

**PENGARUH DEBIT ALIRAN NUTRISI DAN JENIS MEDIA TANAM  
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KALE  
(*Brassica oleracea* var. *acephala*) PADA SISTEM  
HIDROPONIK *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT)**

Oleh

**CINDY LODYA CANDRA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2019**

**PENGARUH DEBIT ALIRAN NUTRISI DAN JENIS MEDIA TANAM  
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KALE  
(*Brassica oleracea* var. *acephala*) PADA SISTEM  
HIDROPONIK *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT)**

Oleh

**CINDY LODYA CANDRA**

**145040207111068**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT BUDIDAYA PERTANIAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar  
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
MALANG**

**2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pengaruh Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)**

Nama : Cindy Lodya Candra

NIM : 145040207111068

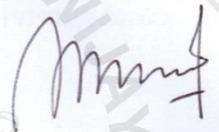
Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS.  
NIP. 19540911 198002 1 002

Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP.  
NIP. 19790606 200604 2 003

Diketahui,

Ketua Jurusan Budidaya Pertanian



Dr. E. Nurul Aini, MS.  
NIP. 19601012 198601 2 001

Tanggal Persetujuan : 18 SEP 2019

**LEMBAR PENGESAHAN**

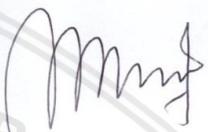
Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

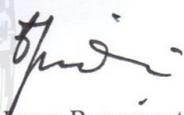
  
Dr. Ir. Setyono Yudo Tyasmoro, MS.  
NIP. 19600512 200012 1 002

  
Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP.  
NIP. 19790606 200604 2 003

Penguji III

Penguji IV

  
Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS.  
NIP. 19540911 198002 1 002

  
Dr. agr. Nunun Barunawati, SP., MP.  
NIP. 19740724 200501 2 001

Tanggal Lulus : 18 SEP 2019



## RINGKASAN

**CINDY LODYA CANDRA. 145040207111068. Pengaruh Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) pada Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT). Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS. sebagai pembimbing utama dan Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP. sebagai pembimbing pendamping.**

---

Kesadaran penduduk Indonesia akan pola hidup sehat dan semakin bertambahnya jumlah penduduk Indonesia berdampak pada peningkatan konsumsi dan permintaan sayuran. Peningkatan jumlah konsumsi sayuran harus diimbangi dengan jumlah produksi untuk memenuhi permintaan sayuran. Tanaman kale merupakan salah satu sayuran yang mendapat perhatian dari sektor kesehatan dan gizi karena profil kandungan nutrisinya. Prospek tanaman kale baik untuk dikembangkan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Sistem hidroponik menjadi solusi alternatif peningkatan kualitas dan kuantitas tanaman kale yang efisien dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi dan pemanfaatan sumberdaya lahan. Pengelolaan nutrisi tanaman menjadi kunci keberhasilan teknik budidaya secara hidroponik sehingga perlu dikaji debit aliran nutrisi dan jenis media tanam yang dapat mendukung penyerapan nutrisi oleh tanaman pada sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT).

Penelitian dilaksanakan di fasilitas *Greenhouse* Angkasa, Landasan Udara Abdul Rachman Saleh TNI AU, Jalan Komodor Udara Abdul Rahman Saleh, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang pada bulan September sampai Desember 2018. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah instalasi hidroponik *Nutrient Film Tehnique* (NFT), reservoir nutrisi, pengaduk nutrisi, nampan, netpot, TDS meter, pH meter, *hygrometer*, termometer, Konica Minolta *Chlorophyll Meter* SPAD-520Plus, gelas ukur, timbangan digital, *stopwatch*, gunting/*cutter*, penggaris, kamera dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kale *curly*, media tanam rockwool, cocopeat dan spons, nutrisi AB mix dan air. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Pola Tersarang (*Nested Design*) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah debit aliran nutrisi yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0,5 L/menit (D1), 1,5 L/menit (D2) dan 2,5 L/menit (D3). Faktor kedua adalah jenis media tanam yang terdiri dari 3 taraf yaitu rockwool (M1), cocopeat (M2) dan spons (M3). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 27 satuan percobaan dengan masing-masing satuan percobaan terdiri dari 6 tanaman. Total keseluruhan tanaman dalam penelitian berjumlah 162 tanaman. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang, sedangkan parameter pengamatan hasil meliputi kandungan klorofil, panjang akar, bobot akar, bobot segar total dan bobot segar konsumsi. Data dianalisis menggunakan

analisis ragam (uji F) dengan taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada parameter pertumbuhan yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang serta parameter hasil yang meliputi panjang akar, bobot akar, bobot segar total dan bobot segar konsumsi yang lebih besar dihasilkan oleh tanaman kale dengan perlakuan jenis media tanam rockwool pada masing-masing debit aliran nutrisi. Jenis media tanam cocopeat dan spons belum mampu mendukung pertumbuhan dan hasil yang optimal bagi tanaman kale dibandingkan jenis media tanam rockwool. Sedangkan, kandungan klorofil tidak dipengaruhi oleh perlakuan.



## SUMMARY

**CINDY LODYA CANDRA. 145040207111068. The Effect of Nutrient Flow Rate and The Type of Planting Media on The Growth and Yield of Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) on Nutrient Film Technique (NFT) Hydroponic System. Supervised by Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS. as a main supervisor and Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP. as a second supervisor.**

---

Indonesian public awareness of healthy lifestyle and the increasing number of Indonesia's population has an impact on increasing consumption and demand of vegetables. Increasing the amount of vegetable consumption must be balanced with the amount of production to meet the demand for vegetables. Kale is one of the vegetables that has receives attention from the health and nutrition sector because of these nutritional profile. The prospec of kale plant is good to be developed in Indonesia because it has high economic value. The hydroponic system is an alternative solution for increasing the quality and quantity of kale plants that is efficient in meeting the nutritional needs and utilization of land resources. Plant nutrient management is the key factor of hydroponic cultivation techniques, so it is necessary to study nutrient flow rate and types of planting media that can support the absorption of nutrient by plants in the Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic system.

The research was conducted at Greenhouse Angkasa, Air Force Abdul Rachman Saleh Force Base, Komodor Udara Abdul Rachman Saleh Street, Pakis District, Malang Regency from September to December 2018. The tool used in this research are Nutrient Film Tehnique (NFT) Hydropononic Installation, nutrient reservoir, nutrient stirrer, tray, netpot, TDS meter, pH meter, hygrometer, termometer, Konica Minolta Chlorophyll Meter SPAD-520Plus, measuring cup, digital scales, stopwatch, scissor/cutter, ruler, camera and stationary. The material used in this research are curly kale seeds, rockwool, cocopeat and spons planting media, AB mix nutrient and water. The experimental design used in this research is Nested Design, which consists of two factors. First factors are nutrient flow rate that consist of 3 level i.e 0,5 L/minute (D1), 1,5 L/minute (D2) and 2,5 L/minute (D3). Second factors are type of planting media that consist of 3 level i.e rockwool (M1), cocopeat (M2) and spons (M3). Each treatment was consist with 3 replication, so there are 27 experimental units consist of 6 plants on each experimental units. The total populations in this research amounted to 162 plants. Growth parameters observed included plant height, number of leaves and stem diameter, while the yield parameters observed included chlorophyll content., root length, root weight, total fresh weight and fresh weight consumption. Data were analyzed using analysis of variance (F test) with a level of 5%. If there is real difference result, the test continued by Least Significant Difference (LSD) with a level of 5%.

The result of this research showed that the growth parameters which included plant height, number of leaves and stem diameter also yield parameters included root length, root weight, total fresh weight and fresh weight consumption higher were produced by kale plants with the treatment of rockwool planting media types on each the nutrient flow rate. Cocopeat and spons planting media types have not been able to support optimal growth and yield for kale plants that compared with rockwool planting media types. Meanwhile, chlorophyll content was not affected by treatment.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis limpahkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Tuhan Yesus Kristus, yang telah memberikan karunia serta berkatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) pada Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT)”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. Damanhuri, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
2. Ibu Dr. agr. Nunun Barunawati, SP., MP., selaku Ketua Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Nurul Aini, MS., selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS. dan Ibu Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu, membimbing, memberi ilmu, nasihat dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Setyono Yudo Tyasmoro, MS. dan Ibu Dr. agr. Nunun Barunawati, SP., MP., selaku dosen penguji skripsi saya yang telah bersedia meluangkan waktu, membimbing dan memberi ilmu dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu dosen dan seluruh karyawan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang telah memberikan fasilitas, ilmu dan kelancaran kepada penulis.
7. Kedua orang tua tercinta, Candra Wijana dan Sri Harjati dan adik-adikku tersayang, Rocky, Olivia dan Jonathan, yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan, motivasi dan cinta kasih yang tulus kepada penulis setiap saat.

8. Keluarga besar dari Papa dan Mama yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
9. Rumah kedua di Malang, PMK Christian Community dan UAKK UB yang menjadi tempat berproses penuh warna yang tidak dapat diganti dengan apapun.
10. Sahabat dekat selama menempuh pendidikan di Kota Malang, Kristin Anglina, Lydia Helen, Mutiara Anastasia, Swella Paskah, Jennifer Fransisca dan Nella Sarah yang membuat Malang menjadi seru.
11. Sahabat rohani, Adelin Shinta, Lidia Margaretha, Grace Aritonang, Mampe Pandingan, Harun Christian, Eunike Debora dan Victor Pradana.
12. Sahabat kecil, Audina Imbang, Ricard Devgan, Lisawati, Deni Kartika, Shinta Febriana dan Aditya Sandra.
13. Sahabat baik, Theo Arly Napitupulu yang dengan caranya sendiri membentuk saya menjadi versi terbaik.
14. Teman-teman Budidaya Pertanian 2014 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang selalu dapat diandalkan dan menjadi jawaban dalam segala hal.
15. Kota Malang, yang memproses penulis untuk menjadi pribadi yang lebih baik, memberi kesempatan dan proses yang tidak dapat dibeli dengan apapun.

Demi kesempurnaan skripsi ini, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan menjadi sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan khususnya di bidang pertanian.

Malang, September 2019

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kediri, pada tanggal 5 Oktober 1996 sebagai putri pertama dari empat bersaudara dari Bapak Candra Wijana dan Ibu Sri Harjati. Penulis menempuh pendidikan di TK Katolik Santa Maria Blitar pada tahun 2001-2002, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SD Katolik Santa Maria Blitar pada tahun 2002-2008. Sekolah menengah pertama ditempuh di SMP Katolik 3 Yos Soedarso Blitar pada tahun 2008-2011, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Katolik Diponegoro Blitar. Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Minat Sumber Daya Lingkungan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jawa Timur, melalui jalur SPMK.

Selama menjadi mahasiswa, organisasi yang diikuti penulis ialah PMK Christian Community FP UB sebagai staf magang divisi acara pada tahun 2015. Organisasi lainnya ialah Unit Aktivitas Kerohanian Kristen atau UAKK UB sebagai staf muda, kemudian divisi Penelitian dan Pengembangan (LITBANG) dan selanjutnya menjadi Bendahara Umum pada tahun 2015, 2016 dan 2017. Penulis pernah aktif dalam berbagai kepanitiaan tingkat fakultas dan universitas, yakni sebagai Bendahara pelaksana Natal PMK CC pada tahun 2014, divisi keamanan POSTER FP UB, divisi acara FRESH Himadata, Koordinator divisi acara Camp Maba PMK CC FP UB, Koordinator divisi Humas Paskah UB, Bendahara pelaksana Natal UB dan Ketua Pelaksana Kamp Pembinaan UAKK UB pada tahun 2015. Pada tahun 2016 menjadi Steering commite Paskah UB dan Kamp Pembinaan UAKK UB. Kemudian penulis melaksanakan kegiatan magang kerja di PT. Momenta Agrikultura (Amazing Farm) di Lembang, Bandung.

## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Hipotesis .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tanaman Kale .....	4
2.2 Sistem Hidroponik .....	6
2.3 Media Tanam Hidroponik .....	10
2.4 Larutan Nutrisi AB Mix .....	14
2.5 Debit Aliran Nutrisi .....	17
<b>3. BAHAN DAN METODE</b>	
3.1 Tempat dan Waktu .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.3 Metode Penelitian .....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	20
3.5 Pengamatan Penelitian .....	23
3.6 Analisis Data .....	25
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil .....	26
4.2 Pembahasan .....	34
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Kale <i>Curly</i> .....	6
2	Skema <i>Nutrient Film Technique</i> (NFT) <i>System</i> .....	9
3	Pembuatan Larutan Nutrisi AB Mix .....	55
4	Pertumbuhan Tanaman Kale pada Sistem Hidroponik NFT .....	55
5	Pengawasan Greenhouse, Kualitas Nutrisi dan Pengendalian Hama.....	55
6	Dokumentasi Panen.....	56
7	Pengamatan Parameter Bobot Segar Tanaman .....	57
8	Pengamatan Parameter Bobot Akar .....	57

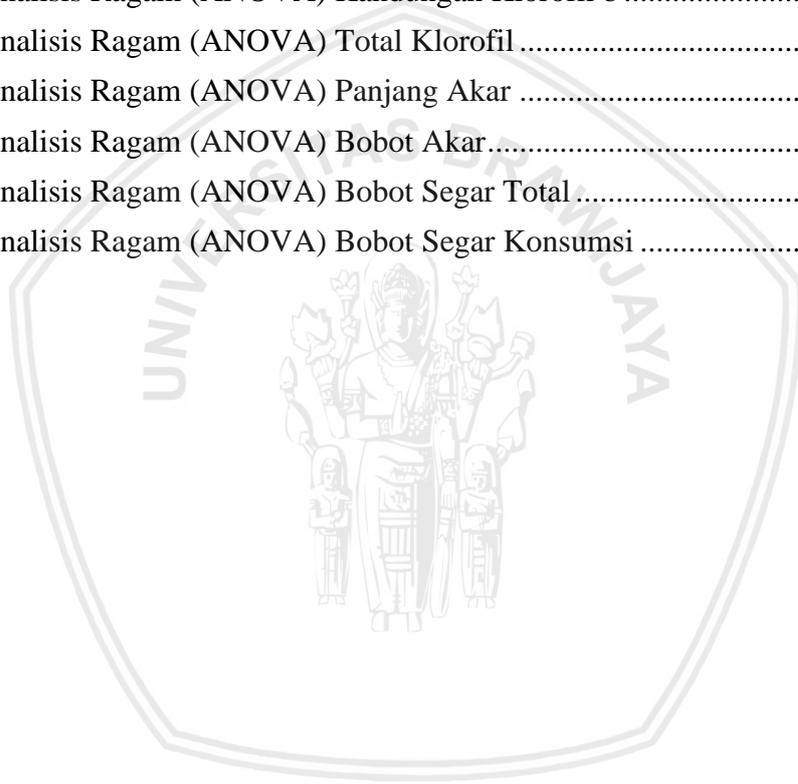


## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Profil Gizi pada Kale .....	5
2	Kebutuhan Nutrisi (PPM) Beberapa Jenis Sayuran Daun.....	16
3	Kombinasi Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam .....	20
4	Kebutuhan Larutan Nutrisi (PPM) pada Pertumbuhan Tanaman Kale ....	21
5	Rata-rata Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Berbagai Umur Pengamatan .....	26
6	Rata-rata Jumlah Daun Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Berbagai Umur Pengamatan .....	28
7	Rata-rata Diameter Batang Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Berbagai Umur Pengamatan .....	29
8	Rata-rata Kandungan Klorofil a, Klorofil b dan Total Klorofil Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Umur Pengamatan 55 HST .....	31
9	Rata-rata Panjang Akar dan Bobot Akar Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Umur Pengamatan 55 HST .....	32
10	Rata-rata Bobot Segar Total dan Bobot Segar Konsumsi Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Umur Pengamatan 55 HST .....	33
11	Analisis Ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman 14 HST .....	47
12	Analisis Ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman 21 HST .....	47
13	Analisis Ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman 28 HST .....	47
14	Analisis Ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman 35 HST .....	47
15	Analisis Ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman 42 HST .....	48
16	Analisis Ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman 49 HST .....	48
17	Analisis Ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman 55 HST .....	48
18	Analisis Ragam (ANOVA) Jumlah Daun 14 HST.....	49
19	Analisis Ragam (ANOVA) Jumlah Daun 21 HST.....	49
20	Analisis Ragam (ANOVA) Jumlah Daun 28 HST.....	49
21	Analisis Ragam (ANOVA) Jumlah Daun 35 HST.....	49
22	Analisis Ragam (ANOVA) Jumlah Daun 42 HST.....	50
23	Analisis Ragam (ANOVA) Jumlah Daun 49 HST.....	50



24	Analisis Ragam (ANOVA) Jumlah Daun 55 HST.....	50
25	Analisis Ragam (ANOVA) Diameter Batang 14 HST.....	51
26	Analisis Ragam (ANOVA) Diameter Batang 21 HST.....	51
27	Analisis Ragam (ANOVA) Diameter Batang 28 HST.....	51
28	Analisis Ragam (ANOVA) Diameter Batang 35 HST.....	51
29	Analisis Ragam (ANOVA) Diameter Batang 42 HST.....	52
30	Analisis Ragam (ANOVA) Diameter Batang 49 HST.....	52
31	Analisis Ragam (ANOVA) Diameter Batang 55 HST.....	52
32	Analisis Ragam (ANOVA) Kandungan Klorofil a .....	53
32	Analisis Ragam (ANOVA) Kandungan Klorofil b .....	53
32	Analisis Ragam (ANOVA) Total Klorofil .....	53
35	Analisis Ragam (ANOVA) Panjang Akar .....	53
36	Analisis Ragam (ANOVA) Bobot Akar.....	54
37	Analisis Ragam (ANOVA) Bobot Segar Total .....	54
38	Analisis Ragam (ANOVA) Bobot Segar Konsumsi .....	54



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Denah Petak Percobaan .....	45
2	Denah Pengambilan Sampel Tanaman.....	46
3	Hasil Analisis Ragam .....	47
4	Dokumentasi Penelitian.....	55



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kesadaran penduduk Indonesia akan pola hidup sehat dan semakin bertambahnya jumlah penduduk Indonesia berdampak pada peningkatan konsumsi dan permintaan sayuran. Berdasarkan data Kementerian Pertanian yang terlampir dalam Permentan Republik Indonesia No.19/Permentan/HK.140/4/2015 tentang rencana strategis Kementerian Pertanian tahun 2015-2019 (Kementerian Pertanian, 2015), rata-rata pertumbuhan nilai ekspor dan impor sayuran dalam rentang waktu 5 tahun (2010-2014) masing-masing sebesar 7,4% dan 13,1% per tahun. Oleh sebab itu sektor pertanian hortikultura terutama sayuran memiliki peluang yang besar untuk memenuhi kebutuhan akan sayuran tersebut. Salah satu tanaman yang memiliki prospek ekonomi baik untuk dikembangkan di Indonesia adalah tanaman kale. Menurut Arifin (2016), salah satu jenis sayur bernilai jual tinggi yang paling diminati oleh pasar pada tahun 2016 adalah kale. Permintaan pasar yang tinggi dikarenakan masyarakat semakin *aware* terhadap manfaat kale.

Kale atau borecole adalah sayuran daun yang mirip selada, tetapi memiliki lebih banyak gelombang pada sisi luar daunnya. Kale adalah anggota famili *Brassica*, yang juga meliputi brokoli, kembang kol, pakchoy, kailan dan sawi. Nama botaninya adalah *Brassica oleracea* var. *acephala* (istilah *acephala* mencerminkan daun sejati kale tidak membentuk kepala seperti brokoli atau kembang kol). Kale yang dipanen sebelum dewasa dengan daun yang kecil dapat dikonsumsi sebagai bahan utama dalam salad dan *smoothie* yang baik. Penelitian ilmiah menunjukkan bahwa kale merupakan salah satu sayuran yang mengandung konsentrasi nutrisi terbesar. Kale adalah sumber antioksidan berlimpah dengan kandungan vitamin, protein dan mineral. Kale memiliki antioksidan yang tinggi, anti-inflamasi dan pencegahan terhadap kanker. Kandungan senyawa yang dimiliki kale mampu mengaktifkan enzim detoksifikasi pada tingkat genetik pada hati yang membantu menetralkan zat yang berpotensi karsinogenik. Kale memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena pemasarannya untuk kalangan menengah ke atas, terutama di restoran bertaraf internasional. Peluang ini memacu berbagai pihak untuk melakukan budidaya tanaman kale. Harga jual kale per kilogram mencapai Rp 120.000,00 (Migliozzi *et al.*, 2015).

Peningkatan jumlah konsumsi sayuran harus diimbangi dengan jumlah produksi untuk memenuhi permintaan sayuran dan menjamin ketersediaan sayuran yang bermutu. Peningkatan produksi tanaman dapat dilakukan dengan teknik budidaya yang memiliki efisiensi dan efektivitas yang tinggi. Teknik budidaya secara hidroponik merupakan upaya intensifikasi alternatif yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan lahan dan penggunaan pupuk (Herwibowo dan Budiana, 2014). Budidaya hidroponik merupakan teknologi modern dalam bidang pertanian khususnya tanaman hortikultura. Hidroponik merupakan salah satu cara budidaya tanaman yang menggunakan prinsip memberikan atau menyediakan larutan hara sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penggunaan sistem hidroponik dapat mengatur kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan relatif dan intensitas cahaya. Faktor curah hujan dapat dihilangkan sama sekali dan serangan hama penyakit dapat diperkecil. *Nutrient Film Technique* (NFT) termasuk salah satu cara bercocok tanam secara hidroponik. Pada sistem ini, sebagian akar tanaman terendam dalam air yang sudah mengandung nutrisi dan sebagian akar lainnya berada di atas permukaan air yang tersirkulasi secara kontinu.

Faktor kunci dalam keberhasilan budidaya secara hidroponik adalah pengelolaan nutrisi tanaman. Pada budidaya tanaman dengan media tanam tanah, tanaman dapat memperoleh unsur hara dari dalam tanah, tetapi pada budidaya tanaman secara hidroponik tanaman memperoleh unsur hara dari larutan nutrisi yang tersedia dalam jumlah yang tepat untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penyerapan nutrisi tidak akan berjalan baik apabila tidak didukung dengan aliran nutrisi yang kontinu dengan kecepatan aliran nutrisi yang sesuai. Kecepatan aliran nutrisi (debit aliran) berpengaruh pada sirkulasi larutan nutrisinya. Debit aliran nutrisi yang sesuai akan mendorong penyerapan nutrisi secara optimal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Debit aliran nutrisi yang terlalu cepat maupun terlalu lambat dapat menyulitkan tanaman untuk menyerap nutrisi. Selain itu, peran media tanam sangat diperlukan dalam proses penyerapan nutrisi oleh tanaman. Penunjang keberhasilan dari sistem budidaya hidroponik adalah media tanam yang tidak menyumbat sistem pengairan, tidak mudah melapuk dan mempunyai porositas

yang baik. Seringkali nutrisi yang diberikan tidak maksimal diserap tanaman karena media tanam yang digunakan tidak dapat mendukung akar tanaman menyerap nutrisi akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat, sehingga perlu dikaji debit aliran nutrisi dan jenis media tanam yang tepat untuk mendukung penyerapan nutrisi oleh tanaman pada sistem hidroponik NFT.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pengaturan kecepatan debit aliran nutrisi terhadap jenis media tanam yang sesuai untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) pada sistem hidroponik NFT.

### 1.3 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah perlakuan jenis media tanam rockwool pada sistem hidroponik NFT memberikan pengaruh terbaik pada parameter pengamatan dan pengaturan nilai debit aliran nutrisi 2,5 L/menit mampu mengoptimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kale

Kale adalah keturunan tertua dari kubis, tanaman ini diperkirakan berasal Mediterania Timur dan mulai dikonsumsi sebagai tanaman pangan sejak 2000 tahun sebelum masehi. Penyebarannya di Indonesia diduga pada abad ke-17 melalui ekspansi oleh Spanyol dan Belanda, kemudian mulai dibudidayakan pada abad ke-19 setelah dilakukan penelitian terhadap kubis Yooshin oleh Balai Penyelidikan Tumbuh-tumbuhan pada tahun 1959. Lambat laun berbagai jenis atau varietas kubis berkembang pesat, termasuk kale, di daerah dataran tinggi (Acikgoz, 2011). Kale adalah anggota famili *Brassica*, yang juga meliputi kubis, brokoli, kembang kol, sawi, pakchoy dan kailan. Nama botaninya *Brassica oleracea* var. *acephala*. Istilah *acephala* mencerminkan daun sejati kale tidak membentuk kepala seperti brokoli atau kembang kol. Kale adalah sayuran hijau yang mirip selada, tetapi memiliki lebih banyak gelombang pada sisi luar daunnya. Daun tanaman kale tergolong tipis dan tekstur daunnya kasar hingga halus bergantung pada jenisnya. Kale termasuk sayuran semusim dan berumur pendek sekitar 40-55 hari setelah bibit ditanam (Arifin, 2016).

Tanaman kale dapat beradaptasi di iklim tropis (panas) meskipun berasal dari daerah beriklim sub-tropis (sedang). Kale dapat tumbuh subur pada daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan toleran terhadap suhu rendah daripada sayuran tropis lainnya. Intensitas penyinaran matahari penuh (10-13 jam penyinaran matahari langsung per hari) dapat mendukung pertumbuhan tanaman kale yang optimal. Suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman kale berkisar antara 15-25°C. Tanaman kale dapat ditanam baik secara monokultur maupun tumpangsari. Kale dapat ditumpangsarikan dengan sayuran lain yang memiliki perakaran dangkal dan tajuk tidak terlalu lebar (Ram, 1994).

Kale mendapat perhatian dari sektor kesehatan dan gizi karena profil nutrisinya yang unggul, walaupun kurangnya data kualitas gizi untuk kultivar yang terbaru dan informasi yang didapat didasarkan pada basis varietas 10 tahun yang lalu, berdasarkan sampel yang telah diuji kale berpotensi menyediakan sejumlah besar mikronutrisi esensial, karbohidrat prebiotik yang cukup dan konsentrasi protein dan energi tingkat sedang (Thavarajah *et al.*, 2016). Kale

adalah sumber karotenoid berlimpah, terutama xanthophylls. Kale mendapat posisi pertama di antara 100 makanan sehat di dunia dalam hal kandungan lutein (Gorka *et al.*, 2018). Menurut Ram (1994), daun hijau kale juga mengandung phytochemical yang bermanfaat sebagai pencegah kanker. Profil gizi tanaman kale disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Gizi (Protein, Energi, Mineral dan Karbohidrat Prebiotik) pada Kale (Thavaraja *et al.*, 2016)

Kandungan Nutrisi	Konsentrasi	USDA Standard Nutrient Data Base
Protein (g/100 g)	4,2	4,28
Energi (Kcal/100 g)	66	49
Mineral (mg/100 g)		
K	488	491
Ca	106	150
Mg	44	47
Fe	1,1	1,47
Zn	0,7	0,56
Mn	0,8	0,65
Cu (µg/100 g)	55	149
Se (µg/100 g)	2,3	65
Karbohidrat Prebiotik (mg/100 g)		
Sorbitol	24,5	-
Manitol	17,9	-
Gula Sederhana		
Glukosa	993	-
Fruktosa	545	-
Sukrosa	39,3	-
Hemiselulosa		
Arabinose	73,5	-
Mannose	241	-
Xilosa	59,9	-

Kale mengandung senyawa yang mampu mengaktifkan enzim detoksifikasi pada tingkat genetik pada hati yang membantu menetralkan zat yang berpotensi karsinogenik atau kanker. Kale menempati daftar tertinggi makanan sehat, peringkat ke-15 dalam sebuah Pusat Studi Pengendalian Penyakit dan peringkat ke-47 sayuran yang menyediakan 10% dari 17 nutrisi penting yang dibutuhkan tubuh (Migliozzi *et al.*, 2015).

Kale dapat diolah sebagai salad, *smoothie*, keripik atau bahan dalam bentuk makanan penutup seperti gelato. Kale yang dipanen sebelum dewasa dengan daun yang kecil dapat dikonsumsi sebagai bahan utama dalam salad dan *smoothie* yang

baik. Kale yang dipanen saat masih muda disebut *baby kale*. *Baby kale* lebih banyak diminati karena rasanya lebih enak dan renyah dibandingkan kale yang sudah tua. Harga jual kale umur 20-30 hari Rp 10.000,00/tanaman, kale remaja (35 hari) Rp 15.000,00/tanaman dan kale dewasa (50 hari) Rp 18.000,00/tanaman. Sementara harga jual kale per kilogram mencapai Rp 120.000,00 (Harianto, 2007). Menurut penelitian Triana *et al.* (2017) yang dilakukan di Kota Padang, kale merupakan salah satu sayuran hidroponik yang diminati masyarakat setelah bayam dan samhong.

Kale terdiri dari 50 varietas yang berbeda, terdiri dalam berbagai bentuk dan tekstur dari warna ungu hingga hijau. Beberapa jenisnya antara lain Kale *Curly*, *Nero di Toscana*, dan *Red Russian*. Kale *Curly* (Gambar 1) merupakan jenis kale yang paling dikenal dan banyak dijual di pasar lokal. Kale jenis ini padat dan meringkuk, memiliki daun berwarna hijau tua yang berenda. Kale *Curly* yang tumbuh pada bulan di musim dingin memiliki rasa yang lebih manis. Kale jenis ini dikenal juga sebagai *Dwarf Curlies* atau *Scotch Kale* (Arifin, 2016).



Gambar 1. Kale *Curly* (Rahimah, 2018)

## 2.2 Sistem Hidroponik

Istilah hidroponik merupakan kombinasi dua kata dalam bahasa Yunani, *hydro* berarti air dan *ponos* berarti daya. Istilah hidroponik pertama kali muncul dalam sebuah artikel ilmiah pada awal tahun 1930-an yang ditulis oleh Dr. W.F. Gericke, seorang agronomis dari University of California untuk menggambarkan metode penanaman tanaman pangan maupun tanaman hias di dalam larutan air. Hidroponik juga dikenal dengan sebutan *soiless culture* yang artinya budidaya tanaman tanpa tanah, melainkan dengan memanfaatkan air dan menekankan pada pemenuhan nutrisi tanaman. Meskipun memanfaatkan air, budidaya dengan

sistem hidroponik cenderung lebih sedikit dalam menggunakan air dibandingkan budidaya dengan media tanah (Alviani, 2015).

Sistem hidroponik yang dilakukan tanpa menggunakan media tanah dapat menjadi alternatif untuk efisiensi penggunaan lahan dan solusi menghadapi kendala degradasi lahan di lahan pertanian yang mulai hilang kesuburannya. Selain itu, hidroponik dapat memberikan suatu lingkungan pertumbuhan yang lebih terkontrol karena faktor eksternal seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya dapat diatur. Faktor curah hujan dapat dihilangkan dan serangan hama dapat diperkecil. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Roidah (2014) yang menyatakan bahwa, budidaya hidroponik biasanya dilaksanakan di dalam rumah kaca (*greenhouse*) untuk menjaga supaya pertumbuhan tanaman optimal dan terlindung dari faktor eksternal seperti hujan, hama penyakit, iklim dan lain-lain sehingga dapat memberikan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal bagi tanaman. Pengembangan teknologi pada kombinasi sistem hidroponik dapat memanfaatkan air dan nutrisi lebih efisien (*minimalist system*) dibandingkan dengan kultur tanah (terutama untuk tanaman berumur pendek). Penggunaan sistem hidroponik tidak mengenal musim dan tidak memerlukan lahan yang luas dibandingkan dengan kultur tanah untuk menghasilkan satuan produktivitas yang sama (Tallei *et al.*, 2017).

Budidaya tanaman secara hidroponik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan budidaya secara konvensional, yaitu hasil yang lebih tinggi karena pertumbuhan dapat dikontrol dengan meminimalisir faktor yang tidak menunjang pertumbuhan tanaman, pemberian air dan nutrisi lebih efisien dan efektif terutama untuk hidroponik dengan sistem sirkulasi. Sistem hidroponik dapat diterapkan pada lahan yang terbatas karena tidak hanya dapat ditanam dengan cara horizontal tetapi juga vertikal dan adanya resiko banjir, erosi, kekeringan ataupun ketergantungan terhadap kondisi alam sekitar dapat dihindari. Selain itu, sistem hidroponik dapat dirancang untuk mendukung produksi dan panen lebih kontinu serta lebih tinggi dibandingkan penanaman secara konvensional atau dengan kultur tanah. Rata-rata tanaman yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik juga tumbuh 30-50% lebih cepat dengan hasil yang lebih besar daripada metode konvensional. Hal tersebut disebabkan karena

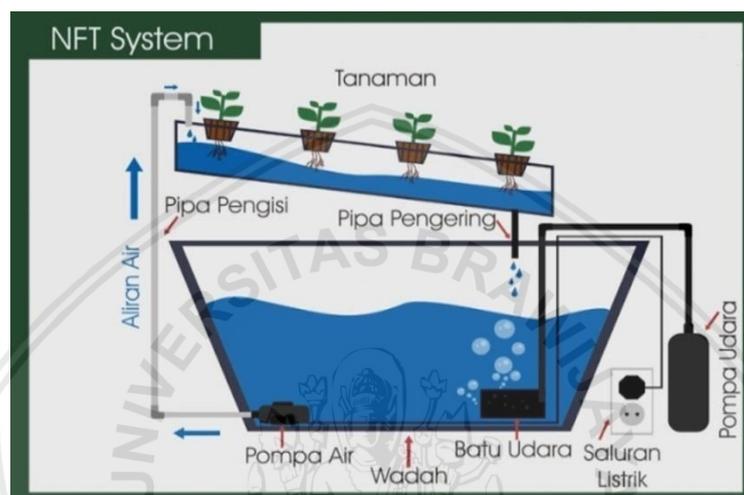
tanaman mendapatkan langsung nutrisi di perakarannya dan tanaman tidak memerlukan akar besar untuk mencari nutrisi, sehingga energi yang digunakan untuk pertumbuhan akar dapat disalurkan ke bagian lain dari tanaman dan mampu mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rahmat, 2015).

Sistem hidroponik di Indonesia dibagi menjadi beberapa jenis yang berkembang sesuai kebutuhan, diantaranya *nutrient film technique* (NFT) atau sistem air mengalir, *deep flow technique* (DFT), *floating hydroponic system* (sistem rakit apung), *wick system* (sistem sumbu), *drip system* (sistem tetes), *ebb and flow* (sistem pasang surut) dan aeroponik. Selain itu, hidroponik bisa juga merupakan kombinasi dari sistem-sistem tersebut. Perbedaan dari sistem hidroponik tersebut adalah bagaimana cara menghantarkan tiga kebutuhan tanaman ke akar (Nurdin, 2017). Menurut Annisa *et al.*, (2016), prinsip dasar hidroponik adalah adanya ketersediaan unsur hara bagi tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman.

*Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan sistem budidaya hidroponik yang bergerak mengalirkan air yang sudah mengandung nutrisi terus-menerus yang tersirkulasi secara kontinu melalui pipa-pipa dengan bantuan dorongan pompa. Ketinggian aliran nutrisi ini diatur berkisar 3 mm dan sangat tipis seperti negatif foto (*film*) sehingga disebut *nutrient film technique*. Pada sistem ini, sebagian akar tanaman terendam dalam air yang sudah mengandung nutrisi dan sebagian lagi berada di ruang udara dalam saluran sehingga dapat menyerap oksigen untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Saat larutan nutrisi mengalir, akar tanaman akan menyerap nutrisi yang dibutuhkan. Nutrisi tersirkulasi terus-menerus pada instalasi hidroponik dari reservoir (bak penampung nutrisi) ke pipa-pipa dan masuk ke *gully* yang berisi tanaman melalui selang emmitter lalu kembali masuk ke reservoir. Dengan mengalirnya larutan nutrisi, oksigen dan unsur hara untuk kebutuhan tanaman mendukung pertumbuhan akan selalu tersedia. Kekurangan oksigen pada aktivitas sistem perakaran dapat mempengaruhi proses penyerapan air dan unsur hara yang kurang optimal sehingga pertumbuhan tanaman dapat terganggu dan menurunkan hasil panen (Qalyubi *et al.*, 2014).

Larutan nutrisi tersirkulasi secara terus menerus selama 24 jam atau diatur pada waktu-waktu tertentu dengan pengatur waktu (terputus). Menurut Rahmat

(2015), tanaman membutuhkan waktu istirahat 7-8 jam sehari. Pada kisaran waktu tersebut tanaman tidak akan menyerap nutrisi sehingga listrik yang menyala akan menjadi pemborosan. Namun, walaupun tidak menyerap nutrisi, kelembapan media tanam dan oksigen terlarut harus tetap terjaga agar perakaran tidak mengalami kekeringan yang menyebabkan tanaman layu sehingga ada pendapat praktisi yang menyarankan untuk tetap menyalakan pompa selama 24 jam. Skema sistem budidaya hidroponik *nutrient film technique* disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2. Skema *Nutrient Film Technique* (NFT) System (Tallei *et al.*, 2017)

Kelebihan dari sistem NFT adalah memungkinkan tanaman dapat berproduksi sepanjang tahun sehingga beragam tanaman dapat dibudidayakan dengan sistem ini. Selain itu, penggunaan nutrisi dan air lebih efisien karena volume larutan hara yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan kultur air lainnya, lebih mudah mengatur suhu di sekitar perakaran tanaman (menaikkan atau menurunkan suhu), lebih mudah mengontrol hama dan penyakit, kuantitas tanaman lebih tinggi dan kualitas tanaman lebih bersih karena tidak ada sisa tanah atau media lainnya. Namun, ada juga kelemahan dari sistem ini yakni patogen dengan mudah menyebar pada seluruh tanaman karena tersirkulasi oleh larutan nutrisi yang sama yang dapat menyebabkan kematian tanaman dalam waktu yang singkat, sehingga pemilihan komoditas yang memiliki nilai ekonomi tinggi, tingkat keahlian dan pengetahuan tentang ilmu kimia sangat penting (Rosliani *et al.*, 2005).

### 2.3 Media Tanam Hidroponik

Media tanam digunakan sebagai penopang akar untuk mengokohkan tanaman atau sebagai media untuk menumbuhkan tanaman. Media tanam tidak mutlak harus mengandung unsur hara, media dapat bersifat *inert* atau hanya berfungsi untuk mengokohkan tanaman tanpa menyediakan unsur hara. Pada dasarnya, sistem hidroponik mengandalkan media tanam yang mampu menopang akar tanaman sekaligus menahan larutan aliran nutrisi agar cukup waktu bagi tanaman untuk menyerap unsur hara. Jenis media tanam yang digunakan pada sistem tanam hidroponik akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Media tanam yang baik membuat unsur hara tetap tersedia secara maksimal, kelembapan air terjamin dan drainasenya baik (Alviani, 2015). Media tanam yang digunakan dalam sistem hidroponik bebas dari unsur hara atau steril dan bersih dari hama sehingga tidak menumbuhkan jamur atau penyakit lainnya. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman akan dialirkan ke media tanam melalui pipa atau disiramkan secara manual (Roidah, 2014). Menurut Siswadi *et al.* (2013), pertumbuhan tanaman tidak lepas dari lingkungan tumbuh terutama faktor media tanam yang secara langsung akan mempengaruhi hasil tanaman.

Penyerapan nutrisi adalah komponen penting dalam budidaya hidroponik NFT, namun seringkali nutrisi yang diberikan tidak dapat diserap tanaman karena aliran nutrisi yang tidak merata di seluruh permukaan talang sehingga akar tidak tersentuh aliran nutrisi akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat. Media tanam yang baik harus memenuhi kriteria sebagai media tanam yang tidak mempengaruhi kandungan nutrisi, tidak menyumbat sistem pengairan, ringan, tidak mudah melapuk serta mempunyai pori-pori yang baik (Harjoko, 2009). Kemampuan media tanam untuk mengikat air tergantung dari ukuran partikel, semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan pori, sehingga semakin besar juga kemampuan media tanam untuk menahan air. Bentuk partikel media tanam yang tidak beraturan lebih banyak menyerap air dibanding media tanam yang memiliki bentuk bulat rata. Media tanam yang berpori juga memiliki kemampuan lebih besar untuk menahan air. Media tanam yang digunakan tidak boleh mengandung racun (toksik), sebaiknya dilakukan sterilisasi dengan cara

merendam media tanam dengan air klorin  $\pm$  1,5 jam. Kemudian dicuci dengan air tawar untuk menghilangkan klorin sebelum aplikasi (Roidah, 2014).

Media tanam yang bisa digunakan untuk hidroponik dikelompokkan menjadi dua menurut Rosliani *et al.* (2005) yaitu kultur air yang tidak menggunakan media pendukung lain untuk perakaran tanaman dan kultur substrat atau agregat yang menggunakan media padat untuk mendukung perakaran tanaman. Sistem hidroponik NFT termasuk dalam kultur air yang merupakan sistem tertutup (*closed system*) dimana akar tanaman terekspos larutan nutrisi tanpa media tanam dan larutan disirkulasi. Media tanam yang dapat digunakan pada sistem hidroponik NFT di antaranya sekam bakar, rockwool, cocopeat, dan spons. Media tanam pada sistem hidroponik ini disebut media *inert*. Media tanam *inert* adalah media tanam yang tidak menyediakan unsur hara seperti halnya tanah.

Muhit dan Qodriyah (2006) menyatakan bahwa, bahan organik dan anorganik digunakan di Australia sebagai media tumbuh hidroponik dalam pot. Bahan organik yang digunakan antara lain adalah kulit pohon pinus, serbuk gergaji, *peatmoss*, kulit *Eucalyptus*, sekam padi, serbuk dan serat sabut kelapa, kulit kacang, kompos, campuran kompos dan pakis, serat pakis, dan limbah tanaman anggur. Bahan anorganik yang digunakan antara lain adalah *lignite*, pasir, batu kerikil, *perlite*, vermikulit, *plastic foam*, rockwool, *scoria* atau serbuk bahan vulkanik keras, *pumice* (semacam batu apung), zeolit, hidrogel dan mineral liat.

### 2.3.1 Media Tanam Rockwool

Rockwool atau sering juga disebut dengan *mineral wool* adalah nama komersial media tanam utama yang telah dikembangkan dalam sistem budidaya tanpa tanah. Bahan ini berasal dari batu Basalt yang bersifat *inert* yang dipanaskan hingga mencapai suhu 1.600°C sampai mencair, kemudian cairan tersebut di *spin* (diputar) seperti membuat permen kapas sehingga menjadi benang-benang yang kemudian dipadatkan seperti kain “*wool*” yang terbuat dari “*rock*”. Setelah proses tersebut, bahan dapat dipotong menjadi berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan. Rockwool merupakan media anorganik dengan komponen media berbentuk granula yang berguna untuk menyerap dan meneruskan air sehingga

mempunyai kapasitas memegang air tinggi. Rockwool dapat digunakan sejak penyemaian hingga pembesaran tanaman (Bachri, 2016).

Rockwool menjadi media tanam yang paling banyak digunakan untuk menanam sayuran secara hidroponik karena memiliki berbagai keunggulan seperti tidak mengandung senyawa kimia dan patogen penyebab penyakit pada tanaman (bersifat netral), mampu menyerap air hingga 14 kali kapasitas tampung tanah, serta mampu menunjang pertumbuhan tanaman karena rongganya dapat dengan mudah dilewati akar sehingga cocok dipadukan dengan sistem hidroponik. Hal tersebut didukung oleh penelitian Sari (2018), yang menyatakan bahwa perlakuan tunggal media tanam rockwool mampu mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman dengan sistem hidroponik NFT. Namun kekurangan rockwool adalah harganya yang relatif mahal karena masih impor.

Menurut Susila dan Koerniawati (2004), penggunaan media rockwool secara umum memberikan hasil terbaik bagi pertumbuhan dan bobot panen selada pada THST (Teknologi Hidroponik Sistem Terapung). Hal ini disebabkan karena sifat rockwool yang ideal sebagai media tumbuh pada sistem hidroponik. Media ini bersifat *inert*, sedikit alkalin, tidak menyebabkan degradasi biologi dan dapat menyimpan air dengan baik karena memiliki ruang pori sebesar 95% dengan daya pegang air sebesar 80%. Media ini ringan saat kering dan mudah menyerap air. Kondisi ini memungkinkan pertumbuhan tanaman relatif cepat sehingga semua parameter pengamatan menunjukkan hasil yang terbaik.

### 2.3.2 Media Tanam Cocopeat

Serbuk sabut kelapa atau yang sering disebut dengan cocopeat ini merupakan salah satu media tanam hidroponik yang bersifat organik. Cocopeat merupakan hasil proses penghancuran sabut kelapa. Sabut kelapa ialah bagian mesokarp dari buah kelapa yang memiliki ketebalan 5 cm dan menempati 35% dari total buah kelapa yang telah masak petik. Pada proses penghancuran sabut dihasilkan serat yang lebih dikenal dengan nama *fiber*, serta serbuk halus yang dikenal dengan cocopeat. Cocopeat memiliki beberapa keunggulan sebagai media tanam. Salah satunya yang paling sering dimanfaatkan adalah kemampuan mengikat air (*water holding capacity*), kemampuan mengikat airnya mencapai 69%. Kemampuan mengikat airnya didukung oleh bahan penyusunnya yang

terdiri dari 2-13% serat pendek dengan panjang kurang dari 2 cm (Irawan *et al.*, 2014). Cocopeat bersifat *hydrophilik* dimana kelembapan akan tersebar merata pada permukaan media tanam. Cocopeat tidak mengalami dekomposisi secara cepat sehingga dapat menyebabkan perkolasi air ke lapisan bawah lebih baik dan merupakan media yang baik untuk pertumbuhan akar tanaman (Awang *et al.*, 2009).

Menurut Nurlaeny (2014), cocopeat merupakan bahan organik alternatif yang dapat digunakan sebagai media tanam karena karakteristiknya yang mampu mengikat air dengan kuat. Penggunaan media tanam cocopeat yang berasal dari sabut kelapa juga dapat meningkatkan produksi hasil tanaman dikarenakan cocopeat mengandung unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman, seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), nitrogen (N), dan fosfor (P). Hal itu didukung juga oleh penelitian Nur (2016) yang menyatakan bahwa cocopeat memiliki kapasitas pertukaran kation dan porositas lebih tinggi dibandingkan dengan arang sekam sehingga kemampuan menyerap dan menahan nutrisi sabut kelapa lebih tinggi.

Tanaman dengan media tanam cocopeat umumnya mempunyai perakaran yang lebih kuat dibandingkan dengan tanaman yang ditanam menggunakan media tanah. Cocopeat juga memiliki daya simpan air yang tinggi dan bobot isi yang ringan, sehingga akan mempermudah pada saat transportasi dan pendistribusian media tanam. Hasriani *et al.* (2013) menyatakan bahwa, tanaman dengan perlakuan media cocopeat lebih lama mengalami kekeringan (*dry spell*) dan cocok digunakan untuk kegiatan rehabilitasi lahan kritis di daerah beriklim kering.

### 2.3.3 Media Tanam Spons

Spons bisa dijadikan media tanam hidroponik karena sifatnya yang sangat baik dalam penyerapan air dan nutrisi. Spons memiliki bobot yang ringan, tetapi ketika disiram air akan menjadi berat sehingga mampu berfungsi sebagai tempat tumbuhnya tanaman. Hal ini dikarenakan rongga spons dapat dijadikan sarana dalam mengalirkan air yang berisi nutrisi ke akar tanaman. Sebagai media tanam hidroponik, spons merupakan media tanam yang sangat mudah ditemukan. Keunggulan spons sebagai media tanam karena mampu menyerap air dan juga menahan serapan yang cukup tinggi. Selain itu, spons juga bisa digunakan sebagai

media semai, namun di Indonesia penggunaan spons sebagai media tanam hidroponik masih sangat jarang dilakukan (Setiawan, 2017).

Media tanam spons memberikan jumlah daun, jumlah tanaman hidup, dan bobot rata-rata tanaman tertinggi dan dapat menghasilkan bobot selada yang dipasarkan lebih baik dibandingkan media tanam arang sekam, cocopeat dan rockwool. Secara visual daun selada yang dihasilkan oleh media tanam spons mempunyai warna yang lebih hijau. Sifat spons yang mudah menyerap air, berogga sehingga mudah ditembus oleh akar dan memiliki aerasi yang baik merupakan faktor yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Susila dan Koerniawati, 2014). Menurut penelitian yang dilakukan Rawi *et al.* (2017), penggunaan media briket dan media spons memberikan hasil selada pada berat segar tajuk yang lebih baik (3,5 gram dan 3,9 gram) dibandingkan dengan media rockwool (3,3 gram).

#### **2.4 Larutan Nutrisi AB Mix**

Pada budidaya tanaman dengan media tanah, tanaman dapat memperoleh unsur hara dari dalam tanah yang berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik dan anorganik dalam tanah, tetapi pada budidaya tanaman secara hidroponik tanaman memperoleh unsur hara dari larutan nutrisi yang tersedia dalam jumlah yang tepat dan mudah diserap oleh tanaman untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemberian nutrisi melalui permukaan media tanam atau akar tanaman. Nutrisi diberikan dalam bentuk larutan yang bahannya dapat berasal dari bahan organik dan anorganik. Pada umumnya yang dipakai untuk keperluan tanaman hidroponik adalah pupuk majemuk yang mengandung larutan nutrisi unsur hara makro dan mikro, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), potasium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), belerang (S), boron (Bo), tembaga (Cu), klor (Cl), besi (Fe), mangan (Me), molibdenum (Mo), dan seng (Zn). Pemberian larutan nutrisi yang digunakan adalah melalui perputaran aliran larutan nutrisi yang dibantu oleh pompa mesin atau dapat pula menggunakan cara yang lebih sederhana (tanpa pompa) yaitu menggunakan gaya gravitasi. Salah satu contoh dari produk nutrisi yang banyak diperdagangkan yaitu AB mix (Putera, 2015).

Larutan nutrisi AB mix merupakan larutan nutrisi untuk tanaman hortikultura yang mengandung semua unsur makro dan mikro yang diperlukan

tanaman untuk menghasilkan kualitas dan kuantitas hasil produksi yang optimal. Larutan nutrisi AB mix mengandung 13 unsur makro dan mikro yang diperlukan tanaman. Pupuk A terdiri dari tiga unsur, yaitu: Calcium-Amonium-Nitrat, Kalium-Nitrat, dan Fe-EDTA. Pupuk B terdiri dari 10 unsur, yaitu: Kalium-Dihidro-Fosfat, Kalium-Nitrat, Ammonium-Sulfat, Kalium-Sulfat, Magnesium-Sulfat, Mangan-Sulfat, Tembaga (kupro)-Sulfat, Seng-Sulfat, Asam Borat atau Boraks, Amonium-hepta-molibdat atau Natrium-hepta-molibdat. Pemisahan larutan A dan B tersebut dikarenakan  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  atau  $\text{SO}_4^{2-}$  tidak boleh dicampurkan atau didiamkan dalam konsentrasi pekat (Rawi *et al.*, 2017).

Derajat keasaman (pH) dipengaruhi oleh penyerapan nutrisi berupa anion (muatan negatif) dan kation (muatan positif). Tanaman menyerap nutrisi dalam bentuk ion. Penyerapan antara anion dan kation harus seimbang agar pH tetap stabil. pH turun disebabkan oleh kelebihan anion dan peningkatan pH dikarenakan kelebihan kation. Semakin kecil angka pH, semakin asam kondisi larutan. Semakin besar angka pH, semakin alkalis (basa) kondisi larutan. Nilai pH yang disarankan dalam budidaya hidroponik adalah 5.5-5.8 karena penyerapan nutrisi optimal pada pH yang sedikit asam. Penyerapan unsur hara  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{2+}$  kurang optimal pada pH tinggi, sedangkan penyerapan unsur hara  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  kurang optimal pada pH rendah (Bugbee, 2004).

Nilai pH dapat mempengaruhi penyerapan akar terhadap unsur-unsur hara yang terkandung dalam nutrisi yang diberikan. Apabila pH terlalu rendah akar akan mengalami kesulitan dalam menyerap unsur-unsur hara sehingga akan terjadi defisiensi hara, apabila pH terlalu tinggi akan terjadi pengendapan nutrisi sehingga akar tidak dapat menyerap unsur hara tersebut. Selain dipengaruhi nutrisi, pH juga dipengaruhi oleh suhu. Suhu ideal untuk tanaman hidroponik sekitar 22°C (Sastro dan Rokhman, 2016).

Pada setiap periode pertumbuhan tanaman akan terjadi fluktuasi pH. Hal ini menunjukkan pada periode awal dan tengah pertumbuhan tanaman lebih banyak menyerap anion. Hal ini sesuai dengan Asmana *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa, dalam perjalanan pertumbuhan tanaman mungkin akan ada perubahan pH atau pH akan mengalami naik dan turun. Misalnya pada awal pertumbuhan tanaman lebih banyak menyerap anion dan ketika tumbuh besar lebih banyak

menyerap kation. Menurut Binaraesa (2016), nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktifitas biologi seperti fotosintesis dan respirasi organisme, temperatur dan ion-ion larutan nutrisi.

Selain pH nutrisi, tingkat kepekatan larutan nutrisi juga perlu diperhatikan. Tingkat kepekatan larutan nutrisi diukur menggunakan alat EC meter. *Electrical Conductivity* (EC) atau konduktivitas listrik merupakan kemampuan air sebagai penghantar listrik yang dipengaruhi oleh jumlah ion atau garam yang terlarut dalam air diukur menggunakan EC meter dengan satuan mS/cm. Semakin banyak garam yang terlarut, semakin tinggi daya hantar listrik yang terjadi. Kebutuhan EC tanaman ditentukan oleh varietas, umur tanaman dan iklim mikro. Setiap tanaman memiliki nilai EC yang berbeda-beda untuk pertumbuhannya. Kebutuhan EC disesuaikan dengan fase pertumbuhan, yaitu ketika tanaman masih kecil, EC yang dibutuhkan juga kecil. Semakin meningkat umur tanaman semakin besar EC yang dibutuhkan. Untuk tanaman kecil atau belum dewasa, angka EC berkisar antara 1-1,5 mS/cm. Setelah dewasa atau menjelang berbunga atau berbuah, nilai EC dapat ditingkatkan hingga 2,5-4 mS/cm, kecuali untuk tanaman tomat nilai EC yang dibutuhkan hingga 7 mS/cm. Pada umumnya, angka EC lebih dari 4 mS/cm akan menimbulkan toksisitas bahkan kematian pada tanaman sayuran daun (Asmana *et al.*, 2017). Kebutuhan nutrisi (PPM) tanaman kale disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Nutrisi (PPM) Beberapa Jenis Sayuran Daun (Moesa, 2016).

Jenis Sayuran	PPM
Basil	700-1120
Bayam	1260-1610
Bawang Pre	980-1260
Caisim	1400-1680
Kailan	1050-1400
Kangkung	1400-2800
Kembang Kol	1050-1400
Kubis	1750-1200
Pakchoy	1400-2800
Mint	1400-1680
Sawi	1050-1400
Selada	560-840
Seledri	1260-1680

## 2.5 Debit Aliran Nutrisi

Penyerapan nutrisi tidak akan berjalan baik apabila tidak didukung dengan kecepatan aliran nutrisi yang sesuai dan kontinu. Apabila sirkulasi baik maka penyerapan unsur hara juga baik. Debit aliran nutrisi serta kemiringan instalasi yang dipakai dapat memberikan pengaruh terhadap kecepatan aliran nutrisi yang dihasilkan di talang. Debit aliran nutrisi berpengaruh pada sirkulasi serta kecepatan nutrisinya. Kecepatan aliran nutrisi berpengaruh terhadap penyerapan nutrisi. Kecepatan aliran yang terlalu cepat maupun terlalu lambat dapat menyulitkan akar untuk menyerap unsur hara yang terdapat pada air. Debit aliran yang lebih cepat dapat memperkecil kemungkinan terjadinya pengendapan nutrisi sehingga nutrisi dapat diserap dengan baik oleh tanaman (Harjoko, 2009).

Berdasarkan penelitian Maulido *et al.*, (2016), debit outlet yang terbesar terdapat pada awal pertumbuhan sedangkan debit outlet yang terendah terdapat pada akhir pertumbuhan tanaman untuk masing-masing kemiringan talang. Perbedaan nilai debit outlet pada awal dan akhir pertumbuhan tanaman disebabkan oleh masing-masing kemiringan. Faktor akar tanaman juga mempengaruhi karena akar tanaman pada awal pertumbuhan masih berukuran kecil dan daya serap akar tanaman masih lambat. Pada periode akhir pertumbuhan debit outlet menjadi kecil karena jumlah akar tanaman yang semakin banyak serta adanya lumut pada talang menghambat laju larutan nutrisi tersebut.

Pada sistem hidroponik NFT untuk jenis-jenis tanaman yang banyak membutuhkan air, semakin tinggi aliran atau debit aliran nutrisi maka semakin maksimal pertumbuhan dan produksinya. Kecepatan aliran yang sesuai akan mendorong penyerapan nutrisi secara optimal dengan fluktuasi suhu yang rendah. Penyerapan nutrisi yang baik secara langsung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sehingga perlakuan debit aliran nutrisi yang berbeda juga akan menghasilkan pengaruh yang berbeda pada variabel tinggi tanaman. Hal itu didukung oleh penelitian Asmana *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa, debit aliran nutrisi yang terlalu deras akan menghambat proses pertumbuhan tanaman yang menyebabkan akar tanaman sulit menyerap unsur hara yang terkandung dalam air tersebut.

Salah satu prinsip dasar sistem NFT ialah kecepatan aliran air (debit aliran) yang sesuai. Penyerapan nutrisi tidak akan berjalan baik apabila tidak didukung kecepatan aliran nutrisi yang sesuai dan aliran nutrisi yang kontinu (*intermitten*). Berdasarkan hasil pengamatan dari penelitian yang telah dilakukan Qalyubi *et al.* (2014), perlakuan debit aliran nutrisi 0,5-4,5 L/menit memberikan pengaruh berbeda pada pertumbuhan kangkung dengan sistem irigasi hidroponik NFT. Namun, debit aliran nutrisi 0,5-1,5 L/menit memberikan pengaruh yang cenderung lebih baik.



### 3. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di fasilitas *Greenhouse* Angkasa, Landasan Udara Abdul Rachman Saleh TNI AU, Jalan Komodor Udara Abdul Rahman Saleh, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang, terletak pada ketinggian  $\pm 526$  m dpl dengan kisaran suhu 25-36°C. Secara astronomis berada pada koordinat 7°55, 35"LU 112°42'52"BT/ 7,92639°LS 112,71444°BT. Penelitian berlangsung pada bulan September sampai Desember 2018.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah instalasi hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT), reservoir nutrisi, pengaduk nutrisi, nampan, netpot, TDS meter, pH meter, *hygrometer*, termometer, Konica Minolta *Chlorophyll Meter* SPAD-520Plus, gelas ukur, timbangan digital, *stopwatch*, *gunting/cutter*, penggaris, kamera dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kale *curly*, media tanam rockwool, cocopeat, spons, nutrisi AB mix dan air.

#### 3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Petak Tersarang (*Nested Design*) yang terdiri dari dua faktor yaitu debit aliran nutrisi sebagai petak utama dan jenis media tanam sebagai anak petak.

Faktor pertama debit aliran nutrisi terdiri dari tiga taraf, yaitu:

D1 : Debit aliran nutrisi 0,5 L/menit

D2 : Debit aliran nutrisi 1,5 L/menit

D3 : Debit aliran nutrisi 2,5 L/menit

Faktor kedua jenis media tanam terdiri dari tiga taraf, yaitu:

M1 : Media tanam rockwool

M2 : Media tanam cocopeat

M3 : Media tanam spons

Dari dua perlakuan tersebut didapatkan 9 kombinasi perlakuan sebagaimana tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan Debit Aliran Larutan Nutrisi dan Jenis Media Tanam

<b>Kombinasi Perlakuan</b>	<b>Keterangan</b>
<b>D1M1</b>	Debit 0,5 L/menit + media rockwool
<b>D1M2</b>	Debit 0,5 L/menit + media cocopeat
<b>D1M3</b>	Debit 0,5 L/menit + media spons
<b>D2M1</b>	Debit 1,5 L/menit + media rockwool
<b>D2M2</b>	Debit 1,5 L/menit + media cocopeat
<b>D2M3</b>	Debit 1,5 L/menit + media spons
<b>D3M1</b>	Debit 2,5 L/menit + media rockwool
<b>D3M2</b>	Debit 2,5 L/menit + media cocopeat
<b>D3M3</b>	Debit 2,5 L/menit + media spons

Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 6 tanaman sehingga jumlah seluruh tanaman yang ditanam sebanyak 162 tanaman. Denah petak percobaan disajikan pada Lampiran 1, sedangkan denah pengamatan sampel tanaman disajikan pada Lampiran 2.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Kegiatan ini meliputi pembuatan desain dan pompa instalasi hidroponik NFT, pembersihan instalasi dari gulma atau kotoran supaya tidak menghambat aliran nutrisi, penataan *gully*, persiapan benih kale *curly*, persiapan media tanam yaitu rockwool, cocopeat dan spons serta pembuatan larutan nutrisi untuk tanaman.

#### 3.4.2 Pembuatan Larutan Nutrisi

Penelitian ini menggunakan nutrisi A dan B atau disebut nutrisi AB mix. Sebelum digunakan sebagai larutan nutrisi hidroponik, bubuk nutrisi stok A dengan berat total 1.200 g dan bubuk nutrisi stok B dengan berat total 1.174 g masing-masing dilarutkan dalam 5 liter air, kemudian diaduk hingga homogen. Larutan nutrisi A dan B yang telah siap digunakan pada sistem hidroponik NFT diaplikasikan masing-masing sesuai nilai kebutuhan larutan nutrisi menurut umur tanaman pada reservoir (bak penampung nutrisi) yang berkapasitas 80 liter. Cara

pengaplikasian pada awal tanam dengan menambahkan 400 ml nutrisi stok A dan 400 ml stok B yang dilarutkan dalam 80 liter air.

Kemudian dilakukan pengecekan nilai PPM dan pH setiap pembuatan nutrisi dan disesuaikan dengan umur tanaman (Tabel 4). Peningkatan nilai PPM dapat dilakukan dengan penambahan larutan nutrisi sedangkan penurunan nilai PPM dapat dilakukan dengan penambahan air pada larutan nutrisi yang akan diaplikasikan ke tanaman.

Tabel 4. Kebutuhan Larutan Nutrisi (PPM) pada Pertumbuhan Tanaman Kale

Periode Pertumbuhan	Nilai Kebutuhan Larutan Nutrisi (PPM)	Keterangan
Awal	1050	0-14 HST
Tengah	1200	15-28 HST
Akhir	1400	29-55 HST

### 3.4.3 Persemaian

Media semai yang digunakan adalah rockwool, cocopeat dan spons. Persemaian dengan media rockwool dan spons dilakukan dengan memotong media tanam menyerupai bentuk dadu dengan ukuran 2,5 x 2,5 cm dan dibuat lubang tanam dengan kedalaman  $\pm$  1-2 cm kemudian media tanam diletakkan dalam nampan, selanjutnya dibasahi dengan air secukupnya hingga lembap. Benih diletakkan dalam lubang tanam, masing-masing lubang tanam diisi 1 buah benih. Pada persemaian dengan menggunakan media cocopeat dilakukan dengan membasahi media dengan air hingga lembab kemudian media tanam diletakkan dalam nampan dan dibuat lubang tanam dengan kedalaman  $\pm$  1 cm. Benih diletakkan masing-masing 1 buah di setiap lubang tanam pada media tanam rockwool, cocopeat dan spons, selanjutnya nampan diletakkan di tempat gelap atau disungkup selama dua hari. Penyungkupan dilakukan untuk mempercepat proses pemecahan dormansi benih. Kemudian jika benih sudah bertunas, nampan dapat dikeluarkan dari tempat gelap atau dilepaskan sungkupnya dan diletakkan di tempat yang ternaung. Perawatan yang dilakukan di persemaian antara lain penyiraman yang dilakukan setiap hari pada pagi hari untuk menjaga kelembapan dan ketersediaan air pada media semai.

#### 3.4.4 Pindah Tanam

Penanaman dilakukan dengan pemindahan bibit (tanaman muda) berumur 14 Hari Setelah Semai (HSS) dari persemaian ke instalasi hidroponik NFT. Pemindahan bibit dilakukan tanpa memisahkan media dengan tanaman karena media digunakan hingga tanaman tersebut panen. Bibit yang sebelumnya disemaikan di nampan dipindahkan pada instalasi NFT dengan melakukan seleksi bibit yang memiliki pertumbuhan seragam dengan jumlah daun 3-5 helai dan tidak terinfeksi Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Setiap netpot diisi dengan 1 bibit tanaman dengan jarak lubang tanam pada instalasi 20 cm.

Aplikasi larutan nutrisi mulai dilakukan setelah tanaman dipindahtanamkan ke instalasi hidroponik pada fase pertumbuhan awal atau ketika tanaman berumur 0 Hari Setelah Tanam (HST). Perlakuan tersebut dilakukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dan merangsang perkecambahan serta pertumbuhan akar. Pemberian larutan nutrisi dilakukan dengan cara disirkulasikan melalui selang emitter dan dihubungkan dengan reservoir penampung nutrisi.

#### 3.4.6 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan tanaman kale pada sistem hidroponik NFT meliputi pembersihan selang dan pengecekan lumut pada instalasi yang dilakukan setiap hari untuk mengoptimalkan ruang tanam dan membantu mengurangi volume serangan OPT yang berpengaruh pada optimalisasi produksi tanaman kale.

#### 3.4.7 Pengawasan Kuantitas dan Kualitas Larutan Nutrisi

Pengawasan larutan nutrisi dengan pengontrolan ketersediaan larutan nutrisi di reservoir, dilakukan penambahan larutan nutrisi yang berkurang akibat penyerapan unsur hara oleh tanaman dan penguapan air. Selain itu juga dilakukan pengontrolan nilai debit aliran nutrisi, PPM dan pH pada larutan nutrisi. Nilai PPM larutan nutrisi harus dikontrol sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman kale yang diukur menggunakan TDS meter. Nilai pH tanaman kale juga harus diukur sehingga tersedia kondisi yang mendukung pertumbuhan tanaman. Nilai optimal pH tanaman kale pada sistem hidroponik berkisar 5,5-6,5 yang diukur menggunakan pH meter.

#### 3.4.8 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara mekanis dan tidak menggunakan pestisida dengan cara mengambil hama yang menyerang tanaman kale. Hama yang menyerang tanaman kale pada saat kegiatan budidaya adalah ulat daun.

#### 3.4.9 Panen

Pemanenan dilakukan saat kale berumur 55 HST pada pagi hari untuk menghindari saat proses panen terpapar sinar matahari yang terlalu terik dan beresiko menyebabkan tanaman cepat layu. Kriteria kale dewasa siap panen yaitu umur tanaman minimal 50 hari, memiliki tinggi 25-35 cm dari pangkal batang, bobot tanaman 65-75 gram, warna daun hijau tua untuk kale hijau, daun keriting dan lebar, tidak patah dan bebas dari hama penyakit, keadaan akar sehat, panjang dan bersih, serta tanaman dalam kondisi segar dan tidak layu. Cara panen sayuran hidroponik dengan mengangkatnya dari lubang tanam.

### 3.5 Pengamatan Penelitian

Pengamatan dilakukan dengan cara non destruktif dan destruktif terhadap 6 tanaman sampel. Pengamatan non destruktif dilakukan pada saat pertumbuhan tanaman yaitu pada umur 14, 21, 28, 35, 49 dan 55 Hari Setelah Tanam (HST) (sebelum panen) sedangkan pengamatan destruktif dilakukan pada saat tanaman berumur 55 HST (panen). Peubah yang akan diamati sebagai berikut:

#### 1. Pengamatan Non Destruktif

##### a. Tinggi Tanaman (cm)

Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman sampel dari bagian pangkal batang hingga bagian ujung daun tertinggi.

##### b. Jumlah Daun (helai)

Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah helaian daun tanaman sampel yang telah membuka sempurna.

##### c. Diameter Batang (cm)

Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur diameter batang bagian bawah pada tanaman sampel.

## 2. Pengamatan Destruktif

### a. Kandungan Klorofil a, Klorofil b dan Total Klorofil (g /100g)

Pengamatan dilakukan pada 55 HST dengan mengambil 5 helai daun untuk setiap sampel pengamatan dan diukur menggunakan alat bantu ukur indeks klorofil Konica Minolta *Chlorophyll Meter SPAD-502Plus*. Daun yang diukur kadar klorofilnya dijepitkan pada bagian sensor dari alat tersebut. Sensor ditempatkan di bagian pangkal, tengah dan ujung daun hanya pada bagian jaringan mesofil daun dengan menghindari bagian tulang daun. Nilai estimasi kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil berasal dari angka pembacaan indeks klorofil yang didapat dari Konica Minolta *Chlorophyll Meter SPAD-502Plus* yang kemudian di konversi melalui persamaan estimasi kandungan klorofil untuk tanaman kale (Leon *et al.*, 2007).

$$\text{Klorofil a} = 2,51 (x) - 16,28$$

$$\text{Klorofil b} = 0,74 (x) - 2,85$$

$$\text{Total Klorofil} = 3,40 (x) - 19,00$$

Keterangan:

x = angka pembacaan indeks klorofil yang di dapat dari Konica Minolta *Chlorophyll Meter SPAD-502Plus*

### b. Panjang Akar Tanaman (cm)

Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur panjang akar sampel tanaman dari pangkal batang atau permukaan media tanam hingga ujung akar terpanjang.

### c. Bobot Akar per Tanaman ( $g \text{ tan}^{-1}$ )

Pengamatan dilakukan dengan cara menimbang bagian akar sampel tanaman (dengan media tanam).

### d. Bobot Segar Total per Tanaman ( $g \text{ tan}^{-1}$ )

Pengamatan dilakukan dengan cara menimbang keseluruhan bagian sampel tanaman (tanpa media tanam).

### e. Bobot Segar Konsumsi per Tanaman ( $g \text{ tan}^{-1}$ )

Pengamatan dilakukan dengan cara menimbang keseluruhan bagian sampel tanaman (tanpa media tanam dan akar).

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5% yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh nyata dari perlakuan. Apabila terdapat pengaruh nyata pada perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan tinggi tanaman kale menunjukkan pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan jenis media tanam (Lampiran 3). Perlakuan debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada tinggi tanaman kale 14, 35, 42 dan 55 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 21, 28 dan 49 HST. Perlakuan debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada tinggi tanaman kale 14, 21, 28, 42, 49 dan 55 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 35 HST. Perlakuan debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada tinggi tanaman kale 14, 49 dan 55 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 21, 28, 35 dan 42 HST. Data rata-rata tinggi tanaman kale akibat perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Berbagai Umur Pengamatan

Debit Aliran	Media	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)						
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	55 HST
0,5 L/menit	Rockwool	5,94 b	8,47	11,08	15,82 b	20,42 b	22,92	26,47 b
	Cocopeat	5,64 ab	8,07	10,87	15,22 ab	19,38 ab	22,18	25,42 ab
	Spons	5,28 a	7,95	10,47	14,47 a	18,90 a	22,17	24,92 a
<b>BNT (5%)</b>		0,47	tn	tn	1,15	1,40	tn	1,40
1,5 L/menit	Rockwool	6,33 b	8,88 b	12,12 b	16,20	21,15 b	24,48 b	29,15 b
	Cocopeat	6,04 ab	8,72 ab	11,57 ab	15,85	20,53 ab	23,32 ab	26,95 a
	Spons	5,84 a	8,22 a	11,08 a	15,48	19,60 a	22,52 a	25,63 a
<b>BNT (5%)</b>		0,47	0,63	0,97	tn	1,40	1,52	1,40
2,5 L/menit	Rockwool	6,76 b	9,23	12,53	16,68	21,43	25,43 b	29,75 b
	Cocopeat	6,54 ab	8,97	12,32	16,55	21,05	24,85 ab	29,45 b
	Spons	6,10 a	8,82	12,00	16,10	21,02	23,57 a	27,30 a
<b>BNT (5%)</b>		0,47	tn	tn	tn	tn	1,52	1,40

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berpengaruh nyata

Pada umur pengamatan 14, 35, 42 dan 55 HST menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons.

Rata-rata tinggi tanaman pada umur pengamatan 14, 21, 28, 42 dan 49 HST menunjukkan bahwa pada debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Sedangkan pada umur pengamatan 55 HST perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata tinggi tanaman yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons.

Pada umur pengamatan 14 dan 49 HST menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman pada debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Sedangkan pada umur pengamatan 55 HST dengan perlakuan media tanam spons menunjukkan rata-rata tinggi tanaman yang berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat.

#### 4.1.2 Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan jumlah daun tanaman kale menunjukkan pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan jenis media tanam (Lampiran 3). Perlakuan debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada jumlah daun tanaman kale 14 dan 21 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 28, 35, 42, 49 dan 55 HST. Perlakuan debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada jumlah daun tanaman kale 14, 21, 42 dan 55 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 28, 35 dan 49 HST. Perlakuan debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada jumlah daun tanaman kale 14, 21 dan 28 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 35, 42, 49 dan 55 HST. Data rata-rata

jumlah daun tanaman kale akibat perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Jumlah Daun Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Berbagai Umur Pengamatan

Debit Aliran	Media	Rata-rata Jumlah Daun (helai)						
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	55 HST
0,5 L/menit	Rockwool	2,25 b	4,33 b	6,75	8,75	9,75	12,00	12,83
	Cocopeat	2,08 b	3,92 a	6,25	8,33	9,67	11,50	12,00
	Spons	1,33 a	3,67 a	6,42	8,25	9,50	11,00	11,83
<b>BNT (5%)</b>		0,47	0,29	tn	tn	tn	tn	tn
1,5 L/menit	Rockwool	2,75 b	4,83 c	6,92	9,42	11,00 b	12,33	13,67 b
	Cocopeat	2,50 ab	4,50 b	6,58	9,00	10,50 ab	11,67	12,67 ab
	Spons	2,08 a	4,08 a	6,25	8,50	9,75 a	11,33	12,17 a
<b>BNT (5%)</b>		0,47	0,29	tn	tn	0,98	tn	1,08
2,5 L/menit	Rockwool	3,42 b	5,58 b	7,92 b	9,67	11,67	12,83	13,50
	Cocopeat	2,83 a	4,92 a	7,33 ab	9,50	11,42	12,83	13,67
	Spons	2,58 a	4,67 a	6,75 a	9,17	10,75	12,00	13,17
<b>BNT (5%)</b>		0,47	0,29	1,07	tn	0,98	tn	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berpengaruh nyata

Pada umur pengamatan 14 HST menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dengan perlakuan media tanam spons berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat. Sedangkan pada umur pengamatan 21 HST dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata jumlah daun yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons.

Rata-rata jumlah daun pada umur pengamatan 14, 42 dan 55 HST menunjukkan bahwa pada debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Sedangkan pada umur pengamatan 21 HST dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata jumlah daun yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons.

Pada umur pengamatan 14 dan 21 HST menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun pada debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons. Sedangkan pada umur pengamatan 21 HST dengan perlakuan

media tanam rockwool menunjukkan rata-rata jumlah daun yang tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons.

#### 4.1.3 Diameter Batang

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan diameter batang tanaman kale menunjukkan pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan jenis media tanam (Lampiran 3). Perlakuan debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada diameter batang tanaman kale 14, 35, 42 dan 55 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 21, 28 dan 49 HST. Perlakuan debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada diameter batang tanaman kale 28, 35, 42, 49 dan 55 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 14 dan 28 HST. Perlakuan debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dan jenis media tanam menunjukkan pengaruh nyata pada diameter batang tanaman kale 28, 35 dan 55 HST, namun tidak berbeda nyata pada umur pengamatan 14, 21, 42 dan 49 HST. Data rata-rata diameter batang tanaman kale akibat perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Diameter Batang Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Berbagai Umur Pengamatan

Debit Aliran	Media	Rata-rata Diameter Batang (cm)						
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	55 HST
0,5 L/menit	Rockwool	0,27 b	0,34	0,43	0,53 b	0,62 c	0,68	0,77 b
	Cocopeat	0,22 ab	0,33	0,40	0,48 ab	0,57 b	0,65	0,72 ab
	Spons	0,21 a	0,30	0,38	0,45 a	0,52 a	0,63	0,70 a
<b>BNT (5%)</b>		0,05	tn	tn	0,05	0,04	tn	0,06
1,5 L/menit	Rockwool	0,29	0,39	0,51 b	0,62 b	0,65 b	0,76 b	0,80 b
	Cocopeat	0,28	0,38	0,47 ab	0,55 a	0,62 b	0,74 ab	0,77 ab
	Spons	0,25	0,34	0,42 a	0,52 a	0,57 a	0,69 a	0,72 a
<b>BNT (5%)</b>		tn	tn	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06
2,5 L/menit	Rockwool	0,33	0,43	0,56 b	0,65 b	0,68	0,82	0,87 b
	Cocopeat	0,30	0,42	0,53 ab	0,65 b	0,70	0,77	0,83 ab
	Spons	0,29	0,38	0,49 a	0,58 a	0,67	0,76	0,80 a
<b>BNT (5%)</b>		tn	tn	0,05	0,05	tn	tn	0,06

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berpengaruh nyata

Pada umur pengamatan 14, 35 dan 55 HST menunjukkan bahwa rata-rata diameter batang pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Sedangkan pada umur pengamatan 42 HST dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata diameter batang yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons.

Rata-rata diameter batang pada umur pengamatan 28, 49 dan 55 HST menunjukkan bahwa pada debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Pada umur pengamatan 35 HST dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata diameter batang yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons. Sedangkan pada umur pengamatan 42 HST dengan perlakuan media tanam spons menunjukkan rata-rata diameter batang yang berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat.

Pada umur pengamatan 28 dan 55 HST menunjukkan bahwa rata-rata diameter batang pada debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Sedangkan pada umur pengamatan 35 HST dengan perlakuan media tanam spons menunjukkan rata-rata diameter batang yang berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat.

#### 4.1.4 Kandungan Klorofil a, Klorofil b dan Total Klorofil

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil tanaman kale menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan jenis media tanam (Lampiran 3). Data rata-rata kandungan klorofil tanaman kale akibat perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam disajikan pada Tabel 8. Berdasarkan data rata-rata kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil tanaman kale dapat diketahui

bahwa perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil tanaman kale.

Tabel 8. Rata-rata Kandungan Klorofil a, Klorofil b dan Total Klorofil Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Umur Pengamatan 55 HST

Debit Aliran	Media	Rata-rata Kandungan Klorofil (g /100 g)		
		Klorofil a	Klorofil b	Total Klorofil
0,5 L/menit	Rockwool	56,17	18,51	79,14
	Cocopeat	59,77	19,57	84,01
	Spons	57,74	18,97	81,26
<b>BNT (5%)</b>		tn	tn	tn
1,5 L/menit	Rockwool	69,24	22,36	96,85
	Cocopeat	63,34	20,62	88,86
	Spons	67,70	21,91	94,76
<b>BNT (5%)</b>		tn	tn	tn
2,5 L/menit	Rockwool	63,31	20,18	88,13
	Cocopeat	68,35	22,10	95,64
	Spons	64,06	20,84	89,83
<b>BNT (5%)</b>		tn	tn	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berpengaruh nyata

#### 4.1.5 Panjang Akar Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan panjang akar tanaman kale menunjukkan pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan jenis media tanam (Lampiran 3). Data rata-rata panjang akar tanaman kale akibat perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam disajikan pada Tabel 9. Berdasarkan data rata-rata panjang akar tanaman kale dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata antara debit aliran nutrisi dan jenis media tanam pada masing-masing debit aliran nutrisi 0,5 L/menit, 1,5 L/menit dan 2,5 L/menit.

Rata-rata panjang akar pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan hasil yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons. Sedangkan pada masing-masing debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dan 2,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata panjang akar yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons.

Tabel 9. Rata-rata Panjang Akar dan Bobot Akar Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Umur Pengamatan 55 HST

Debit Aliran	Media	Rata-rata Panjang Akar (cm)	Rata-rata Bobot Akar (g tan <sup>-1</sup> )
0,5 L/menit	Rockwool	17,36 b	20,20 b
	Cocopeat	15,43 a	18,18 ab
	Spons	13,69 a	16,90 a
<b>BNT (5%)</b>		1,75	2,80
1,5 L/menit	Rockwool	22,61 c	20,18
	Cocopeat	18,97 b	18,10
	Spons	16,30 a	17,80
<b>BNT (5%)</b>		1,75	tn
2,5 L/menit	Rockwool	26,79 c	26,17 b
	Cocopeat	24,11 b	24,68 b
	Spons	19,70 a	20,65 a
<b>BNT (5%)</b>		1,75	2,80

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berpengaruh nyata

#### 4.1.6 Bobot Akar per Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan bobot akar tanaman kale menunjukkan pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan media tanam (Lampiran 3). Data rata-rata bobot akar tanaman kale akibat perlakuan debit aliran nutrisi dan media tanam disajikan pada Tabel 9. Berdasarkan data rata-rata bobot akar tanaman kale dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata antara debit aliran nutrisi dan perlakuan jenis media tanam pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dan 2,5 L/menit, namun tidak berpengaruh nyata pada debit aliran nutrisi 1,5 L/menit.

Rata-rata bobot akar pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Sedangkan pada debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dengan perlakuan media tanam spons menunjukkan rata-rata bobot akar yang berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat.

#### 4.1.7 Bobot Segar Total per Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan bobot segar total tanaman kale menunjukkan pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan jenis media tanam (Lampiran 3). Data rata-rata bobot segar total tanaman kale akibat

perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam disajikan pada Tabel 10. Berdasarkan data rata-rata bobot segar total tanaman kale dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata antara debit aliran nutrisi dan perlakuan jenis media tanam pada masing-masing debit aliran nutrisi 0,5 L/menit, 1,5 L/menit dan 2,5 L/menit.

Tabel 10. Rata-rata Bobot Segar Total dan Bobot Segar Konsumsi Akibat Perlakuan Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam pada Umur Pengamatan 55 HST

Debit Aliran	Media	Rata-rata Bobot Segar Total (g tan <sup>-1</sup> )	Rata-rata Bobot Segar Konsumsi (g tan <sup>-1</sup> )
0,5 L/menit	Rockwool	101,30 b	80,93 b
	Cocopeat	95,03 b	76,35 b
	Spons	83,03 a	66,13 a
<b>BNT (5%)</b>		9,69	8,04
1,5 L/menit	Rockwool	112,98 b	94,63 b
	Cocopeat	104,88 ab	85,28 a
	Spons	97,18 a	78,55 a
<b>BNT (5%)</b>		9,69	8,04
2,5 L/menit	Rockwool	142,17 c	114,50 b
	Cocopeat	131,73 b	105,65 a
	Spons	121,00 a	99,18 a
<b>BNT (5%)</b>		9,69	8,04

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berpengaruh nyata

Rata-rata bobot segar total pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dengan perlakuan media tanam spons berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat. Pada debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata bobot segar total yang tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media tanam cocopeat, namun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam spons. Sedangkan pada debit aliran nutrisi 2,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata bobot segar total yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons.

#### 4.1.8 Bobot Segar Konsumsi per Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter pengamatan bobot segar konsumsi tanaman kale menunjukkan pengaruh antara debit aliran nutrisi dengan jenis media tanam (Lampiran 3). Data rata-rata bobot segar konsumsi tanaman

kale akibat perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam disajikan pada Tabel 10. Berdasarkan data rata-rata bobot segar konsumsi tanaman kale dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata antara debit aliran nutrisi dan perlakuan jenis media tanam pada masing-masing debit aliran nutrisi 0,5 L/menit, 1,5 L/menit dan 2,5 L/menit.

Rata-rata bobot segar konsumsi pada debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dengan perlakuan media tanam spons menunjukkan hasil yang berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat. Sedangkan pada masing-masing debit aliran nutrisi 1,5 L/menit dan 2,5 L/menit dengan perlakuan media tanam rockwool menunjukkan rata-rata bobot segar konsumsi yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan media tanam cocopeat dan spons.

#### 4.2 Pembahasan

Pertumbuhan tanaman merupakan proses yang mengakibatkan perubahan ukuran dan bobot tanaman serta menentukan hasil tanaman. Keberhasilan pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal berkaitan dengan genetik atau pewarisan sifat tanaman itu sendiri, sedangkan faktor eksternal berkaitan dengan kondisi lingkungan tumbuh di sekitar penanaman. Proses budidaya tanaman secara hidroponik sangat dipengaruhi oleh media tanam dan nutrisi dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Prinsip dasar hidroponik adalah adanya ketersediaan unsur hara bagi tanaman melalui nutrisi yang di distribusikan bersama air dan didukung media tanam yang mampu menopang akar sekaligus menahan unsur hara dari larutan agar cukup waktu bagi tanaman untuk menyerapnya. Air bagi tanaman berfungsi sebagai pelarut unsur hara, media difusi unsur hara dan sumber hidrogen dalam proses fotosintesis. Kecepatan aliran air (debit air) dan media tanam yang sesuai akan mendukung akar dalam proses penyerapan nutrisi dan memberikan hasil produksi yang optimal (Harjoko, 2009).

Untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil tanaman kale pada penelitian ini dilakukan beberapa pengamatan pada komponen pertumbuhan dan hasil tanaman yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, kandungan klorofil

a, klorofil b dan total klorofil, panjang akar, bobot akar, bobot segar total dan bobot segar konsumsi.

#### 4.2.1 Pengaruh Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*)

Pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari beberapa parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang. Media tanam dan nutrisi merupakan unsur penting pendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penyerapan nutrisi yang optimal didukung oleh kecepatan aliran nutrisi (debit aliran) dan jenis media tanam yang sesuai. Kecepatan aliran yang terlalu cepat dapat menyulitkan akar untuk menyerap nutrisi karena sirkulasi yang terlalu cepat, sedangkan kecepatan aliran yang terlalu lambat dapat menyebabkan pengendapan nutrisi. Hasil analisis ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa perlakuan media tanam rockwool pada masing-masing perlakuan debit aliran nutrisi memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Maulido *et al.* (2016), perlakuan nilai debit aliran nutrisi yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda pada parameter tinggi tanaman. Debit aliran larutan nutrisi yang lebih cepat dapat memperkecil kemungkinan terjadinya pengendapan nutrisi sehingga nutrisi dapat diserap dengan optimal oleh tanaman.

Tinggi tanaman merupakan suatu pencerminan dari pertumbuhan tanaman yang menyebabkan perpanjangan ruas karena sel yang membesar oleh bertambahnya umur tanaman. Pembesaran sel juga dipengaruhi oleh metabolisme tanaman. Unsur hara yang cukup tersedia bagi tanaman akan memudahkan tanaman untuk mengabsorpsi nutrisi yang diperlukan dalam metabolisme dan mendukung pertumbuhan tanaman (Fitriah, 2012). Menurut Harjoko (2009), tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh kandungan air sel sehingga tanaman memerlukan media tanam yang mampu mendukung penyerapan air sehingga memberikan pertumbuhan yang optimal pada tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh debit aliran nutrisi dan jenis media tanam pada parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang. Perlakuan debit aliran nutrisi 2,5 L/menit memberikan hasil tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dan 1,5 L/menit. Hal tersebut didukung oleh Harjoko (2009)

yang menyatakan bahwa, kecepatan aliran nutrisi (debit aliran) berpengaruh terhadap penyerapan nutrisi. Penyerapan nutrisi yang baik secara langsung akan berpengaruh terhadap tinggi tanaman.

Perlakuan jenis media tanam rockwool pada masing-masing debit aliran nutrisi memberikan hasil tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan jenis media tanam cocopeat dan spons. Perbedaan pengaruh jenis media tanam menunjukkan karakteristik media yang tidak memiliki kemampuan yang sama dalam memungkinkan akar tanaman mampu menyerap unsur hara dengan optimal. Jenis media tanam rockwool memiliki sifat fisik yang tidak keras sehingga rongganya dapat dilewati akar dengan baik dan mampu menyerap air untuk digunakan dalam proses metabolisme. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Susila *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa, penggunaan media rockwool secara umum memberikan hasil terbaik karena sifatnya yang ideal sebagai media tumbuh pada sistem budidaya hidroponik. Media rockwool memiliki rongga yang mudah dilewati akar, bersifat *inert*, tidak menyebabkan degradasi biologi dan dapat menyimpan air dengan ruang pori 95% dan daya mengikat air (*water holding capacity*) sebesar 80% sehingga memungkinkan pertumbuhan tanaman yang menghasilkan parameter terbaik.

Salah satu indikator dalam pertumbuhan tanaman ditentukan oleh jumlah daun. Daun merupakan organ tanaman tempat berlangsungnya fotosintesis untuk kebutuhan tanaman maupun sebagai cadangan makanan. Daun memiliki klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis. Menurut Restiani (2015) semakin banyak jumlah daun dan semakin luas maka fotosintesis yang dihasilkan semakin besar. Semakin tinggi aktifitas fotosintesis maka semakin banyak juga jumlah fotosintat yang dihasilkan, sehingga bobot tanaman yang dihasilkan akan semakin besar. Penyebaran fotosintat ke seluruh bagian tanaman digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Jumlah daun dipengaruhi oleh faktor ketersediaan air dan nutrisi sehingga besarnya nutrisi yang dapat diserap akar dengan optimal bergantung pada kecepatan aliran (debit aliran) dan jenis media tanam agar dapat mendukung pertumbuhan vegetatif dan pertumbuhan organ reproduktif. Berdasarkan hasil

penelitian, pada umur pengamatan 55 HST terdapat pengaruh nyata pada jumlah daun pada perlakuan debit aliran larutan 1,5 L/menit, tetapi tidak menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan debit aliran larutan 0,5 L/menit dan 2,5 L/menit. Peningkatan jumlah daun tanaman kale yang tidak signifikan disebabkan adanya hama ulat atau serangga lain yang memakan daun pada tanaman kale sehingga tanaman kehilangan daunnya.

#### 4.2.2 Pengaruh Debit Aliran Nutrisi dan Jenis Media Tanam Terhadap Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*)

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berjalan dengan baik berdampak pada hasil yang baik pada tanaman. Salah satu indikator keberhasilan dalam budidaya secara hidroponik dapat dilihat dari hasil panen. Parameter pengamatan hasil dalam penelitian ini meliputi kandungan klorofil, panjang akar, bobot akar, bobot segar total dan bobot segar konsumsi. Kecepatan aliran nutrisi (debit aliran) dan jenis media tanam sangat berperan terhadap penyerapan nutrisi bagi tanaman. Pemilihan jenis media tanam yang sesuai dapat mendukung pertumbuhan akar sehingga terbentuk sistem perakaran yang baik dan memungkinkan tanaman menyerap air dan unsur hara secara optimal sehingga dapat ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman dan mendukung pertumbuhan. Akar merupakan bagian organ tanaman yang berfungsi sebagai penyedia unsur hara dan air yang diperlukan tanaman untuk proses metabolisme. Pertumbuhan akar yang semakin banyak dan semakin panjang menunjukkan tingkat kemungkinan serapan unsur hara yang lebih optimal.

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh debit aliran nutrisi dan jenis media tanam pada parameter pengamatan panjang akar, bobot akar, bobot segar total dan bobot segar konsumsi. Perlakuan debit aliran nutrisi 2,5 L/menit memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan debit aliran nutrisi 0,5 L/menit dan 1,5 L/menit. Hal tersebut didukung oleh Harjoko (2009) yang menyatakan bahwa, kecepatan aliran nutrisi (debit aliran) yang sesuai akan menghasilkan penyerapan nutrisi yang optimal karena mampu menjaga kelembapan dan porositas serta aerasi di lingkungan perakaran dengan baik.

Perlakuan jenis media tanam rockwool pada masing-masing debit aliran nutrisi memberikan hasil panjang akar, bobot akar, bobot segar total dan bobot

segar konsumsi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan jenis media tanam cocopeat dan spons. Harjoko (2009) menyatakan bahwa, perlakuan jenis media memberikan pengaruh yang nyata pada parameter diameter dan pola sebar akar. Media sangat erat kaitannya dengan akar sebab media tanam merupakan tempat pertumbuhan akar, tempat pijakan bagi akar serta pendukung penyerapan nutrisi sehingga dengan media tanam yang berbeda jenis maupun sifatnya maka pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar juga berbeda. Diameter dan pola sebar akar sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dari media tanam yang digunakan. Sifat fisik media tanam cocopeat dan spons lebih keras dan sulit dilewati akar tanaman kale dibandingkan media tanam rockwool.

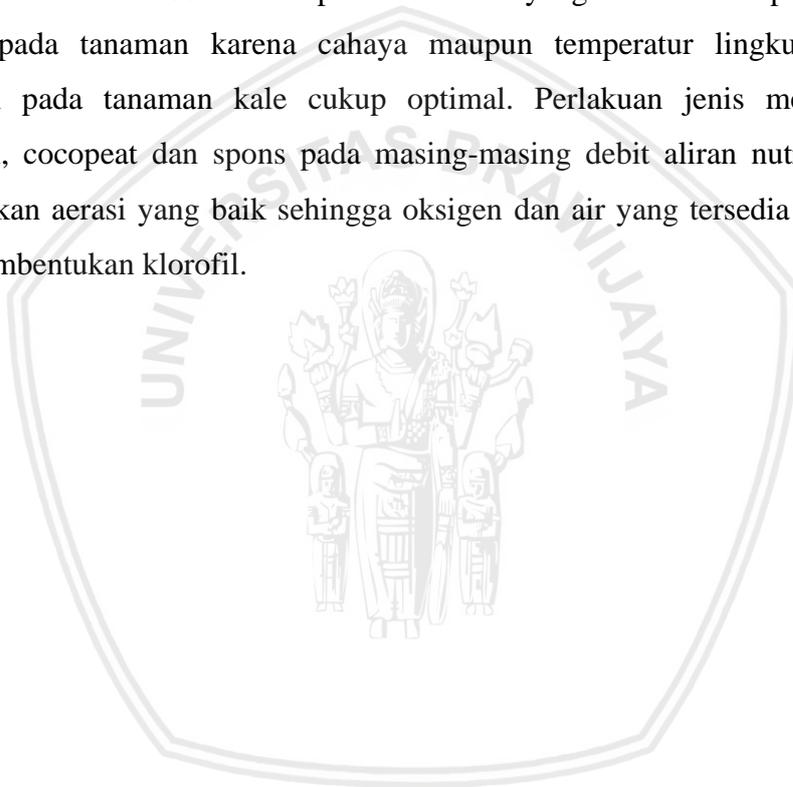
Diameter sebaran akar yang luas akan menghasilkan penyerapan nutrisi yang lebih baik karena berarti memperluas daerah penyerapan nutrisi dan memberikan parameter hasil tanaman yang optimal. Hal tersebut didukung oleh Mas'ud (2015) yang menyatakan bahwa, ketersediaan unsur hara makro dan mikro yang dapat diserap tanaman dengan baik menyebabkan tanaman akan terpacu pertumbuhannya secara optimal, sehingga diperoleh hasil produksi berupa berat segar lebih tinggi.

Kandungan klorofil di dalam sayuran daun merupakan salah satu kriteria penting untuk menentukan kandungan zat gizi sayuran daun. Klorofil adalah pigmen warna hijau dalam tanaman yang terdapat di kloroplas dan berperan dalam fotosintesis, semakin banyak kandungan klorofil pada daun akan meningkatkan proses fotosintesis. Klorofil paling berperan penting sebagai dasar proses kehidupan tumbuhan dengan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Dari cahaya tersebut karbohidrat dan komponen organik lainnya dihasilkan dari karbondioksida dan air bersama dengan molekul oksigen. Daun mengandung klorofil karena itulah daun berwarna hijau, pada bagian-bagian tanaman lain seperti akar, batang, buah, biji dan bunga juga mengandung klorofil tetapi dalam jumlah yang terbatas (Utomo *et al.*, 2001).

Pengukuran karakter fisiologi seperti kandungan klorofil merupakan salah satu pendekatan untuk mempelajari pengaruh kekurangan air terhadap pertumbuhan dan hasil produksi karena parameter ini berkaitan langsung dengan laju fotosintesis (Li *et al.*, 2006). Pada fase pertumbuhan tanaman, salah satu

peran air sebagai pelarut hasil fotosintesis untuk didistribusikan ke seluruh bagian tanaman melalui floem dan fotosintat tersebut akan digunakan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan (Hendriyani, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata pada perlakuan debit aliran nutrisi dan jenis media tanam terhadap kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil. Kandungan klorofil sangat dipengaruhi oleh cahaya, oksigen, kandungan nitrogen, magnesium dan besi, air serta temperatur lingkungannya. Harjoko (2009) menyatakan bahwa, suhu lingkungan dibawah 35°C merupakan kondisi yang baik untuk pembentukan klorofil pada tanaman karena cahaya maupun temperatur lingkungan yang diberikan pada tanaman kale cukup optimal. Perlakuan jenis media tanam rockwool, cocopeat dan spons pada masing-masing debit aliran nutrisi mampu memberikan aerasi yang baik sehingga oksigen dan air yang tersedia mencukupi untuk pembentukan klorofil.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Perlakuan jenis media tanam rockwool pada masing-masing nilai debit larutan nutrisi mampu mendukung pertumbuhan yang optimal bagi tanaman kale dengan memberikan pengaruh terbaik pada parameter pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang) dan parameter hasil tanaman kale (panjang akar, bobot akar, bobot segar total dan bobot segar konsumsi) dibandingkan media tanam cocopeat dan spons. Sedangkan, kandungan klorofil tidak dipengaruhi oleh perlakuan.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka nilai debit aliran nutrisi dan jenis media tanam dapat digunakan sebagai dasar budidaya tanaman kale pada sistem hidroponik NFT. Sebaiknya dilakukan budidaya dengan sistem hidroponik yang berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kale.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acikgoz, F.E. 2011. Mineral, Vitamin C and Crude Protein Contents in Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) at Different Harvesting Stages. *African Journal of Biotechnology*. 10 (75) : 17170-17174.
- Ai, N.S. dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 2 (2) : 166-173.
- Alviani, P. 2015. Bertanam Hidroponik Untuk Pemula. PT. Bibit Publisher. Jakarta. p. 152.
- Annisa, Febri, dan Leni. 2016. Urban Farming Bertani Kreatif Sayur, Hias, & Buah. Agriflo. Jakarta. p. 114.
- Arifin, R. 2016. Bisnis Hidroponik ala Roni Kebun Sayur. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. p. 136.
- Asmana, M.S., S.H. Abdullah dan G.M.D. Putra. 2017. Analisis Keseragaman Aspek Fertigasi pada Desain Sistem Hidroponik dengan Perlakuan Kemiringan Talang. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 5 (1) : 303-315.
- Awang, Y., A.S. Shaharom, R.B. Mohamad and A. Selamat. 2009. Chemical and Physical Characteristic of Cocopeat-Based Media Mixtures and Their Effects on The Growth and Development of *Celosia cristata*. *American Journal of Agriculture and Biology Science*. 4 (1) : 63-71.
- Bachri, Z. 2016. Kangkung Hidroponik. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 74
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Daerah Kecamatan Pakis 2017. Malang.
- Binaraesa, N.N.P.C., S.M. Sutan dan A.M. Ahmad. 2016. Nilai EC (*Electro Conductivity*) Berdasarkan Umur Tanaman Selada Daun Hijau (*Lactuca sativa* L.) dengan Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 4 (1) : 65-74.
- Bugbee, B. 2004. Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture. *Arta Horticulture*. 648 (12) : 99-112.
- Fitrihanah, L., S. Fatimah dan Y. Hidayati. 2012. Pengaruh Komposisi Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Saponin pada Dua Varietas Tanaman Gendola (*Basella* sp). *Jurnal Agrivor*. 5 (1) : 34-46.
- Gorka, S., R.K Samnotra, S. Kumar., S. Chopra and M. Gupta. 2018. Analysis of Genetic Diversity in Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Genotypes of Jammu and Kashmir Region based on Morphological Descriptors. *International Journal Curriculum Microbiology Applied Science*. 7 (2) : 2176-2181.
- Harianto, B. 2017. Petik Sayuran di Lahan Sempit. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 116.
- Harjoko, D. 2009. Studi Macam Media dan Debit Aliran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) secara Hidroponik NFT. *Agrosains*. 11 (2) : 58-62.



- Hasriani, D.K. Kalsim dan A. Sukendro. 2013. Kajian Serbuk Sabut Kelapa (*Cocopeat*) sebagai Media Tanam. Institut Pertanian Bogor.
- Hendriyani, I.S., dan S. Nintya. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. *Jurnal Sains & Matematika*. 17 (3) :145-150.
- Herwibowo, K. dan N.S. Budiana. 2014. Hidroponik. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 132.
- Irawan, A. dan H.N. Hidayah. 2014. Kesesuaian Penggunaan Cocopeat Sebagai Media Sapih pada Politube dalam Pembibitan Cempaka (*Magnolia elegans* (Blume) H.Keng). *Jurnal WASIAN*. 1 (2) : 73-76.
- Leon, A.P., S.Z. Vina, D. Frezza, A. Chaves and Chiesa. 2007. Estimation of Chlorophyll Contents by Correlation Between SPAD-502 and Chroma Meter in Butterhead Lettuce. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 38 : 2877-2885.
- Li, R., G. Pei-guo, M. Baum, S. Grando and S. Ceccarelli. 2006. Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of Drought Tolerance in Barley. *Agriculture Science in China*. 5 (10) : 751-757.
- Kementerian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015-2019. Biro Perencanaan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Mas'ud, H. 2015. Sistem Hidroponik dengan Nutrisi dan Media Tanam Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada. *Media Litbang Sulteng*. 2 (2) : 131-136.
- Maulido, R.N., O.L. Tobing dan S.A. Adimiharja. 2016. Pengaruh Kemiringan Pipa pada Hidroponik Sistem NFT terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selada. *Jurnal Agronida*. 2 (2) : 62-68.
- Migliozzi, M., D. Thavarajah., P. Thavarajah and P. Smith. 2015. Lentil and Kale: Complementary Nutrient-Rich Whole Food Sources to Combat Micronutrient and Calorie Malnutrition. *Journal Nutrient*. 7 : 9285-9298.
- Moesa, Z. 2016. Hidroponik Kreatif. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. p. 84.
- Muhit, A. dan L. Qodriyah. 2006. Respons Beberapa Kultivar Mawar (*Rosa hybrida* L.) pada Media Hidroponik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga. *Buletin Teknik Pertanian*. 11 (1) : 29-32.
- Nur, M. 2016. Aplikasi Kepekatan Larutan Nutrisi dan Persentase Media Campuran Cocopeat-Bokashi pada Pertumbuhan dan Produksi Butterhead Lettuce (*Lactuca sativa* var. *Capitata* L.) secara Hidroponik System NFT. *Dalam Kumpulan Makalah Seminar Nasional "Mitigasi dan Strategi Adaptasi Dampak Perubahan Iklim di Indonesia"*. 194-202.
- Nurlaeny, N. 2014. Teknologi Media Tanam dan Sistem Hidroponik. Unpad Press. p. 240.
- Nurdin, S.Q. 2017. Panen Sayuran Hidroponik. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. p. 98.

- Patten, G.F.V. and F.B. Alyssa. 1997. Gardening Indoors with Rockwool. Van Patten Publishing. p. 128.
- Putera, T.D. 2015. Hidroponik Wick System. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. p. 78.
- Qalyubi, I., M. Pudjojono dan S. Widodo. 2014. Pengaruh Debit Air dan Pemberian Jenis Nutrisi terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung pada Sistem Irigasi Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). Berkala Ilmiah Teknologi Pertanian. 1 (1) : 1-5.
- Rahimah, D.S. 2018. Berkebun Organik Buah & Sayur. PT. Niaga Swadaya. Jakarta. p. 116.
- Rahmat, P. 2015. Bertanam Hidroponik. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. p. 88.
- Ram, J. 1994. Tree Kale, Perennial Kale. Agricultural Development in the American Pasific. Hawaii.
- Rawi, A.V., A. Astuti dan Mulyono. 2017. Pengaruh Sumber Nutrisi dan Macam Media Organik dalam Budidaya Selada (*Lactuca sativa* L.) secara Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*). Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Restiani, R., S. Triyono, A. Tusi dan R. Zahab. 2015. Pengaruh Jenis Lampu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) dalam Sistem Hidroponik *Indoor*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. 4 (3) : 219-226.
- Roidah, I.S. 2014. Pemanfaatan Lahan dengan menggunakan Sistem Hidroponik. Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo. 1 (2). pp. 43-50.
- Roslani, R. dan N. Sumarni. 2005. Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik. Monografi No. 27. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. p. 27.
- Sari, K.R. 2018. Pengaruh Media Tanam pada Berbagai Konsentrasi Nutrisi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) dengan Sistem Tanam Hidroponik Nutrisi Film Teknik. Jurnal Agrifor XVII. (1) : 115-122.
- Sastro, Y. dan N.A. Rokhman. 2016. Hidroponik Sayuran di Perkotaan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Jakarta. p. 180.
- Setiawan, H. 2017. Kiat Sukses Budidaya Cabai Hidroponik. Bio Genesis. Yogyakarta. p. 128.
- Siswadi dan Sarwono. 2013. Uji Sistem Pemberian Nutrisi dan Macam Media terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) Hidroponik. Jurnal Agronomika. 8 (01) : 144-148.
- 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. Jurnal Agronomi. 32 (3) : 16-21.

- Utomo, S.D., Amrulloh dan Sudarsono. 2001. Kandungan Klorofil Daun dan Kontribusinya pada Pertumbuhan dan Produksi Lima Varietas Cabai Merah. *Agrista*. 5 (3) : 252-259.
- Tallei, T.E., I.F.M. Rumengan dan A.A. Adam. 2017. Hidroponik untuk Pemula. LPPM UNSRAT. Manado. p. 40.
- Thavarajah, D., P. Thavarajah, A. Abare, S. Basnagala, C. Lacher, P. Smith and G.F. Combs. 2016. Mineral Micronutrient and Prebiotic Carbohydrate Profiles of USA-Grown Kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 52 : 9-15.
- Triana, L., R. Sari dan R. Hidayat. 2017. Kajian Usahatani Sayuran Hidroponik di Kota Padang. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal “Pengembangan Ilmu dan Teknologi Pertanian Bersama Petani Lokal untuk Optimalisasi Lahan Suboptimal”. pp. 458-464.

