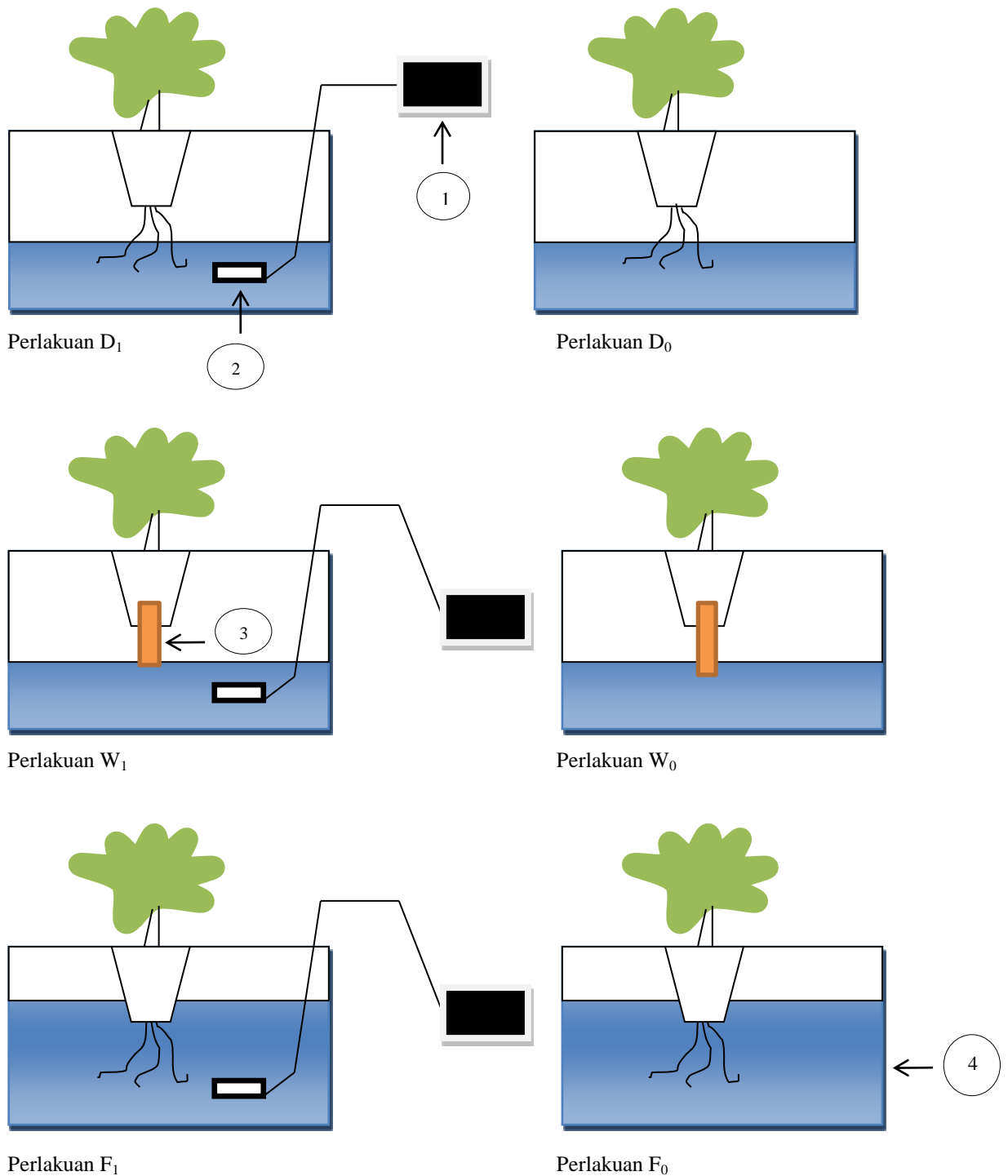
#### 2. Pembuatan larutan nutrisi

Komposisi A dan komposisi B dilarutkan secara terpisah dalam wadah masing-masing menggunakan 5 liter air. Semua bahan diaduk perlahan lalu sedikit demi sedikit ditambahkan air hingga masing-masing komposisi mencapai volume 20 liter. Selanjutnya larutan ini akan menjadi larutan stok (Siregar, 2015).

#### 3. Pembuatan sistem hidroponik

Sistem hidroponik dibuat menggunakan kotak plastik ukuran 11 x 10 x 15 cm dengan sisi atas dan samping dilapisi dengan styrofoam dengan ukuran dengan satu lubang di atasnya sebagai tempat tanaman tumbuh. Setiap sistem akan memiliki prinsip kerja yang berbeda. Pada *Dry Hydroponics*, akar dibiarkan tenggelam dalam larutan nutrisi, namun media dibiarkan tidak terbasahi oleh larutan nutrisi. Kemudian pada *Wick System*, larutan nutrisi dialirkan melalui kain flannel menuju tanaman. Lalu pada *Floating System*, akar dibiarkan tenggelam pada larutan nutrisi sehingga tidak ada ruang antara akar tanaman dengan larutan nutrisi. Untuk setiap sistem nantinya akan dibuat dalam dua keadaan, yaitu

menggunakan aerator dan tidak menggunakan aerator. Untuk ilustrasi setiap sistem yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Ilustrasi perlakuan percobaan.

Keterangan : (1) Aerator, (2) *airstone*, (3) sumbu  
(4) Larutan nutrisi

#### 4. Penanaman

Bibit selada hijau yang sudah berumur cukup (maksimal 14-21 hari semai) dipindahkan dari tempat persemaian ke dalam *netpot* yang ada di dalam wadah nutrisi sampai menjelang panen. Bibit tersebut dipindahkan dengan hati-hati supaya tidak stres saat pindah tanam (Krisnawati, 2014).

#### 5. Pemeliharaan Tanaman

Pengamatan pada tanaman dilakukan secara berkala agar tanaman tetap sehat dan terbebas dari penyakit dan gangguan hama. Tanaman yang terserang penyakit, disarankan untuk langsung diganti dengan tanaman yang baru. PH larutan nutrisi juga selalu dijaga agar tetap stabil. PH ideal bagi tanaman selada adalah 6,5 – 7. Nilai EC dan PPM ditingkatkan sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman. Semakin bertambah umur tanaman, maka kebutuhan nilai nutrisinya juga akan semakin banyak (Putra, 2018).

#### 6. Pemanenan.

Panen dilakukan ketika setiap tanaman sudah siap untuk dipanen. Masa panen dari tanaman selada adalah 25-40 HST (hari setelah tanam).

### **3.7. Parameter pengamatan**

Beberapa parameter yang diamati secara berkala saat berlangsungnya proses penelitian adalah sebagai berikut :

### **3.7.1 Pengamatan Lingkungan**

Pengamatan lingkungan yang diamati adalah sebagai berikut :

#### **1. Suhu Lingkungan**

Pengamatan suhu dilakukan untuk melihat perbedaan suhu di dalam *greenhouse* dan luar *greenhouse*. Pengamatan suhu diukur menggunakan sistem kontrol otomatis yang akan merekam suhu setiap 20 menit (Putra, 2018).

#### **2. Kelembaban Lingkungan**

Pengamatan kelembaban dilakukan untuk melihat perbedaan suhu di dalam *greenhouse* dan luar *greenhouse*. Pengamatan kelembaban diukur menggunakan sistem kontrol otomatis yang akan merekam nilai kelembaban setiap 20 menit (Putra, 2018).

### **3.7.2 Pengamatan Harian**

Pengamatan harian yang diamati adalah sebagai berikut :

#### **1. Suhu Nutrisi**

Suhu nutrisi diukur menggunakan Termokopel. Pengukuran dilakukan pada pukul 15.00-17.00 selama proses penelitian sampai menjelang panen (Putra, 2018).

#### **2. Konduktivitas Elektrik (EC)**

Konduktivitas Elektrik (EC) diukur menggunakan TDS meter. Pengukuran dilakukan pada pukul 15.00-17.00 selama proses penelitian sampai menjelang panen.

### 3. Derajat Keasaman (PH)

Derajat Keasaman (PH) diukur menggunakan PH meter. Pengukuran dilakukan pada pukul 15.00-17.00 selama proses penelitian sampai menjelang panen.

### 4. Kandungan Oksigen Terlarut (DO)

Kandungan oksigen terlarut (DO) diukur menggunakan DO meter. Pengukuran dilakukan pada pukul 15.00-17.00 selama proses penelitian sampai menjelang panen.

### 5. Evapotranspirasi Larutan Nutrisi

Pengukuran evapotranspirasi diukur setiap hari dengan menggunakan penggaris yang sudah ditempel di dalam wadah nutrisi, kemudian air nutrisi ditambahkan lagi ke keadaan awal sebelum terjadinya evapotranspirasi. Pengukuran dilakukan pada pukul 15.00-17.00 selama proses penelitian sampai menjelang panen (Putra, 2018).

### **3.7.3 Pengamatan Pertumbuhan**

Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap tiga hari sekali selama proses penelitian. Pengamatan yang diamati adalah sebagai berikut :

#### 1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur dari perbatasan antara akar dan batang sampai daun tertinggi pada masing-masing tanaman. Pengukuran dilakukan menggunakan penggaris.

#### 2. Jumlah daun

Perhitungan jumlah daun dilakukan pada daun yang telah membuka sempurna pada setiap tanaman.

3. Lebar daun

Setiap daun pada masing-masing tanaman diukur lebarnya menggunakan penggaris.

4. Tebal Daun

Tebal daun pada masing-masing tanaman diukur menggunakan mikrometer sekrup.

5. Diameter batang

Diameter batang pada masing-masing tanaman diukur menggunakan jangka sorong.

6. Luas kanopi

Luas kanopi diukur menggunakan metode gravimetri, dengan cara mengambil gambar tanaman dari atas dengan posisi samping tanaman adalah luas perbandingan. Hasil foto dicetak dan dipotong mengikuti bentuk daun (berat kanopi replika). Luas kanopi replika dihitung berdasarkan perbandingan luas kertas A4 kosong dengan berat kertas A4 kosong dikali dengan berat kanopi replika. Rumus mencari luas kanopi (replika) dapat dilihat dibawah.

$$L. \text{ kanopi (replika)} = \frac{L_{A4}}{W_{A4}} \times W. \text{ kanopi (replika)} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana  $L. \text{ kanopi (replika)}$  = Luas replika kanopi dari hasil foto ( $\text{cm}^2$ )

$L_{A4}$  = Luas kertas A4 kosong ( $\text{cm}^2$ )

$W_{A4}$  = Berat kertas A4 kosong (gram)

$W. \text{ kanopi (replika)}$  = Berat replika kanopi dari hasil foto (gram)



Gambar 17. Proses pengambilan gambar luas kanopi

Luas kanopi replika yang sudah diketahui, kemudian dikali dengan perbandingan luas pembanding *real* dengan luas pembanding replika yang berasal dari hasil foto. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$L. \text{ kanopi } real = \frac{L \text{ standar}}{L \text{ standar (replika)}} \times L. \text{ kanopi (replika)} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana L. kanopi *real* = Luas kanopi sesungguhnya (cm<sup>2</sup>)

L. standard = Luas benda pembanding (cm<sup>2</sup>)

L. standard (replika) = Luas benda pembanding (hasil foto) (cm<sup>2</sup>)

#### 3.7.4 Pengamatan Panen

Pengamatan panen dilakukan saat tanaman siap dipanen, yaitu umur tanaman  $\pm 21$  HST (hari setelah tanam). Pengamatan yang dilakukan saat panen adalah sebagai berikut.



1. Berat basah

Berat basah adalah berat tanaman segar setelah dipanen. Berat basah terdiri dari berat basah brangkasan total (tajuk tanaman dan akar), brangkasan atas (tanpa akar/tajuk tanaman) dan berat basah akar.

2. Berat kering

Berat kering adalah berat tanaman setelah dioven selama  $\pm 24$  jam dengan suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  sampai berat mencapai konstan. Berat kering terdiri dari berat basah brangkasan atas (tanpa akar/tajuk tanaman) dan berat kering akar.

3. Kadar air

Kadar air diperoleh dari hasil bobot tanaman sebelum dioven (berat basah) dan bobot tanaman setelah dioven (berat kering).

Kadar air tanaman diperoleh dari perhitungan :

$$\text{KA} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

KA = Kadar Air (%)

$W_0$  = Berat Basah (g)

$W_1$  = Berat Kering (g)

4. Kadar Abu

Kadar abu diperoleh dari hasil bobot tanaman setelah dibakar dibagi bobot tanaman sebelum di bakar. Sampel berat kering tanaman ditimbang seberat 1 g lalu dibakar menggunakan tanur selama 2 jam dengan suhu  $550^{\circ}\text{C}$ .

Kadar abu diperoleh dari perhitungan :

$$\text{K}_{\text{abu}} = \frac{W_3}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

$W_2$  = Berat kering sampel(g)

$W_3 = \text{Berat Abu(g)}$

#### 5. Panjang Akar

Panjang akar diukur dari pangkal akar hingga akar terpanjang pada saat akhir pengamatan (panen).

#### 6. Produktivitas air

Produktivitas air adalah hasil bagi berat basah brangkasan atas dengan evapotranspirasi kumulatif di setiap perlakuan.

Produktivitas air diperoleh dengan perhitungan :

$$WP = \frac{BP}{ETc} \dots \dots \dots (5)$$

$WP = \text{Water Production}$  (Produktivitas air) ( $\text{kg/m}^3$ )

$BP = \text{Berat basah brangkasan atas}$  (kg)

$ETc = \text{Evapotranspirasi kumulatif perlakuan}$  ( $\text{m}^3$ )

#### 7. Kualitas sayuran

Kualitas sayuran meliputi serapan Nitrogen, Fosfor, dan kalium pada setiap sampel. Pengamatan dilakukan di laboratorium tanah jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung.

#### 8. Perbandingan Biaya pupuk dan harga jual selada.

Analisis biaya meliputi biaya pupuk dan harga jual selada.

### 3.8 Analisis data

Data dari hasil pengukuran tanaman selada dan data parameter pengukuran yang lain, dilakukan analisis data dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Data dibagi dalam tiga sumber keragaman, yaitu faktor sistem hidroponik, faktor penggunaan aerator, dan faktor interaksi. Data yang memiliki

nilai probability lebih dari 5% dianggap tidak berpengaruh, sedangkan data yang memiliki nilai probability kurang dari 5% dianggap berpengaruh atau berbeda nyata. Data yang dianggap berpengaruh akan dilakukan uji lanjut Beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Data yang telah diuji disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

## V. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisis data dan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Sistem *Dry Hydroponics* memiliki tingkat pertumbuhan dan hasil panen yang sama dengan sistem *Wick* dan *Floating* pada pertumbuhan selada hijau. Penelitian menunjukkan bahwa hasil sidik ragam yang tidak berpengaruh nyata pada faktor penggunaan sistem hidroponik terhadap semua parameter, dengan rata-rata berat panen (berat basah brangkasan atas) setiap sistem yaitu sistem *Dry Hydroponics* sebesar 130,775 gram, sistem *Wick* sebesar 127,41 gram, dan sistem *Floating* sebesar 121,095 gram.
2. Penggunaan aerator berpengaruh nyata pada taraf 5% pada parameter kandungan oksigen terlarut, PH, berat basah akar, kadar air akar, kadar abu akar, panjang akar, dan kandungan Fosfor.

### 5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjut mengenai sistem *Dry Hidroponics* pada tanaman yang berbeda, diterapkan dalam sistem aktif (menggunakan pompa), dan dilakukan perbandingan terhadap sistem hidroponik yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja S.A., Bastian, H., dan Setyono. 2013. Efektivitas Komposisi Pupuk Anorganik dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Kultivar Selada Dalam Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Pertanian* 4(2):91-99. ISSN 2087-4936.
- Alahudin, M. 2013. Kondisi Termal Bangunan Greenhouse dan Screenhouse Pada Fakultas Pertanian Universitas Musamus Merauke. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim* 2(1) : 16-27.
- Alhadi, D.G.D., Triyono, S., dan Haryono, N. 2016. Pengaruh Penggunaan Beberapa Warna Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan Pada Sistem Hidroponik Indoor. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 5(1): 13-24.
- Andrea, W. 2015. Teknik Hidroponik Cara Bercocok Tanam Tanpa Media Tanah. <http://www.kemenkopmk.go.id>. Diakses 18 Mei 2019.
- Astuti. 2011. *Petunjuk Praktikum Analisis Bahan Biologi*. Yogyakarta : Jurdik Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Basuki, T.A. 2008. *Pengaruh Macam Komposisi Media Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Hasil Selada*. Skripsi. Fakultas Pertanian. UGM. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat , 2012. Statistik Indonesia Tahun 2010. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat , 2018. Statistik Indonesia Tahun 2010. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik
- Binaraesa, N.N.P.C., Sutan, S.M., dan Ahmad, A.M. 2016. Nilai Ec (*Electro Conductivity*) Berdasarkan Umur Tanaman Selada Daun Hijau (*Lactuca Sativa L.*) Dengan Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 4 (1) : 65-74.
- Boutet, T. S. 1987. *Controlling Air Movement*. New York : McGraw-Hill.
- Cahyono, B. 2014. *Teknik Budidaya Daya dan Analisis Usaha Tani Selada*. CV. Aneka Ilmu. Semarang. 114 hal.

- Chadirin, Y. 2001. *Pelatihan aplikasi teknologi hidroponik untuk pengembangan agribisnis perkotaan*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika.
- Cordova, H., Purwani, K.I., dan Nurhidayati, T. 2009. *Pengembangan Sistem Multi Kontrol pH(non-linier)Intensitas Radiasi Matahari dan Kelembaban untuk Optimalisasi Suplai Nutrisi serta Peningkatan Kecepatan Tumbuh Lettuce pada Greenhouse Hidroponik NFT*. Laporan Akhir Hibah Penelitian Strategis Nasional. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Fahrudin, F. 2009. *Budidaya Caisim (Brassica Juncea. L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 88 hal.
- Fauzi, R. 2013. *Pengayaan Oksigen Di Zona Perakaran Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Selada (Lactuca Sativa. L.) Secara Hidroponik*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Iqbal, M. 2006. *Penggunaan pupuk majemuk sebagai sumber hara pada budidaya bayam secara hidroponik dengan tiga cara fertigasi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jones, Jr., and Benton, J. 2005. *Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower, Second Edition*. CRC press. Florida.
- Kamalia, S., Dewanti, P., dan Soedradjad, R. 2017. Teknologi Hidroponik Sistem Sumbu Pada Produksi Selada Lollo Rossa (*Lactuca sativa. L.*) Dengan Penambahan CaCl Sebagai Nutrisi Hidroponik. *Jurnal Agroteknolog*. 11(1).
- Knaap, M.V.D., and Noordam, C. 2017. [www.dryhydroponics.nl](http://www.dryhydroponics.nl). Molenlaan 1b 2636 AR Schipluiden. The Netherlands
- Krisna, B., Putra, E.T.S., Rogomulyo, R., dan Kastono, D. 2017. Pengaruh Pengayaan Oksigen dan Kalsium terhadap Pertumbuhan Akar dan Hasil Selada Keriting (*Lactuca sativa. L*) pada Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Vegetalika*. 6(4).
- Krisnawati, D. 2014. *Pengaruh Aerasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (Brassica Oleraceae Var. Alboglabra) Pada Teknologi System Terapung Di Dalam dan Diluar Greenhouse*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Pertanian. Unila. Lampung.
- Kurniawan, A. 2011. Penerapan Fotodioda Film Ba<sub>0,5</sub>Sr<sub>0,5</sub>TiO<sub>3</sub> (BST) sebagai Detektor Garis Pada Robot *Line Follower* Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB.

- Kurniawan, A. 2013. *Aquaponik: Sederhana Berhasil Ganda*. UBB Press. Pangkal Pinang. 74 hal.
- Lingga, P. 2005. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta. 99 hlm.
- Marlina, I. 2014. *Pengaruh Media Tanam Granul dari Tanah Liat Terhadap Pertumbuhan tanaman Hidroponik Sistem Sumbu*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Pertanian. Unila. Lampung.
- Marsela, F. 2019. *Sistem Aquaponik dengan Limbah Kolam Ikan Lele Untuk Memproduksi Sayuran Organik*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Pertanian. Unila. Lampung.
- Mubarok, Salimah, S., Farida, A., Rochayat, Y., dan Setiati, Y. 2012. Pengaruh Kombinasi Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Sitokinin terhadap Pertumbuhan Aglonema. *Jurnal Hort*. 22(3): 251–257.
- Ningrum, D.Y., Triyono, S., dan Tusi, A. 2014. Pengaruh Lama Aerasi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Pada Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 3(1): 83-90.
- Perwitasari, B., Tripatmasari, M., dan Wasonowati, C. 2012. Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoi (*Brassica juncea* L) dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Agrovigor*. 5(1): 14 – 25. Fakultas Pertanian. Universitas Trunojoyo Madura
- Prihmantoro, H.I., dan Indriani, H.Y. 2005. *Hidroponik Tanaman Buah Untuk Hobi dan Bisnis*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Putra, R.M. 2018. *Budidaya Tanaman Hidroponik DFT Pada Tiga Kondisi Nutrisi yang Berbeda*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Universitas Lampung. Lampung
- Putra, Y.H., Triyanto, D., dan Suhardi. 2018. Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik Berbasis Website. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*. 6(3): 128-138.
- Rubatzky, V. E., dan Yamaguchi, M. 1998. *Sayuran Dunia 2, Prinsip, Produksi dan Gizi*, Edisi Kedua. ITB Ganesha. Bandung. 292 hal
- Samadi, B. 2013. *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik dan Anorganik*. Pustaka Mina. Jakarta. 114 hal.
- Saparinto, C. 2013. *Grown Your Own Vegetables-Paduan Praktis Menanam Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Lily Publisher. Yogyakarta. 180 hal.

- Sari, E., Kitty, Y., dan Dwiranti, A. 2016. Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique dan Wick Pada Penanaman Bayam Merah. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal Of Technology*. 1(2): 223-225.
- Siemonsma, J. S., and Piluek, K. 1994. Plant Resources of South-East Asia No. 8 : Vegetables. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p. 186-190.
- Siregar, J. 2015. *Pengujian Beberapa Nutrisi Hidroponik Pada Selada (Lactuca Sativa L.) Dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Termodifikasi*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Soffer, H and Burger, D.W. 1988. Effect Of Dissolved Oxygen Concentration In Aero-Hidroponics On The Formation And Growth Of Adventitious Roots. *Jornal of the American Society Horticultural Science*. 113(2) : 218-221
- Sufardi. 2001. Indeks Ketersediaan Fosfor pada Jagung (*Zea mays L.*) Akibat Ameliorasi Bahan Organik dan Kapur. *Jurnal Agrista*.5(3).
- Suharto. 2009. *Prototipe Aplikasi KWh Meter Digital Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535 untuk Ruang Lingkup Kamar*. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH Vol 26*. Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Supriati, Y dan Herlina, E. 2014. *15 Sayuran Organik Dalam Pot*. Penebar Swadaya. Jakarta. 148 hal.
- Surtinah. 2016. Penambahan Oksigen Pada Media Tanam Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa*). *Jurnal Bibiet*. 1(1) : 27-35.
- Susila, A.D. 2013. Modul V Sistem Hidroponik. Departemen Agronomi dan Holtikultura.IPB. Bogor. 20 hlm
- Susila, A.D dan Koerniawati, Y. 2004. Pengaruh Volume dan Jenis Media Tanam pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa. L*) Pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung. *Buletin Agon*. 32(3) : 16-21
- Susila, A.D. 2015. Teknologi hidroponik sistem terapung. *Sirkuler*.(5): 1-5.
- Sutiyoso Y. 2004. Hidroponik Ala Yos. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Telaumbanua, M., Purwanta, B., Sutiarto, L., dan Falah, M.A.F. 2016. Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa var. parachinensis L*). *Jurnal Agritech*. 36(1) : 104-110.
- Untung, O. 2004. *Hidroponik Sayuran Sistem NFT*. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 Hal.



- Utami, K. 2016. *Pertumbuhan Bayam Merah (Alternanthera amoena voss) Secara Hidroponik Dengan Konsentrasi Nutrisi Dan Media Tanam Yang Berbeda*. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhamadiyah Surakarta. Surakarta.
- Wardhana, I., Hasbi, H., dan Wijaya, I. 2016. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*. L) Pada Pemberian Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Interval Waktu Aplikasi Pupuk Cair Super Bionik. *Jurnal Ilmu Pertanian*. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.
- Wesonga, J.M., Wainaina C., Ombwara F.K., Masinde P.W., and Home P.G. 2014. Wick Material and Media for Capillary Wick Based Irrigation System in Kenya. *International Journal of Science and Research*. 3(4): 613-617.
- Widodo, S., Supriyono, dan Irawati, T. 2017. Pengaruh Umur Bibit Dan Umur Panen Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Hidroponik NFT Tanaman Selada (*Lactuca sativa*. L.) Varietas Grand Rapids. *Jurnal Hijau Cendekia*. 2(2): 21-26.
- Wulandari, O., Indradewa, D., dan Putra, E.T.S. 2017. Pengaruh Konsentrasi Besi dan Tekanan Aerasi terhadap Pertumbuhan Tajuk dan Hasil Sawi Hijau Rakit Apung. *Jurnal vegetalika*. 6(4) : 41-54.
- Yoshida, T., Honda, A., and Shoda, J. 1997. Short-term effects of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase inhibitor on cholesterol and bile acid synthesis in humans. *Lipids Journal*, 32:873–8.
- Zuhaida, L., Ambarwati, L., dan Sulistyaningsih, E. 2011. Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L) Hidroponik Diperkaya Fe. *Jurnal Pertanian*. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.