EFEK DARI TIGA WADAH NUTRISI YANG BERBEDA UNTUK PERTUMBUHAN DAN HASIL DARI ENAM JENIS SELADA (*Lactuca sativa L.*) MENGGUNAKAN HIDROPONIK DFT

Skripsi

Oleh

SURYANINGSIH

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019

ABSTRAK

EFEK DARI TIGA WADAH NUTRISI YANG BERBEDA UNTUK PERTUMBUHAN DAN HASIL DARI ENAM JENIS SELADA (*Lactuca sativa L.*) MENGGUNAKAN HIDROPONIK DFT

Oleh

Suryaningsih

Selada memiliki nama latin *Lactuca sativa L*, dari famili Asteraceae. Tumbuhan ini biasa ditanam di daerah beriklim sedang maupun daerah tropika. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek dari penggunaan tiga wadah yang berbeda (box bermesin pendingin, box Styrofoam, dan ember) terhadap karakteristik fisik larutan nutrisi dan pertumbuhan pada sayuran selada. Larutan nutrisi dengan tiga wadah yang berbeda seharusnya memiliki suhu yang berbeda, dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman selada. Tanaman yang dibudidayakan adalah enam jenis tanaman selada dalam satu varietas tanaman yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik DFT.

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Agustus – September 2019. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari perlakuan tunggal dengan 6 taraf (jenis selada) dan 3 kelompok (suhu nutrisi dalam box pendingin, suhu nutrisi dalam ember biasa, suhu nutrisi dalam box styrofoam). Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi suhu, kanopi, pH, EC, kelembaban (RH), evapotranspirasi, tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah berangkasan atas tanaman, berat kering berangkasan atas tanaman, panjang akar, kadar air, dan kadar abu.

Suhu dan kelembaban dicatat menggunakan mikrokontroler otomatis. Derajat keasamaan (pH) dan Ec larutan nutrisi diukur dengan menggunakan pH meter dan TDS meter. Evapotranspirasi dan tinggi tanaman diukur menggunakan mistar, jumlah daun dengan cara dihitung, dan sisanya diukur secara gravimetrik pada saat panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu larutan nutrisi di box bermesin pendingin lebih rendah dibandingkan dalam wadah box Styrofoam dan ember biasa.

Berat sayuran yang dipanen dari sistem box bermesin pendingin adalah 144,33 gram/tanaman yang berada dalam kondisi pH mendekati netral yaitu 6,87, dengan EC rata-rata yaitu 1225,275(µ/cm), rata-rata suhu minimum larutan nutrisi pendingin sebesar 14,53°C, Pertumbuhan jumlah daun terbanyak adalah box pendingin dengan jumlah rata-rata sebesar 13 helai. Box pendingin memiliki tinggi tanaman rata-rata 22,03 cm , dengan kanopi tanaman rata-rata sebesar 1165,09 cm^2, Pertumbuhan diameter batang selada dari pindah tanam hingga

panen yang paling tinggi adalah kelompok box pendingin dengan rata-rata sebesar 1,277 cm, rata-rata berat kering sebesar 5,829gr, kadar abu dari masing-masing kelompok tanaman selada memiliki kadar abu yang berbeda tidak nyata. Kelompok box pendingin memiliki rata-rata 16,50 %, akar tanaman yang terpanjang adalah akar dari tanaman kelompok box pendingin dengan rata-rata 14,65 cm.

Berat sayuran pada box Styrofoam adalah 82,67 gram/tanaman, dengan rata-rata pH adalah 6,93, rata-rata EC box styrofoam yaitu 1227,07(µ/cm), dan rata-rata suhu minimum larutan nutrisi box styrofoam adalah 20,56°**C.** Box Styrofoam memiliki jumlah daun dengan rata-rata sebesar 12 helai, dengan tinggi rata-rata sebesar 20,358 cm. Kanopi rata-rata box styrofoam adalah 1044,11 cm^2, rata-rata diameter batang adalah 1,267 cm, dan rata-rata berat kering box styrofoam adalah 4,110gr. Kadar abu box Styrofoam memiliki rata-rata sebesar 16,54 gr, serta rata-rata panjang akar sebesar 13,65 cm.

Berat sayuran pada ember biasa adalah 91,17 gram/tanaman, dengan rata-rata pH kelompok ember adalah 6,37, EC rata-rata ember sebesar 1227,416 (µ/cm), suhu minimum larutan nutrisi pada ember yaitu 22,16°C , dan kelompok ember biasa memiliki rata-rata jumlah daun sebanyak 11 helai, dengan tinggi rata-rata yaitu 18,937 cm. Kanopi rata-rata ember biasa adalah 856,66 cm^2 , dan rata-rata diameter batang ember biasa yaitu 1,218 cm. Rata-rata berat kering ember biasa adalah 3,695 gr, kadar abu dengan rata-rata 16,76%. kadar air berangkasan atas dari masing-masing kelompok tanaman tidak berbeda nyata yaitu memiliki rata-rata 95% serta rata-rata panjang akar pada ember sebesar 12,83 cm.

Dari data hasil pengamatan diatas maka tanaman yang dibudidayakan dengan larutan nutrisi yang tersimpan dalam box bermesin pendingin adalah yang terbaik untuk semua parameter yang diamati, diikuti oleh tanaman yang dibudidayakan dengan larutan nutrisi yang tersimpan dalam box Styrofoam, dan yang terburuk adalah tanaman yang dibudidayakan dalam larutan nutrisi yang tersimpan dalam ember.

Kata Kunci : Hidroponik DFT, Sayuran Selada, Suhu Nutrisi.

ABSTRACT

EFFECTS OF THREE DIFFERENT NUTRIENT CONTAINERS ON GROWTH AND YIELD OF SIX DIFFERENT VARIETIES OF LETTUCE (*Lactuca sativa L.*) USING DFT HYDROPONICS

By

Suryaningsih

Lettuce has the Latin name *lactuca sativa L.*, of the asteraceae family. It is common in temperate lands and tropical regions. The purpose of this study is to evaluate the effects of using three different containers (cooling box, styrofoam insulated box, and bucket) of nutrient solution on growth and yield of cress vegetables. Nutrition solutions with three different containers should have different temperatures, and this conditions will affect the growth and yield of cress plants. The cultivated plants included six varieties of lettuce by using DFT hydroponic systems.

The study was carried out in Agriculture Engineering Department, the Faculty of Agriculture, Lampung University in August-September 2019. Randomized

Complete Block (RCB) was used in this experiment. The three containers of nutrient solution was used as blcks, while the six varieties were treated was six treatment levels of a single faktor. The parameters observed in this study included air temperature and humidity; temperature, pH, EC, evapotranspiration of nutrient solution; canopy, plant height, leaf size, fresh and dry berated weights of yields, root lengths, water content, and ash content. Air temperature and humidity, and also nutrient solution temperature were recorded using an automatic microcontroller. The degree of acidity (pH) and the EC of nutritional solution were measured by using a pH and TDS meter. Evapotranspiration and plant height were measured by a ruler, the number of leaves was counted by using a gravimetric method at harvest time.

The results indicated that the temperature of nutrient solution was 14,53^{o}C for the refrigerated box which was lower than 20,56°C for the styrofoam insulated box, and also lower than 20,56°C for the ordinary buckets. pH values of the nutrient solutions were recorded as 6,87 for the cooled boxes, 6,93 in the styrofoam for the insulated box, and 6,37 for the bare bucket. The values of EC of the nutrient solutions were recorded as 1225,28 µS/cm for the cooled boxes, 1227,07µS/cm for the styrofoam insulated box, and 1227,42 µS/cm for the bare bucket.

The numbers of leaves were 13 leaves for the cooled boxes, 12 leaves for the Styrofoam insulated box, and 11 leaves for the bare bucket. The plant heights were 22,03 cm for the cooled box, 20,36 cm for the styrofoam insulated box, and 18,94 cm for the bare bucket. The plant canopies were 1165,09 cm² for the cooled box, 1044,11 cm² for the styrofoam insulated box, and 856,66 cm² for the bare

bucket. Stalk diameters were 1,277 cm for the cooled box, 1,27 cm for the styrofoam box, and 1,22 cm for the bare bucket.

The weights of vegetables harvested were 144,33 g fresh (5,829g dry weight) for the cooled boxes, 82,67 g of fresh (4,11 g dry) for the insulated box, and 91,17 g (3,70 g dry) for the bare bucket. The root lengths were 14,65 cm for the cooled box, 13,65 cm for the styrofoam box, and 12,83 cm for the bare bucket. The ash contents were 16,50 % for the cooled box, 16,54% for the styrofoam box, and 16,76% for the bare bucket.

The conclusion was that the plants grown with the nutrient solution stored in the refrigerated box was the best for all the parameters observed, followed by those grown with the nutrient solution stored in the styrofoam insulated box, and the last was those grown with the nutrient solution stored in the bucket.

Keyword: DFT hydroponics, lettuce, nutrient temperature

EFEK DARI TIGA WADAH NUTRISI YANG BERBEDA UNTUK PERTUMBUHAN DAN HASIL DARI ENAM JENIS SELADA (*Lactuca sativa L.*) MENGGUNAKAN HIDROPONIK DFT

Oleh

Suryaningsih

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

Judul Skripsi	:	**EFEK DARI TIGA WADAH NUTRISI YANG BERBEDA UNTUK PERTUMBUHAN DAN HASIL DARI ENAM JENIS SELADA (*Lactuca sativa L.*) MENGGUNAKAN HIDROPONIK DFT**
Nama Mahasiswa	:	Suryaningsih
No. Pokok Mahasiswa	:	1514071060
Jurusan	:	Teknik Pertanian
Fakultas	:	Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.	**Winda Rahmawati, S.T.P., M.Sc., M.Si.**
NIP. 19611211 198703 1 004	NIP. 19890520 201504 2 001

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 : **Winda Rahmawati, S.T.P., M.Sc., M.Si.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.**

2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **26 Desember 2019**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Suryaningsih** NPM **1514071060** 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) **Winda Rahmawati, S.T.P., M.Sc., M.Si.** 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, 26 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,

Suryaningsih
NPM. 1514071060

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Gistang Inpres, 3 Maret 1997 sebagai anak terakhir dari dua bersaudara keluarga Bapak Muhammad Supardi dan Ibu Kartini. Penulis menyelesaikan Pendidikan SDN 02 Gistang tahun 2003-2009, SMPN 03 Blambangan Umpu tahun 2009-2012, SMAN 01 Blambangan Umpu tahun 2012-2015 dan terdaftar sebagai mahasiswa S1 Program Studi Teknik Pertanian Universitas Lampung Pada Tahun 2015 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Organisasi Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota bidang Pengembangan Sumber Daya Manusia (PSDM) pada periode 2016-2017. Pada Januari-Februari tahun 2019 penulis melakukan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik periode I Tahun 2019 di Desa Teba Pering Raya Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat.

Alhamdulillahirobbil'alamin

"*Kupersembahkan Karya Ini Untuk Keluargaku Tercinta Bapak Muhammad Supardi, Ibu Kartini, dan saudari perempuanku yang selalu memberikan doa kepadaku untuk mencapai kesuksesan dunia dan akhirat*"

Serta

"Kepada Almamater Tercinta"

Teknik Pertanian Universitas Lampung 2015

Traktor Jaya Perkasa

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

"Hidup adalah mimpi bagi mereka yang bijaksana, permainan bagi mereka yang bodoh, komedi bagi mereka yang kaya, dan tragedy bagi mereka yang miskin."

~~~ Sholom Aleichem.

"Hidup adalah serangkaian perubahan yang alami dan spontan. Jangan tolak mereka karena itu hanya membuat penyesalan dan duka. Biakan realita menjadi realita. Biarkan sesuatu mengalir dengan alami kemanapun mereka suka."

~~~Lao Tzu

“Hal yang paling penting adalah menikmati hidupmu, menjadi bahagia, apapun yang terjadi.”~~~Audrey Hepburn.

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 **"EFEK DARI TIGA WADAH NUTRISI YANG BERBEDA UNTUK PERTUMBUHAN DAN HASIL DARI ENAM JENIS SELADA (*Lactuca sativa L.*) MENGGUNAKAN HIDROPONIK DFT"** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pertanian (S.T.) di Universitas Lampung. Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak hambatan, rintangan, suka, duka, tangis dan tawa 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. Winda Rahmawati , S.T.P., M.Sc., M.Si. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini.

5. Dr. Siti Suharyatun, S.TP.,M.Si 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, yang selalu memberikan dorongan semangat, nasihat, doa dan dukungannya selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

8. Seluruh angkatan 2015, terutama sahabat saya Afryani Susanti, Ani Santia, Fitri Febriyanti, Raya Nita, dan Miskah Naupilia yang selalu senantiasa membantu dan mendukung selama masa perkuliahan hingga saya lulus.

9. Teman-teman saya , dan rekan-rekan dari angkatan 2014 hingga angkatan 2011 yang dulu senantiasa membimbing dan mengarahkan saya dalam menggeluti dunia kampus.

Bandar Lampung, Desember 2019

Penulis,

Suryaningsih

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR viii

I. PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Hipotesis Penelitian 5

II. TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Tanaman Selada 6

2.1.1 Jenis-jenis Selada 7

2.1.2 Karakteristik 8

2.2 Hidroponik 11

2.2.1 Pengertian 11

2.2.2 DFT (Deep Flow Technique)..... 13

2.2.3 Karakteristik/Parameter Keberhasilan pada Hidroponik 13

2.3 Nutrisi..... 17

III. METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Waktu dan Tempa 21
3.2 Alat dan Bahan 21
3.3 Rancangan Percobaan 21
3.4 Metode Penelitian 22
3.5 Pelaksanaan Penelitian 24
3.5.1 Persemaian Tanaman 24
3.5.2 Pembuatan Larutan Nutrisi 24
3.5.3 Pembuatan Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique)... 25
3.5.4 Penanaman 27
3.5.5 Pemeliharaan Tanaman 28
3.5.6 Pemanenan 28
3.6 Parameter Penelitian 28
3.6.1 Pengamatan Harian 28
3.6.2. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman meliputi 30
3.6.3 Pengamatan Saat Panen 30
3.7 Analisis Data 33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Pengamatan 34
4.1.1 Pengamatan Harian 34
4.1.2 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman 43
4.1.3 Pengamatan Saat Panen 53
V. KESIMPULAN 66
5.1 Kesimpulan 66
5.2 Saran 67
DAFTAR PUSTAKA 68
LAMPIRAN 71

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Split plot tanaman *s*elada 22

2. Uji Annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap jumlah daun pada minggu terakhir 45

3. Uji BNT 5% pengaruh varietas tanaman terhadap jumlah daun pada minggu terakhir 45

4. Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap tinggi tanaman selada pada minggu terakhir 47

5. Uji BNT 5% pengaruh kelompok terhadap tinggi tanaman selada pada minggu terakhir 48

6 .Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap luas kanopi tanaman selada pada minggu terakhir 51

7. Uji BNT 5% pengaruh kelompok terhadap luas kanopi tanaman selada pada minggu terakhir 51

8. Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap diameter batang tanaman selada pada minggu terakhir 52

9. Uji BNT5% pengaruh kelompok terhadap diameter batang pada minggu terakhir 53

10. Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap berat basah berangkasan atas tanaman selada pada minggu terakhir 54

11. Uji BNT 5% pengaruh kelompok pada berat basah berangkasan atas tanaman selada pada minggu terakhir 54

12. Uji BNT 5% pengaruh varietas tanaman pada berat basah berangkasan atas tanaman selada pada minggu terakhir 55

13. Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap berat kering berangkasan atas tanaman selada pada minggu terakhir 57

14. Uji BNT 5% pengaruh kelompok terhadap berat kering berangkasan atas tanaman selada pada minggu terakhir 57

15. Uji BNT 5% pengaruh varietas tanaman pada berat kering berangkasan atas tanaman selada 58

16. Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap kadar air tanaman selada pada minggu terakhir 59

17. Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap kadar abu tanaman selada pada minggu terakhir 61

18. Uji annova pengaruh kelompok dan varietas tanaman terhadap panjang akar tanaman selada pada minggu terakhir 62

19. Uji BNT 5% pengaruh kelompok terhadap panjang akar tanaman selada pada minggu terakhir 63

20. Suhu maksimum dan minimum Greenhouse 72

21. kelembaban udara maksimum dan minimum 73

22. Suhu Larutan Nutrisi Harian pukul 13.00 WIB 74

23. Suhu Larutan Nutrisi Harian Pukul 06.00 WIB 76

24. EC Larutan Nutrisi 78

25. pH Larutan Nutrisi 80

26. Evapotranspirasi Larutan Nutrisi 82

27 Tinggi Tanaman 83

28.Rata-Rata Tinggi Tanaman 83

29. Jumlah Daun 84

30. Rata- Rata Jumlah Daun 84

31. Diameter Batang 85

32. Rata-Rata DiameterBatang 85

33. Berat Basah Berangkasan Atas 86

34. Berat Kering Berangkasan Atas 86

35. Kadar Air Berangkasan Atas 87

36.Kadar Abu Berangkasan Atas 87

37.Panjang Akar 88

38. Luas Kanopi 89

39. Rata-Rata Luas Kanopi 90

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Tanaman selada Lollo Rossa 9

2. Tanaman selada Iceberg Lettuce 10

3. Tanaman selada Butterhead Lettuce 11

4. Bagan alir pelaksanaan penelitian 23

5. Desain Hidroponik DFT dengan Wadah Nutrisi dengan Mesin Pendingin 26

6. Desain Hidroponik DFT dengan Wadah Nutrisi Ember Biasa 26

7. Desain Hidroponik DFT dengan Wadah Nutrisi Box Styrofoam 27

8. Ph larutan nutisi kelompok harian 34

9. EC larutan nutisi kelompok harian 35

10.Rata-rata evapotranspirasi larutan nutrisi harian 38

11. Suhu maksimum pada greenhouse dan larutan nutrisi 39

12. Suhu minimum pada greenhouse dan larutan nutrisi 40

13. Data kelembaban maksimum dan minimum luar dan dalam greenhouse . 42

14.Pertumbuhan jumlah daun tanaman per minggu 44

15. Rata-rata tinggi tanaman selada per minggu 46

16.Data luas kanopi per minggu 48

17. Diameter batang tanaman selada 51

18.Berat basah berangkasan atas tanaman selada 53

19. Berat kering berangkasan atas tanaman selada 56

20. Kadar air berangkasan atas 58
21. Kadar abu berangkasan atas 60
22.Panjang akar tanaman selada 61
23. Tanaman selada setelah 2MST 95
24. Tanaman selada setelah 4 MST 95
25. Tanaman selada setelah 5 MST 95
26. Tanaman selada setelah 7 MST 95
27.Pemasangan sensor suhu nutrisi dan RH 95
28. Perawatan tanaman selada 95
29. Pengukuran tinggi tanaman selada setelah 4MST 96
30. Pengukuran tinggi tanaman selda setelah 7 MST 96
31. Alat control suhu dan RH 96
32. Pengukuran kanopi tanaman selada 96
33. Pengovenan sampel 96
34. Sensor kelembaban 96
35. Pengukuran panjang akar 97
36. Penanuran sampel 97
37. Greenhouse yang dipakai penelitian 97

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanaman hortikultura, salah satunya adalah sayuran, memiliki peran penting dalam meningkatkan gizi masyarakat. Hal tersebut dikarenakan di dalam sayuran terdapat zat-zat yang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementrian Perdagangan RI (2019), nilai ekspor sayuran pada tahun 2017 sebesar US$ 84,7 juta telah mengalami peningkatan pada tahun 2019 menjadi US$ 101,4 juta.

Selada memiliki nama latin *Lactuca sativa L*, dari famili Asteraceae. Tumbuhan ini biasa ditanam di daerah beriklim sedang maupun daerah tropika. Selada pertama kali diperkenalkan ke Amerika oleh Christopher Columbus ketika ia berlayar ke ‘blue ocean’ pada tahun 1492.(Ruddrapa, 2016). Selada (*Lactuca sativa L*.)merupakan komoditas sayuran yang banyak mengandung zat-zat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Selada adalah salah satu sayuran yang umum dimakan mentah dengan kandungan gizi yang cukup tinggi dan sering dikonsumsi saat melakukan diet. Selada meskipun belum membudaya perkembangannya, tetapi prospeknya cukup cerah. Selada (*Lactuca sativa L*.) merupakan sayuran daun yang berumur pendek dan dapat ditanam di dataran tinggi atau dataran rendah. Kandungan dalam 1000 gram selada

terdiri dari protein 1,2 g, lemak 0,2 g, karbohidrat 2,9 g, Ca 22,0 g, P25,0 g, Fe 0,5 g, vitamin A 162 mg, vitamin B 0,04 g ,dan vitamin C 8,0 g (Sulhakudin, 2008).

Kesadaran masyarakat terhadap pola hidup sehat semakin meningkat, sehingga permintaan sayuran pun semakin meningkat. Peningkatan permintaan ini menuntut adanya peningkatan produksi tanaman sayuran. Namun, kondisi alam dan luasan lahan produksi kadang menjadi kendala dalam kegiatan budidaya sayuran. Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan suhu yang tinggi. Suhu berpengaruh terhadap fisiologi tumbuhan, antara lain mempengaruhi kinerja enzim. Setiap tumbuhan seperti halnya juga tanaman selada memiliki suhu minimum, suhu optimum, dan suhu maksimumnya tersendiri. Umumnya tumbuhan menyesuaikan diri dengan suhu lingkungan alaminya. Oleh karena itu, untuk di budidayakan di Indonesia tanaman selada dianggap akan sulit dilakukan karena faktor suhu lingkunganya . Sehingga diperlukan rekayasa suhu agar dapat mengontrol jalannya pertumbuhan selada dengan stabil dan menghasilkan selada yang kita inginkan.

Penelitan pengembangan sistem pendinginan larutan nutrisi untuk budidaya tanaman hidroponik dengan cara mengembangkan sistem refrigerasi kompresi uap juga sudah pernah dilakukan (Kuncoro, dkk., 2016). Larutan nutrisi didinginkan dengan cara memasukkan koil pendingin/evaporator bertipe evaporator mesin pendingin yang dirancang dari sistem refrigerasi kompresi uap ke dalam bak (reservoir). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pendingin larutan nutrisi tanaman hidroponik mampu menjaga suhu larutan nutrisi pada rentang 5°C-25°C. Namun demikian, hasil pertumbuhan tanaman tidak dilaporkan.

Dengan demikian, peningkatan produksi tanaman dapat dilakukan dengan teknik budidaya yang memiliki efisiensi dan efektivitas yang tinggi. Teknik budidaya secara hidroponik merupakan salah satu upaya intensifikasi yang pada akhirnya akan meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam penggunaan lahan, pengaturan suhu dan penggunaan pupuk. Hidroponik sebagai suatu teknik budidaya tanaman tanpa tanah yang menggunakan prinsip penyediaan larutan hara sesuai dengan 2 kebutuhan tanaman secara teratur (Susila dan Koerniawati, 2004).

Hidroponik juga sering disebut Controlled Environmental Agriculture atau pertanian dengan lingkungan yang terkontrol, dimana cahaya, air, suhu, CO_2, oksigen, pH,dan nutrisi dapat dikontrol. Pada pertanian sistem hidroponik, sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti; salinitas, kadar oksigen, kadar CO_2, temperatur, pH dan konduktivitas larutan nutrisi, intensitas cahaya, periode pencahayaan, dan kelembaban udara. Dari faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi budidaya sistem hidroponik tersebut, nutrisi memegang peranan kunci dalam menentukan kualitas dan produktivitas budidaya tanaman sistem hidroponik (Alberta, 2004). Penelitian pengaruh kondisi nutrisi yang berbeda terhadap budidaya hidroponik sistem DFT juga telah dilakukan oleh Putra (2018), kondisi nutrisi memiliki pengaruh terhadap pH, EC, RH,dan parameter lainya. Namun, belum diketahui seberapa besar pengaruh kondisi nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman yang dibudidaya. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian mengenai analisis pertumbuhan beberapa tanaman seladapada nutrisi yang memiliki suhu berbeda-beda dengan merekayasa suhu nutisi yang dipakai menggunakan teknik budidaya hidroponik

sistem sumbu. Agar dapat diketahui pengaruh suhu nutisi terhadap pertumbuhan selada. Dengan dilakukanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan jawaban atas masalah tersebut, sehingga selada dapat menjadi salah satu sayuran yang komersial di Indonesia dan dapat dibudidayakan di Indonesia dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah perubahan suhu nutrisi berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*)?

2.Bagaimanakah reaksi pertumbuhan dari masing-masing tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*) terhadap perubahan suhu nutrisi?

3. Adakah kemungkinan perbedaan pertumbuhan dari beberapa tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*) yang ditanam didaerah tropis dengan adanya sistem pendinginan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari suhu nutrisi yang berbeda terhadap pertumbuhan beberapa tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada pembaca tentang pengaruh dari suhu nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*)

2. Sebagai informasi tambahan dan pengembangan mengenai beberapa tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*)

1.5 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan laju pertumbuhan dan hasil panen pada beberapa tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*), yang disebabkan adanya perbedaan suhu pada larutan nutrisi.

II.TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Selada

Selada (*Lactuca sativa L.*) adalah tanaman yang termasuk dalam famili Compositae (Sunarjono, 2014). Sebagian besar selada dimakan dalam keadaan mentah. Selada merupakan sayuran yang populer karena memiliki warna, tekstur, serta aroma yang menyegarkan tampilan makanan. Tanaman ini merupakan tanaman setahun yang dapat di budidayakan di daerah lembab, dingin, dataran rendah maupun dataran tinggi. Pada dataran tinggi yang beriklim lembab produktivitas selada cukup baik. Di 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).

Selada (*Lactuca sativa L.*) merupakan komoditas sayuran yang banyak mengandung zat-zat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Benih selada akan berkecambah dalam kurun waktu empat hari, bahkan untuk benih yang viabel dapat berkecambah dalam waktu satu hari pada suhu15°C-25°C. Tanaman selada tumbuh dengan baik pada suhu harian 15°C-20°C dan suhu malam 10°C. Pembudidayaan selada di daerah tropis tumbuh dengan baik didataran tinggi. Pada budidaya selada konvensional,

tanah yang cocok untuk pertumbuhan selada yaitu jenis tanah dengan struktur yang bagus dan kesuburan tinggi dan kurang bagus pada tanah alkali berpasir-lempung. Tanaman selada initidak toleran tanah masam (pH < 6). Kebutuhan hara tanaman selada yaituN 100 kg/ha, P_2O_5 100 kg/ha, K_2O 80 kg/ha, dan pupuk organik 30 ton/ha.Produktivitas selada jenis head di daerah tropis sebesar 5-10 ton/ha, sedangkan jenis leaf sebesar 3-8 ton/ha (Grubben dan Sukprakarn, 1994).

2.1.1 Jenis-jenis Selada

Menurut Davidson (2001), selada dibagi menjadi empat varietas yang berbeda, berdasarkan pada bentuk daunnya. Ada varietas Capitata, Longifolia, Crispa, dan Asparagina.Capitata mencakup selada kepala renyah dan kepala mentega. Selada kepala renyah ini biasanya kita kenali dengan nama Crisphead lettuce maupun Iceberg Lettuce. Kalau selada mentega, biasa kita kenal dengan Butterhead Lettuce. Selada kepala mentega kadang-kadang disebut selada kubis. Varietas ini biasanya lebih banyak ditanam. Varietas ini juga lebih disukai konsumen karena aroma dan daunnya yang lembut. Tapi, selada jenis ini agak lebih gepeng dan menghasilkan kepala yang kurang padat dibanding selada kepala renyah.Selada varietas longifolia disebut juga selada cos, dan biasanya juga dikenal dengan romaine lettuce. Selada jenis ini memiliki daun memanjang, kasar, dan bertekstur renyah, dengan tulang daun tengah lebar dan jelas.

Bedanya dengan selada kepala renyah dan kepala mentega adalah, susunan daun selada jenis ini tidak membentuk kepala.Lalu ada varietas Crispa, atau selada daun longgar. Jenis selada ini sangat beragam ukuran, warna, dan tekstur daunnya.

Sebagian memiliki daun lembut dan renyah, sebagian berdaun lembut, sementara yang lainnya di antara keduanya.Varietas yang terakhir yaitu Asparagina, atau selada batang, tapi selada ini biasa disebut juga dengan celtuce. Jenis selada ini tumbuh dengan memiliki batang yang tebal. Selada ini populer di Cina dengan sebutan Wosun atau Woju. Ukuran batang selada batang pada saat dipanen biasanya memiliki panjang sekitar 15-20 cm dan diameter sekitar 3-4 cm. Dari 4 varietas tersebut tanaman selada juga dapat dikelompokan dalam kemampuan penyesuaian lingkungan hidupnya yaitu dapat hidup di lingkungan dingin dan dapat hidup di lingkungan panas dan dingin. Tanaman selada yang hanya dapat hidup dilingkungan dingin yaitu Romaine Lettuce, Iceberg Lettuce dan Head Lettuce. Sedangkan selada yang dapat hidup di lingkungan dingin maupun panas adalah Red Rapid, Grand Rapid, dan Asparagus Lettuce.

2.1.2 Karakteristik

a. Red Rapid (Selada Merah)

Red Rapid merupakan varietas introduksi dari Taiwan, di produksi oleh Known You Seed. Varietas ini merupaka jenis hibrida dan tipe termasuk selada daun *(Cutting lettuce atau Leaf lettuce).* Tanaman berbunga lambat , sehingga masa dipanen bertambah panjang. Daun lebar dan berukuran besar, tepi daun berombak, dan daun berwarna merah hingga merah kehitaman (Haryanto *et al.*, 2003).

b. Selada lollo rossa (*Lactuca sativa* var. *crispa*)

Selada lollo rossa(*Lactuca sativa* var. *crispa*) termasuk kelompok kultivar selada daun. Selada jenis ini helaian daunnya lepas dan tepiannya berombak atau bergerigi

serta berwarna hijau atau merah. Ciri khas lainnya adalah tidak membentuk krop. Selada daun berumur genjah dan toleran terhadap kondisi dingin. Apabila daunnya dipanen dengan cara lepasan satu per satu dan tidak dicabut sekaligus maka tanaman dapat dipanen beberapa kali. Meskipun demikian, umumnya selada daun dipanen sekaligus seluruh tanaman seperti jenis selada lainnya (Haryanto *et al.*, 2003).

Gambar 1.Tanaman Lollo Rossa

c. Selada Iceberg Lettuce (Head lettuce)

Selada Iceberg Lettuce (Head lettuce) kerap disebut selada bokor. Merupakan jenis selada dengan bonggol yang besar dengan lembaran daun berlapis-lapis yang padat. Memiliki rasa seperti susu, sesuai dengan nama latinnya: *Lactuca*, yang artinya cairan putih seperti lateks atau susu. Tekstur renyah dan *juicy* adalah sebab selada ini juga disebut *Crisphead Lettuce*. Di beberapa negara Eropa, selada jenis ini hanya bisa ditemukan pada musim panas. Setelah dipanen, selada bokor harus segera dikonsumsi karena daya tahannya hanya sekitar 24 jam (Haryanto *et al.*, 2003).

Gambar 2. tanaman Iceberg Lettuce

d.Butterhead lettuce (*Lactuca sativa* var. *Capitata)*

Butterhead lettuce (*Lactuca sativa* var. *Capitata)* termasuk dalam kelompok *head lettuce* (bentuk dan ukurannya seperti kepala). Bonggol daunnya tidak terlalu rapat. Dinamai *butterhead* karena daunnya bertekstur lembut dan terasa sedikit ‘manis’ dan gurih layaknya mentega. *Lettuce* jenis ini ada dua varian, yaitu hijau dan merah (*Salanova red butterhead*).Cikal bakal *Butterhead Lettuce* ini berasal dari jenis *Lettuce* lawas, yaitu *Silesia*. Memiliki sebutan lain *Boston Lettuce* atau *Bibb Lettuce* untuk ukuran yang lebih kecil. Nama *Bibb* diperoleh dari nama seorang petani sayuran, Mayor John ‘Jack’ Bibb**,** yang telah membudidayakan *Lettuce* jenis ini pada tahun 1800-an, di Kentucky, Amerika Serikat (Haryanto *et al.*, 2003).

Gambar 3.Tanaman Butterhead Lettuce

2.2 Hidroponik

2.2.1 Pengertian

Istilah hidroponik berasal dari bahasa latin “hydro”(air) dan “ ponous (kerja), disatukan menjadi “ hydroponic ” yang berarti bekerja dengan air. Jadi istilah hidroponik dapat diartikan secara ilmiah yaitu suatu budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah tetapi dapat menggunakan media seperti pasir, krikil, pecahan genteng yang diberi larutan nutrisi mengandung semua elemen esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan hasil tanaman. Sejarah mencatat bahwa hidroponik sudah di mulai oleh Bangsa Babylonia pada tahun 600 SM yaitu berupa taman gantung (hanging garden). Taman gantung ini adalah merupakan hadiah dari Raja Nebukadnezar II untuk istri tercintanya bernama Amytis, yang juga sebagai permaisuri. Taman gantung ini dibuat secara bertingkat dan tidak semuanya menggunakan media tanah sebagai media tanam (Lingga, 2005).

Hidroponik merupakan salah satu cara bercocok tanam yang memanfaatkan air sebagai media nutrisi yang akan langsung diserap oleh tanaman sebagai penunjang tumbuh tanaman. Hidroponik Bisa dilakukan di lahan terbatas perkotaan. Nurtris pada Hidroponik diperoleh dengan mencampurkan formula cair A dan B, biasa disebut dengan pupuk AB Mix. Dalam ketersediaanya pupuk ini sedikit bisa ditemukan di toko-toko khusus pertanian (Lim , 2017).

Beberapa keuntungan hidroponik diantaranya penggunaan pupuk dan air sangat efisien, hemat lahan tetapi produktivitas tanaman tinggi, serta pengelolaan tidak direpotkan dengan pengolahan tanah dan masalah gulma,sehingga permintaan dalam jumlah besar dapat terpenuhi dan kontinuitas produk terjamin. Terdapat beberapa teknik dalam menerapkan budidaya sayuran secara hidroponik, diantaranya yaitu teknik hidroponik sistem terapung (DFT), *Nutrient Film Technique* (NFT), dan *Aeroponic* (Lingga, 2005).

Menurut Sutiyoso (2004), kultur hidroponik terdiri dari beragam sistem antara lain sistem substrat, *Nutrient Film Technique* (NFT), *Floating Raft hydroponic* atau Hidroponik Rakit Apung, kombinasi NFT-Rakit Apung, Aeroponik dan kombinasi Aeroponik-Rakit Apung. Beberapa model dasar hidroponik yang biasa di kembangkan di Indonesia yaitu : Sistem sumbu (*Wick System*), Kultur air (*Water Culture*), Pasang surut (*Ebb* and *Flow*), Irigasi tetes (Drips *System*), NFT (*Nutrient Film Technique*), DFT (*Deep Flow Technique*), Rakit apung (*Floating*) dan Kultur udara/kabut (*Aeroponic*).

2.2.2 DFT (Deep Flow Technique)

Penelitian ini dilakukan menggunakan sistem hidroponik DFT(*Deep Flow Technique*). Hidroponik DFT merupakan sistem pengairandengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air dengan kedalaman berkisar antara 4-6 cm.Keunggulan sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) adalah tanaman tidak akan kering atau layu ketika sistem tidak bekerja karena pasokan listrik mati, nutrisi selalu tersedia dalam jumlah yang cukup dan tidak selalu membutuhkan listrik selama 24 jam dan sistem ini sudah sering dipakai oleh masyarakat khususnya petani hidroponik.

2.2.3 Karakteristik/Parameter Keberhasilan pada Hidroponik

Hidroponik juga sering disebut Controlled Environmental Agricultureatau pertanian dengan lingkungan yang terkontrol, dimana cahaya, air, suhu, CO_2, oksigen, pH,dan nutrisi dapat dikontrol. Pada pertanian sistem hidroponik, sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti;salinitas, kadar oksigen, kadar CO_2, temperatur, pH dan konduktivitas larutan nutrisi, intensitas cahaya, periode pencahayaan, dan kelembaban udara. Dari faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi budidaya sistem hidroponik tersebut, nutrisi memegang peranan kunci dalam menentukan kualitas dan produktivitas budidaya tanaman sistem hidroponik (Alberta, 2004).

a. Suhu

Suhu merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu berkorelasi positif dengan radiasi matahari, dan mempengaruhi beberapa proses fisiologis penting, seperti: bukaan stomata, laju

transpirasi, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis, dan respirasi. Peningkatan suhu sampai titik optimum akan diikuti oleh peningkatan proses di atas. Setelah melewati titik optimum, proses tersebut mulai dihambat: baik secara fisik maupun kimia, menurunnya aktifitas enzim (enzim terdegradasi). Fungsi dari suhu sendiri adalah untuk aktivitas enzim serta kandungan air dalam tubuh tumbuhan. Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan suhu yang tinggi. Suhu yang baik untuk tumbuhan adalah 30^{0}C. Semakin tinggi suhu yang ada di lingkungan suatu tumbuhan, maka semakin laju transpirasi dan semakin rendah kandungan air pada tumbuhan sehingga proses pertumbuhan semakin lambat dan perlakuan tumbuhan pada suhu yang rendah memacu pertumbuhan ruas yang lebih panjang dari pada perlakuan tanaman di suhu yang tinggi (Pratiwi, 2012).

Pada umumnya, tumbuhan membutuhkan suhu tertentu untuk tumbuh dan berkembang dengan baik, yang disebut suhu optimum. Suhu paling rendah yang masih memungkinkan tumbuhan untuk tumbuh disebut suhu minimum, sedangkan suhu paling tinggi yang memungkinkan tumbuhan untuk tumbuh disebut suhu maksimum. Setiap tumbuhan mempunyai suhu minimum, optimal dan maksimum yang berbeda-beda. Keberadaan suhu ini erat hubungannya dengan kerja enzim. Jika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, enzim akan rusak (Pratiwi, 2012).

b. pH

Syarat penting agar selada dapat tumbuh dengan baik yaitu memiliki derajat keasaman tanah pH 5-6.5 (Sunarjono, 2014). Selada dapat tumbuh pada jenis tanah lempung berdebu, berpasir dan tanah yang masih mengandung humus. Meskipun

demikian, selada masih toleran terhadap tanah-tanah yang miskin hara dan ber -pH netral. Jika tanah asam, daun selada akan menjadi berwarna kuning. Karena itu, sebaiknya dilakukan pengapuran terlebih dahulu sebelum penanaman (Nazaruddin, 2000).

c. EC

Electrical conductivity (EC) merupakan suatu kemampuan air sebagai penghantar listrik yang dipengaruhi oleh jumlah ion atau garam yang terlarut di dalam air. Semakin banyak garam yang terlarut semakin tinggi daya hantar listrik yang terjadi. EC merupakan pengukuran tidak langsung terhadap konsentrasi garam yang dapat digunakan untuk menentukan secara umum kesesuaian air untukbudidaya tanaman dan untuk memonitor konsentrasi larutan hara. Pengukuran EC dapat digunakan untuk mempertahankan target konsentrasi hara di zonaperakaran yang merupakan alat untuk menentukan pemberian larutan hara kepada tanaman. Satuan pengukuran EC adalah millimhos per centimeter (mmhos/cm), millisiemens per centimeter (mS/cm) atau microsiemens per centimeter (Susila, 2006).

Electrical conductivity (EC) untuk sayuran daun berkisar 1,5-2,5 mS/cm. Pada EC yang terlampau tinggi, tanaman tidak dapat menyerap hara karena telah jenuh. Sehingga larutan hara hanya lewat tanpa diserap akar. Batasan jenuh untuk sayuran daun adalah EC 4,2 mS/cm. Pertumbuhan tanaman akan terhambat bila EC melebihi batas jenuh dan dapat mengakibatkan keracunan pada tanaman (Sutiyoso, 2003). Setiap jenis dan umur tanaman membutuhkan larutan dengan EC yang berbeda - beda. Kebutuhan EC disesuaikan dengan fase pertumbuhan, yaitu ketika tanaman

masih kecil, EC yang dibutuhkan juga kecil. Semakin meningkat umur tanaman semakin besar EC-nya. Kebutuhan EC juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca, seperti suhu, kelembaban, dan penguapan. Jika cuaca terlalu panas, sebaiknya digunakan EC rendah (Rosliani dan Sumarni, 2005).

d. RH

RH merupakan tingkat kelembaban udara lingkungan. Whiting et.al. (2010), menyatakan apabila tanaman berada dalam kondisi lingkungan yang berkelembaban rendah maka akan mudah terserang oleh hama dan penyakit. Hal ini diduga karena senyawa saponin yang terdapat pada berbagai jenis tumbuhan dan bersama-sama dengan metabolit sekunder lainnya (yang berperan sebagai pertahanan diri dari serangan serangga) akan mengalami penurunan kualitas dan kuantitas sehingga tumbuhan akan mudah terserang hama.

e. Air

Kualitas air dapat ditentukan dari apa yang terkandung di dalam sumbernya (sumur atau sungai), juga tingkat kemasamannya. Air adalah pelarut yang dapat mengandung jumlah tertentu garam - garam terlarut. Salah satu garam terlarut tersebut adalah pupuk. Untuk menyediakan sumber hara yang cukup bagi tanaman pupuk perlu dilarutkan di dalam air (Susila, 2006). Uji kualitas air dapat berupa pengukuran pH atau derajat keasamaan. Pada budidaya hidroponik kisaran derajat keasaman sekitar pH 5,5-6,5 dengan angka optimal 6,0. Dibawah angka 5,5 dan di atas angka 6,5 beberapa unsur mulai mengendap sehingga tidak dapat diserap oleh akar dan akibatnya tanaman mengalami defisiensi unsur terkait. Pada pH optimal, semua unsur

berada dalam kondisi kelarutan yang baik sehingga mudah diserap oleh akar (Sutiyoso, 2006).

2.3 Nutrisi

Sutiyoso (2003), menjelaskan bahwa pertumbuhan sayuran daun sangat membutuhkan unsur hara makro N, P dan K lebih banyak jika dibandingkan dengan unsur hara yang lainnya, selain itu juga diduga adanya pengaruh dari zat pengatur tumbuh yang berada didalam masing-masing nutrisi hidroponik yang digunakan sehingga dapat memacu proses pemanjangan tanaman. Ada beberapa unsur yang diperlukan tanaman selada salah satunya adalah unsur hara makro terdiri atas C, H, O, N, P, K, Ca Mg dan S dan unsur hara mikro yaitu Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, B sesuai kebutuhan yang telah tersedia di dalam larutan nutrisi untuk pertumbuhan dan kualitas tanaman.

Tanaman membutuhkan 16 unsur hara/nutrisi untuk pertumbuhan yang berasal dari udara, air dan pupuk. Unsur-unsur tersebut adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), besi (Fe), magnesium (Mg), boron (B), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), molybdenum (Mo) dan khlorin (Cl). Unsur unsur C, H dan O biasanya disuplai dari udara dan air dalam jumlah yang cukup. Unsur hara lainnya didapatkan melalui pemupukan atau larutan nutrisi (Rosliani dan Sumarni, 2005). Unsur-unsur nutrisi penting dapat digolongkan ke dalam tiga kelompok berdasarkan kecepatan hilangnya dari larutan (Bugbee, 2003). Kelompok pertama adalah unsur–unsur yang secara aktif diserap oleh akar dan hilang dari larutan dalam beberapa jam yaitu N, P, K dan Mn.

Kelompok kedua adalah unsur-unsur yang mempunyai tingkat serapannya sedang dan biasanya hilang dari larutan agak lebih cepat daripada air yang hilang (Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mo, Cl). Kelompok ketiga adalah unsur-unsur yang secara pasif diserap dari larutan dan sering bertumpuk dalam larutan (Ca dan B), P, K, dan Mn harus tetap di jaga pada konsentrasi rendah dalam larutan untuk mencegah akumulasi yang bersifat racun bagi tanaman (Rosliani dan Sumarni, 2005).

Faktor utama yang mempengaruhi proses pertumbuhan vegetative tanaman dari proses awal perkembangan tanaman sampai terbentuknya bunga adalah temperatur, baik temperatur udara lingkungan maupun temperatur media tanam, Pada sistem hidroponik, temperatur larutan nutrisi akan mempengaruhi proses penyerapan ion nutrisi oleh akar tanaman. Temperatur yang terlalu rendah atau terlalu tinggi pada larutan nutrisi dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan akar tanaman dalam menyerap air dan ion-ion nutrisi (Roh, 2007).

Temperatur larutan nutrisi pada sistem hidroponik memiliki hubungan yang proporsional dengan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh tanaman, dan berbanding terbalik dengan oksigen terlarut. Temperatur juga mempengaruhi keterlarutan pupuk dan kemampuan penyerapan akar, sehingga sangat jelas betapa pentingnya mengendalikan variabel ini terutama dalam cuaca ekstrim. Setiap spesies tanaman membutuhkan temperatur minimum, optimum, dan makimum untuk pertumbuhan,sehingga di butuhkan sistem pemanasan atau pendinginan untuk menjaga keseimbangan temperatur larutan nutrisi. Temperatur larutan nutrisi memiliki pengaruh yang berbeda anatara penyerapan air dan penyerapan nutrisi oleh

tanaman. Umumnya, larutan dingin meningkatkan penyerapan NO3dan produksi lapisan putih tipis pada akar (thin-white roots), tetapi menurunkan penyerapan air. Temperatur larutan nutrisi juga memilik pengaruh pada proses fotosintesis (commeti, 2013).

Menurut Calatayud (2008), untuk tanaman sayuran membutuhkan temperatur optimum larutan nutrisi antara 5°C-15°C, sedangkan tanaman buah-buahan membutuhkan temperatur optimum larutan antara 15°C-25°C. Temperatur larutan nutrisi juga mempengaruhi jumlah oksigen yang terlarut (*dissolved oxygen content*) di dalam larutan nutrisi yang sangat berguna bagi akar tanaman. Pada dasarnya kemampuan air untuk mengikat oksigen terkait langsung dengan temperatur. Jika temperatur air (larutan nutrisi) meningkat maka kadar oksigen terlarut dalam air (larutan nutrisi) akan berkurang, dan sebaliknya jika temperatur air (larutan nutrisi) menurun maka kadar oksigen terlarut dalam air (larutan nutrisi) akan bertambah.

Pada penelitian yang dilakukan Kuncoro (2015), penambahan kadar oksigen yang terlarut di dalam larutan nutrisi pada sistem hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) dilakukan dengan cara memompa udara lingkungan ke dalam larutan nutrisi yang ada di dalam bak penampung larutan nutrisi dengan menggunakan pompa udara. Metode ini juga dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan temperatur larutan nutrisi jika temperaturnya melebihi suhu 25°C. Tetapi metode ini hanya dapat menurunkan temperatur larutan nutrisi maksimum sebesar 3°C. Penurunan temperatur dengan metode tersebut juga sangat dipengaruhi temperatur udara

lingkungan, jika temperatur udara lingkungan tinggi (diatas 30°C) maka penurun temperatur larutan nutrisi memerlukan waktu yang lama.Untuk mengkondisikan temperatur larutan nutrisi sistem hidroponik pada range temperature optimum sesuai kebutuhan jenistanaman yang dibudidayakan, maka dibutuhkan suatu perangkat yang mampu menjaga temperatur larutan nutrisi yang di persyaratkan yaitu antara 5°C-15°C untuk tanaman sayuran, dan temperature antara 15°C-25°C untuk tanaman buah-buahan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan September 2019. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pendingin(freezer), green house, pipa, pompa, rock wool, sumbu, thermometer, pH meter, RH meter, penggaris, ember, Styrofoam, EC meter, talang, gelas plastic, tandon, camera, timer , corong, tanur, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah benih 6 varietas selada (Lollo Rossa, Saladin, little Gem, Red Rapid, New Karina, dan Green Rapid) dan nutrisi (AB mix).

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), perlakuan yang diterapkan tunggal yaitu sistem DFT , memakai 1 faktor varietas tanaman selada, ada 6 taraf(6 jenis selada), dengan 3 kelompok yaitu kelompok:

1. Suhu nutrisinya didinginkan menggunakan bantuan mesin pendingin.
2. Suhu nutrisi di dalam ember
3. Suhu nutrisi yang dimasukan ke dalam box Styrofoam.

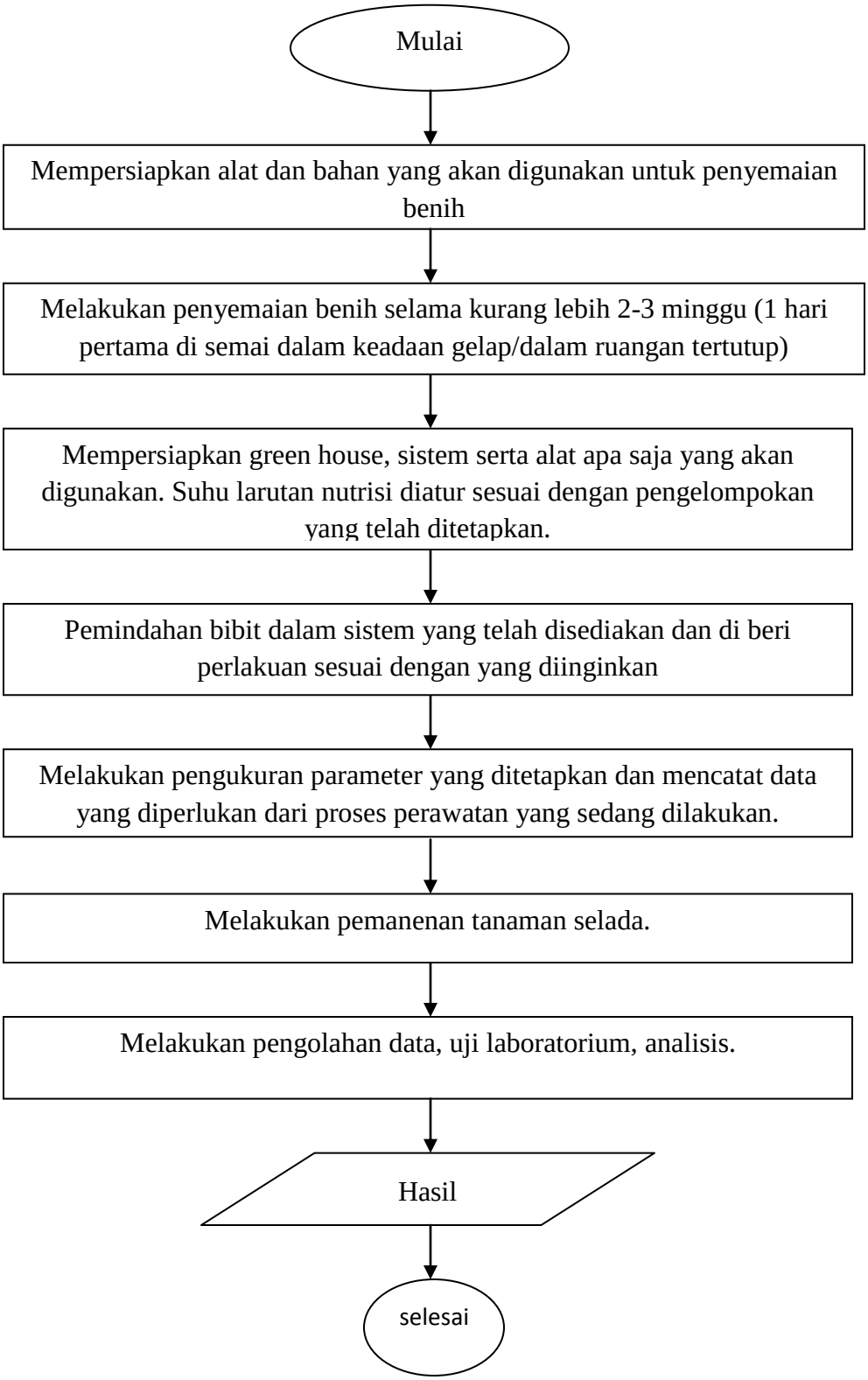
Dengan demikian, seluruh jumlah percobaan yang dilakukan sebanyak 18 satuan percobaan.

Tabel 1. Split plot tanaman selada

Tanaman	Kelompok Suhu Nutrisi		
	Kelompok I **Suhu nutrisi pada Pendingin**	**Kelompok II** **Suhu nutrisi pada Ember**	**Kelompok III** **Suhu nutrisi pada Styrofoam**
LR	ALR	BLR	CLR
SA	ASA	BSA	CSA
GR	AGR	BGR	CGR
RR	ARR	BRR	CRR
NK	ANK	BNK	CNK
LG	ALG	BLG	CLG

3.4 Metode Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Bagan alir pelaksanaan penelitian

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persemaian Tanaman

Benih selada disemai dengan menggunakan media rockwoll dan ditaruh di atas nampan, disiram air supaya tetap lembab. Semaian ditutup agar tetap gelap selama 24 jam. Setelah itu, tutup dibuka ketika semaian sudah mulai berkecambah, ditaruh di tempat yang terkena sinar matahari tetapi tidak sehari penuh.Untuk menjaga kelembaban, bibit disiram dengan air sesuai keperluan. Hal ini dilakukan setiap hari kurang lebih selama 2 sampai 3 minggu hingga tanaman selada sudah siap dipindahkan ke greenhouse yang telah disediakan.

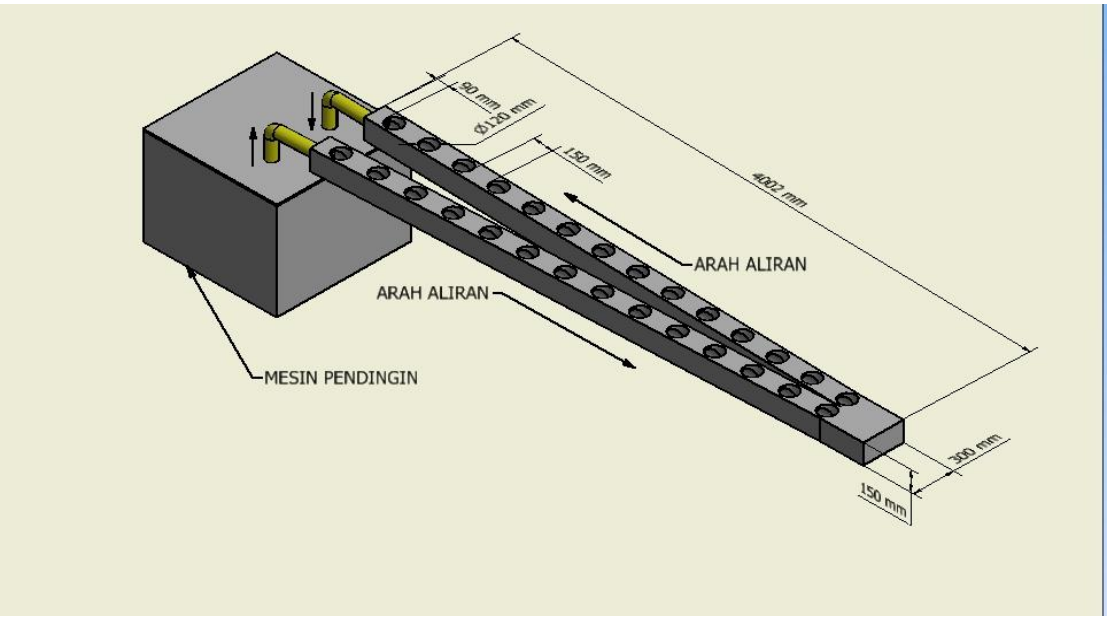
3.5.2 Pembuatan Larutan Nutrisi

Pupuk hidroponik sering disebut juga nutrisi AB mix karena pada umumnya terdiri dari 2 kemasan yaitu formula A dan formula B. Nutrisi yang tersedia di pasaran rata-rata masih dalam bentuk kemasan serbuk, jadi kita harus melarutkan sendiri supaya bisa dipakai dan diaplikasikan dalam sistem hidroponik. Larutan nutrisi siap pakai dibuat dengan cara mencampurkan formula A, formula B, dan air dengan perbandingan 5 ml: 5 ml:1 liter, untuk mendapatkan EC < 1000 μS/cm di awal pertumbuhan tanaman. Selanjutnya, apabila tanaman mengalami gejala penguningan pada daun maka tanaman mengalami fase EC nutrisi tinggi sehingga EC harus diturunkan dan pH dinetralkan.. Sedangkan apabila tanaman mengalami pertumbuhan yang kurang baik seperti yang seharusnya(kerdil) EC larutan perlu dinaikkan. Oleh sebab itu, EC perlu di perhatikan setiap hari agar sesuai dengan kebutuhan tanaman

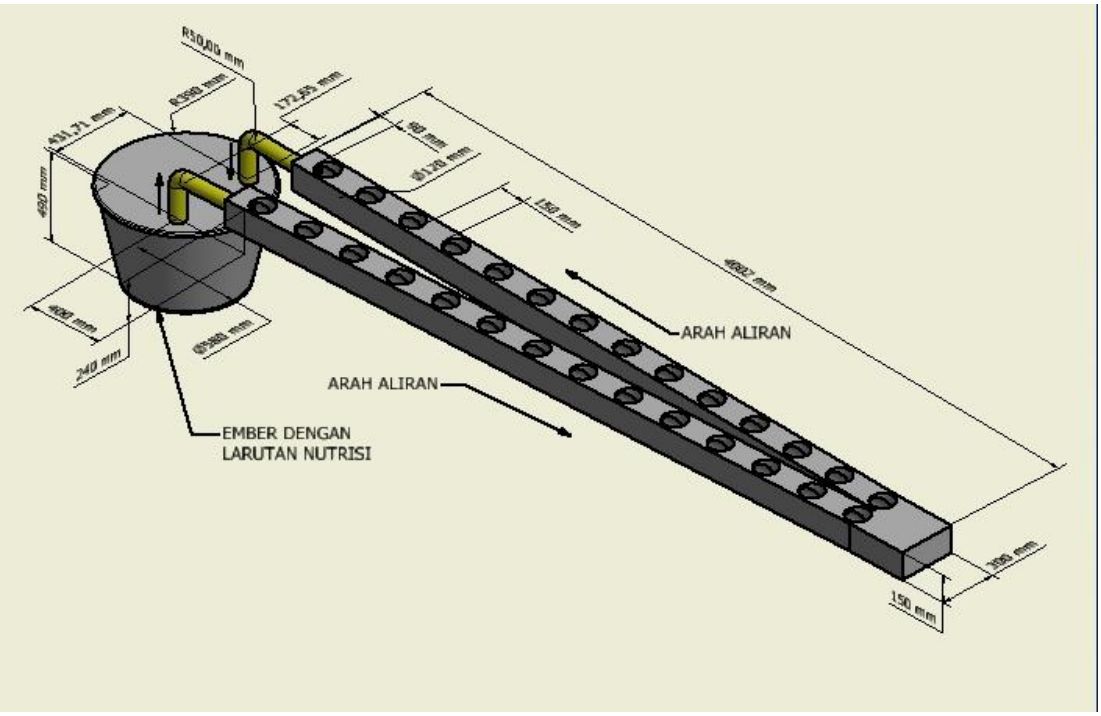
untuk tumbuh dan berkembang. Penambahan atau pengurangan larutan nutrisi dilakukan dengan cara melakukan pengecekan dan pengamatan setiap pagi atau sore hari. Hal ini dilakukan dengan cara mengukur penurunan atau pengurangan tinggi air larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman sebagai evapotranspirasi tanaman.

3.5.3 Pembuatan Sistem Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*)

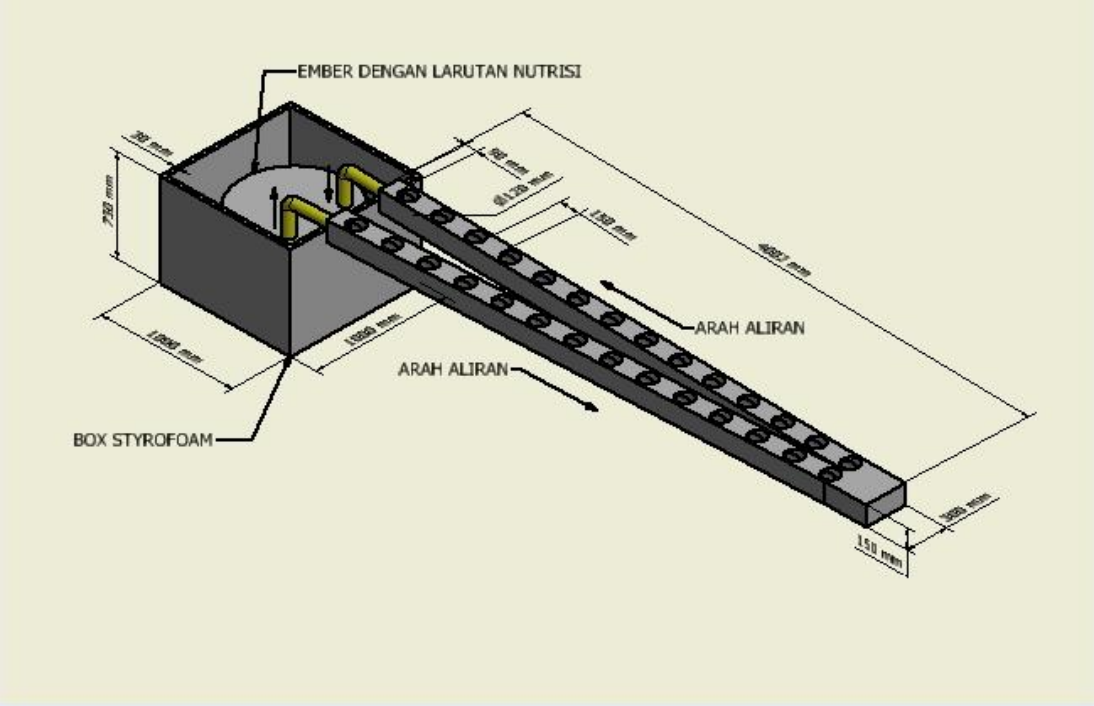
Pembuatan sistem hidroponik DFT dibuat sebanyak 3 unit dengan menggunakan talang yang berukuran 4 m x 12 cm x 11.5 cm. Talang ditutup styrofoam dan dilubangi untuk meletakkan tanaman dengan jarak 15 cm. Tiap unit sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) menggunakan wadah nutrisi yang berbeda-beda yaitu box plastik bermesin pendingin, box styrofoam dan ember. Sensor perekam otomatis suhu nutrisi dipasangkan pada masing-masing talang hidroponik DFT di setiap wadah nutrisi. Semua wadah nutrisi dipasang timer dengan rentang waktu 15 menit otomatis menyala, sensor untuk mengukur suhu larutan nutrisi dipasang didalam tiap wadah nutrisi, dan RH udara juga dipasang di dalam *greenhouse*. Pengisian larutan dilakukan dengan cara melakukan pengecekan dan pengamatan setiap sore hari. Hal ini dilakukan dengan cara mengukur penurunan atau pengurangan tinggi air larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman sebagai evapotranspirasi tanaman.



Gambar 5. Desain Hidroponik DFT dengan Wadah Nutrisi dengan Mesin Pendingin



Gambar 6. Desain Hidroponik DFT dengan Wadah Nutrisi Ember Biasa



Gambar 7. Desain Hidroponik DFT dengan Wadah Nutrisi Box Styrofoam

Desain instalasi hidroponik DFT dengan bak larutan nutrisi dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6 , dan Gambar 7 yang sudah disertai dengan arah aliran serta ukuran. Sistem hidroponik dibuat menggunakan saluran pipa panjang yang bagian atasnya berlubang sepenuhnya. Kemudian, ditutup dengan Styrofoam yang diberi lubang dengan jarak 15 cm antar lubang. Sistem hidroponik yang dipakai yaitu menggunakan 3 sistem yaitu: suhu yang dimasukan dalam pendingin(Frezeer), bak kedua dengan suhu lingkungan(memakai ember biasa) dan suhu nutrisi yang dimasukan dalam box Styrofoam. Setiap sistem diberi perlakuan yang sama.

3.5.4 Penanaman

Bibit yang telah disemai kemudian dimasukkan ke dalam *jelly cup* yang telah dilubangi sisi samping dan bawah. *Jelly cup* berfungsi sebagai penyanggah tanaman

di atas styrofoam agar tetap berdiri kokoh. Bibit yang sudah siap kemudian dipindahkan ke dalam talang yang sudah disediakan. Rockwoll diharuskan menyentuh larutan nutrisi agar akar bibit dapat menyerap unsur hara. Apabila ada bibit yang mati setelah ditanam maka perlu dilakukan penyulaman kembali.

3.5.5 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan agar bibit yang telah ditanam pada sistem dapat tumbuh dengan optimal. Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi kegiatan penyulaman, pengontrolan EC dan pH, dan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Pengendalian terhadap OPT dilakukan secara manual. Jika pada saat penanaman terdapat serangan hama maka hama dimusnahkan dari tanaman.

3.5.6 Pemanenan

Tanaman dipanen pada 28 hari setelah tanam (HST). Tanaman yang telah layak panen memiliki daun yang tumbuh subur, pangkal daun tampak sehat, serta ketinggian tanaman mencapai layak panen. Panen dilakukan pada sore hari karena cahaya matahari tidak terlalu panas dan tanaman tidak layu.

3.6 Parameter Penelitian

Penelitian ini menetapkan parameter pengamatan yang harus diamati yaitu:

3.6.1 Pengamatan Harian

Pengamatan dilakukan setiap hari selama proses budidaya tanaman selada berlangsung. Parameter yang diamati adalah sebagai berikut:

a. pH (Derajat Keasaman) Larutan

Pengukuran pH dilakukan pada nutrisi sekitar tanaman dengan menggunakan pH meter. Pengukuran pH dilakukan dengan cara menyelupkan pH meter pada nutrisi yang berada di talang hidroponik.pengukuran dilakukan pada pukul 17.00 WIB selama proses penelitian berlangsung.

b. EC Larutan

Pengukuran EC larutan nutrisi dengan menggunakan TDS meter atau EC meter. Pengukuran EC meter dilakukan dengan cara menyelupkan EC meter pada nutrisi yang berada di talang hidroponik. Pengukuran dilakukan pada pukul 17.00 WIB selama proses penelitian berlangsung.

c. Evapotranspirasi Larutan Nutrisi

Pengukuran evapotranspirasi tanaman dilakukan dengan cara mengukur penurunan tinggi muka air yang tertera pada mistar, kemudian air nutrisi ditambahkan lagi kekeadaan awal sebelum terjadinya evapotranspirasi. Pengukuran dilakukan pada pukul 17.00 WIB selama proses penelitian berlangsung.

d. Suhu Nutrisi

Pengukuran dilakukan secara otomatis oleh sensor yang terpasang didasar bak nutrisi. Pengamatan dilakukan pada pagi dan siang hari yaitu pukul 06.00 dan 13.00 WIB selama proses penelitian berlangsung

e. RH

Pengukuran RH dilakukan secara otomatis oleh RH meter yang diletakan di atas permukaan *greenhouse*. Pengamatan dilakukan pada pagi dan siang hari yaitu pukul 06.00 dan 17.00 WIB selama proses penelitian berlangsung.

3.6.2. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman meliputi:

a. Jumlah daun per tanaman (helai)

Pengamatan jumlah daun diukur dengan cara menghitung daun yang sudah membuka sempurna. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali.

b. Tinggi tanaman (cm)

Parameter tinggi tanaman diukur dengan mistar. Pengukuran dilakukan dari pangkal batang sampai titik tumbuh tanaman. Pengukuran dilaksanakan setiap satu minggu sekali.

c. Kanopi

Luas kanopi diukur menggunakan metode gravimetric, dengan cara mengambil gambar tanaman dari atas dengan posisi samping tanaman adalah luas pembanding. 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 dikalidengan berat kanopi replika. Rumus mencari luas kanopi replika dan luas kanopi real dapat dilihat dibawah ini:

- L. kanopi replika = $\frac{L.A4.}{W.A4}$ x W kanopi replika ……(1)

Dimana:

L. kanopi (replika) = Luas repilka kanopi dari hasil foto (cm^2)

L A4 = Luas kertas A4 kosong (cm^2)

W A4 = Berat kertas A4 kosong (g)

W. kanopi (replika) = Berat repilka kanopi dari hasil foto (g)

- L. kanopi real = $\frac{\text{L standar}}{L.standar\ replika}$ x L.kanopi replika ……...(2)

Keterangan :

L. kanopi real= Luas kanopi sesungguhnya (cm^2)

L. standard = Luas benda pembanding real (cm^2)

L. standard (replika) = Luas benda pembanding (hasil foto) (cm^2)

d.Diameter Batang

Setiap batang tanaman diukur menggunakan jangka sorong.

3.6.3 Pengamatan Saat Panen

a. Berat Basah Tanaman

Tanaman dipotong bagian batas antara akar tanaman dan batang, lalu ditimbang bobot atas (tajuk) tanaman menggunakan timbangan digital.

b. Berat kering tanaman

Bobot kering tanaman diperoleh dari pengovenan tanaman selama 24 jam atau hingga penurunan berat sudah konstan.

c. 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 :

$$KA = \frac{W0 - W1}{W0} x100\% \quad \text{……..(3)}$$

KA = Kadar Air (%)

W0 = Berat Basah (g)

W1 = Berat Kering (g)

d. Kadar Abu

Kadar abu diperoleh dari hasil bobot tanaman sebelum dibakar dibagi bobot tanaman setelah di bakar. Sampel berat kering tanaman ditimbang seberat 1gr lalu dibakar menggunakan tanur selama 2 jam dengan suhu 550°C.

Kadar abu diperoleh dari perhitungan :

$$Kabu = \frac{W3}{W2} \text{ x } 100\% \quad \text{……..(4)}$$

W2 = Berat kering sampel (g)

W3 = Berat Abu (g)

e. Panjang Akar

Panjang akar diukur dengan penggaris dimulai dari pangkal akar hingga akar terpanjang. Pengukuran dilakukan pada saat akhir pengamtan.

3.7 Analisis Data

Data yang didapat dianalisis dengan menggunakan Analisa of Variances (ANOVA) model RAK. Apabila dalam ANOVA diperoleh hasil yang berpengaruh nyata, maka pengujian statistik dilanjutkan dengan BNT pada taraf nyata $\alpha = 5\%$, menggunakan SAS versi 6.12. tersebut.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

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

- Berat sayuran yang dipanen dari sistem box bermesin pendingin adalah 144,33 gram/tanaman yang berada dalam kondisi pH mendekati netral yaitu 6,87, dengan EC rata-rata yaitu 1225,275(µ/cm), rata-rata suhu minimum larutan nutrisi pendingin sebesar 14,53°C, rata-rata berat kering sebesar 5,829g. Sedangkan berat basah dari box styrooam adalah sebesar 82,67 gram/tanaman, dan berat basah pada ember biasa yaitu 91,17 gram/tanaman.
- Kadar abu dan kadar air dari ketiga kelompok wadah larutan nutrisi tanaman selada memiliki kadar abu yang berbeda tidak nyata.
- Dari data hasil pengamatan yang dilakukan maka tanaman yang dibudidayakan dengan larutan nutrisi yang tersimpan dalam box bermesin pendingin adalah yang terbaik untuk semua parameter yang diamati, diikuti oleh tanaman yang dibudidayakan dengan larutan nutrisi yang tersimpan dalam box Styrofoam, dan yang terburuk adalah tanaman yang dibudidayakan dalam larutan nutrisi yang tersimpan dalam ember.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai pengaruh suhu larutan nutrisi pada box pendingin apabila menggunakan sistem hidroponik NFT dan dilakukan didalam *greenhouse* yang tertutup. Kemudian bandingkan hasilnya dengan yang menggunakan DFT.

DAFTAR PUSTAKA

Adimihardja S.A., Bastian, H., dan Setyono. 2013. Efektivitas Komposisi Pupuk Anorganik dan Pupuk Organik Terhadap Pertumb uhan dan Produksi Dua Kultivar Selada Dalam Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Pertanian* 4(2):91-99. ISSN 2087-4936.

Alberta. *Guide* to commercial greenhouse sweet bell pepper production in Alberta. (2004). http://www1.agric.gov.ab.ca/

Astuti. 2011. *Petunjuk Praktikum Analisis Bahan Biologi*. Yogyakarta : Jurdik Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.

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.

Bugbee, B. 2003. Nutrient management in recirculating hydroponic culture. *Paper presented at The South Pacific Soil-less Culture Conference*. Palmerston North. New Zealand.

Calatayud, A., Gorbe, E., Roca D., and Martínez P. F. 2008. Effect of Two Nutrient Solution Temperatures on Nitrate Uptake, Nitrate Reductase Activity, NH_4^+ Concentration and Chlorophyll a Fluorescence in Rose Plants.*ofEnvironmental and Experimental Botany*, 64 (1): 65-74

Chadirin, Y. 2001. *Pelatihan aplikasi teknologi hidroponik untuk pengembangan agribisnis perkotaan*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika.

Commeti, N.N., Bremenkamp, D.M., Galon, K., Hell, L.R., and Zanotelli, M.F.2013.Cooling and concentration of nutrient solution in hydroponic lettuce crop. *Horticultura Brasileira*,31 (2): 287-292.

Davidson, A.L. 2001. *Grounded Theory*. Page Wise Inc.

Direktorat Jenderal Hortikultura. 2018. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014-2018. http://www. hortikultura.pertanian.go.id. (Diakses pada tanggal 6 April2019)

Fauzi, R. 2013. *Pengayaan Oksigen Di Zona Perakaran Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Selada (Lactuca Sativa.* L.) *Secara Hidroponik.* Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Grubben, G. J. H. dan Sukprakarn, S. 1994. *Lactuca sativa L. Plant Resourches of South-East Asia Vegetables.* Prosea, Bogor.

Haryanto, E., Tina, S., Estu, R., dan Hendro, H . 2003. *Sawi dan Selada*. Seri Agribisnis. Jakarta: Penebar Swadaya.

Kementrian Perdagangan Republik Indonesia. 2019. Ekspor Non-Migas Utama Menurut Sektor Per: Jan-Nov. http://www.kemendag.go.id/statistik_perkembangan_ekspor_nonmigas_(sektor)/.(9 Februari 2019).

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).

Kuncoro, C. dan Bambang, D. 2015.Pengembangan Sistem Pendingin Larutan Nutrisi Untuk Budidaya Tanaman Hidroponik. *Jurnal Politeknik Negri Lampung,*. 67 (1)67-72

Lim, C. 2017. Cara Budidaya Selada Andewi "Si Hijau Keriting".http://www.plastikpolybag.com/cara-budidaya-andewi-si-hijau-keriting/ . (Diakses pada tanggal 11 Maret 2019).

Lingga, P. 2005. *Hidroponik: BertanamTanpa Tanah*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Nazaruddin. 2000. *Budidaya dan Pengaturan Panen Sayuran Dataran Rendah*. PT Penebar Swadaya. Jakarta.142 hal.

Pratiwi, D.A. 2012. *Biologi Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.

Priandoko, A.D., Parwanayoni, S., dan Sundra, I.K. 2000. Kandungan Logam Berat (Pb dan Cd) pada sawi hijau (*Brassica rapa l. Subsp. Perviridis Bailey*) dan Wortel (*Paucus Carrota L. Var. Sativa Hoffim*) yang beredar di Kota Denpasar. *Jurnal Simbiosis* , Vol.1 No.1: 9-20.

Rubatzky, V. E. dan M. Yamaguchi. 1998.*Sayuran Dunia 2, Prinsip, Produksi dan Gizi, Edisi Kedua*. ITB Ganesha. Bandung.292 hal.

Rosliani, R dan Sumarni, N. 2005. *Budidaya Tanaman Sayuran Dengan Sistem Hidroponik*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. 27 hal.

Rudrappa, U. 2016. *Lettuce Nutrition Facts And Health Benefits*. Nutrition And You.com.Web. 17 Maret. 2019.

Roh, MS. and Hong, D. 2007. Inflorescence development and flowering of Ornithogalum thyrsoides hybrid as affected by temperature manipulation during bulb storage. *Sci. Hortic*, 113(1):60-69.

Rukmana, R. 1994. *Bertanam Selada dan Andewi*. Kanisius, Yoyakarta.

Sulhakudin, 2008. Pengaruh Volume Air Penyiraman da Takaran Mulsa Jerami terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada Keriting di Lahan Pasir Pantai Bugel. Universitas Gajah Mada. Jogjakarta, *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*59 (3): 99-103.

Sunarjono, H. 2014. *Bertanam 36 Jenis Sayuran.* Penebar Swadaya. Jakarta. 204 hal

Sufardi. 2001. Indeks Ketersediaan Fosfor pada Jagung (Zea mays L.) Akibat Ameliorasi Bahan Organik dan Kapur. *Jurnal Agrista.*5(3).

Susila, A. D. 2006. *Fertigasi pada Budidaya Tanaman Sayuran di dalam Greenhouse.*Bagian Produksi Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultutra. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.

Susila, A. D. dan Y. Koerniawati. 2004. Pengaruh volume dan jenis media tanam pada pertumbuhan dan hasil tanaman selada (Lactuca sativa) dalam teknologi hidroponik sistem terapung. *Bul. Agron*. 32(3):16-21.

Sutiyoso, Y. 2003. *Ramuan Pupuk Hidroponik* : Tanaman Sayur, Tanaman Buah, Tanaman Bunga.

Sutiyoso, Y. 2006. *Hidroponik Ala Yos*. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 hal.

Whiting, D., M. Roll., and L. Vickerman. 2010. Water. Colorado State University. http://cmg.colostate.edu.diakses 1 Februari 2019.