

**RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL SELADA MERAH (*Lactuca sativa*
L.) PADA FORMULASI NUTRISI DAN KONSENTRASI NANOSILIKA
DALAM SISTEM HIDROPONIK VERTIKAL**

SKRIPSI

Oleh

WULAN KURNIAWATI



**PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL SELADA MERAH (*Lactuca sativa*
L.) PADA FORMULASI NUTRISI DAN KONSENTRASI NANOSILIKA
DALAM SISTEM HIDROPONIK VERTIKAL

Oleh

WULAN KURNIAWATI
NIM: 23020222140154

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi S-1 Agroekoteknologi
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wulan Kurniawati

N I M : 23020222140154

Program Studi : S-1 Agroekoteknologi

dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul: **Respon Pertumbuhan dan Hasil Selada Merah (*Lactuca sativa* L.) Pada Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika dalam Sistem Hidroponik Vertikal** dan penelitian yang terkait merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu : **Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D. dan Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S1 Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, April 2026

Penulis,

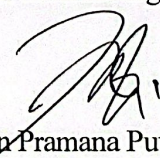

Wulan Kurniawati

Mengetahui :

Pembimbing Utama


Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota


Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL
SELADA MERAH (*Lactuca sativa* L.) PADA
FORMULASI NUTRISI DAN
KONSENTRASI NANOSILIKA DALAM
SISTEM HIDROPONIK VERTIKAL

Nama Mahasiswa : WULAN KURNIAWATI
Nomor Induk Mahasiswa : 23020222140154
Program Studi/Departemen : S-1 AGROEKOTEKNOLOGI/PERTANIAN
Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **30 JUN 2026**.

Pembimbing Utama

Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D

Pembimbing Anggota

Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc.

Ketua Program Studi

Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program

Bagus Herwibawa, S.P., M.P., Ph.D.



Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Ketua Departemen Pertanian

Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt. M.P., Ph.D.

RINGKASAN

WULAN KURNIAWATI. 23020222140154. 2026. Respon Pertumbuhan dan Hasil Selada Merah (*Lactuca sativa* L.) pada Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika dalam Sistem Hidroponik Vertikal (Pembimbing : **KARNO** dan **FAJRIN PRAMANA PUTRA**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh formulasi nutrisi dan konsentrasi nanosilika terhadap respon pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – September 2025 di *Greenhouse* Hidroponik Vertikultur dan Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Kota Semarang, Jawa Tengah.

Penelitian menggunakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Split Plot dengan percobaan 4 perlakuan formulasi nutrisi Goodplant 1000 ppm (P1), formulasi nutrisi Hoagland 1000 ppm (P2), formulasi nutrisi Hewitt 1000 ppm (P3) dan formulasi nutrisi Steiner 1000 ppm (P4), dan empat taraf konsentrasi nanosilika (v/v) yang terdiri dari kontrol 0 % (N0); 0,25% (N1); 0,50% (N2); dan 0,75% (N3), dengan 4 kali ulangan. Parameter yang diamati ialah tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar akar, bobot kering akar, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, laju pertumbuhan nisbi, kadar klorofil, kadar karotenoid, kadar air dan kerapatan stomata. Data hasil pengamatan dianalisa menggunakan analisis ragam/ *Analysis of Variance* (ANOVA) yang dilanjutkan dengan Uji Lanjut BNT dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan formulasi nutrisi Goodplant berbeda nyata dari formulasi nutrisi Hoagland, Hewitt dan Steiner pada parameter jumlah daun, laju pertumbuhan nisbi, kadar klorofil total dan kadar karotenoid. Perlakuan konsentrasi nanosilika (v/v) 0,50% berpengaruh nyata pada jumlah daun selada merah. Interaksi antara formulasi nutrisi dan konsentrasi nanosilika tidak berpengaruh nyata pada semua parameter yang diamati.

Simpulan dari penelitian ini adalah perlakuan formulasi nutrisi Goodplant efektif pada peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar dan bobot kering akar, bobot segar dan bobot kering tajuk, kadar klorofil, kadar karotenoid dan kerapatan stomata. Perlakuan formulasi nutrisi Hoagland efektif pada peningkatan tinggi tanaman, panjang akar, bobot segar akar, bobot segar tajuk, kadar air dan kerapatan stomata. Perlakuan formulasi nutrisi Hewitt efektif pada peningkatan bobot segar tajuk, kadar air dan kerapatan stomata. Perlakuan formulasi nutrisi Steiner efektif pada peningkatan bobot segar dan bobot kering akar, serta kadar air. Perlakuan konsentrasi nanosilika (v/v) 0,50% efektif pada peningkatan jumlah daun selada merah. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara formulasi nutrisi dan konsentrasi nanosilika terhadap semua parameter yang diamati.

KATA PENGANTAR

Selada merah merupakan sayuran yang memiliki nilai komersial dan prospek ekonomi yang cukup tinggi apabila dikembangkan secara optimal. Budidaya selada merah dengan sistem hidroponik vertikal digunakan sebagai alternatif untuk memproduksi selada secara optimal, karena sangat cocok dilakukan di lahan yang sempit dan terbatas. Pemberian larutan nutrisi sesuai dengan formulasi nutrisi hidroponik Goodplant, Hoagland, Hewitt, dan Steiner menjadi salah satu faktor keberhasilan dalam budidaya hidroponik, serta pengaplikasian nanosilika sebagai *beneficial nutrient* juga berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan produksi selada merah hidroponik.

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Respon Pertumbuhan dan Hasil Selada Merah (*Lactuca sativa* L.) pada Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika dalam Sistem Hidroponik Vertikal.” Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dukungan, dan doa selama pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini. Rasa hormat dan terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama dan Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan saran, bimbingan, serta pengarahan, sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian beserta jajarannya, Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian, Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si. selaku

Ketua Program Studi S-1 Agroekoteknologi beserta jajarannya di Fakultas Peternakan dan Pertanian atas kesempatan untuk menempuh pendidikan sarjana di Program Studi S-1 Agroekoteknologi.

3. Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan, saran, dan motivasi selama masa studi.
4. Seluruh dosen dan staf administrasi Program Studi S-1 Agroekoteknologi dan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, yang telah membimbing dan atas pengarahannya kepada penulis serta atas segala bantuan dan saran selama masa studi.
5. Kedua orang tua penulis, Muhammad Bardi Hanafi dan Enung Roziah, saudara kandung penulis Enisa Nur Awaliyah dan Hanif Alam Maulana yang selalu memberikan dukungan, doa, nasehat, dan atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis.
6. Sahabat sekaligus keluarga penulis sejak SMA, Lisa Setiawati, Faza Adita Putri, Dhiya Nabila Hansa, Syifaulqolbi dan Silvia Mulyana Putri, yang telah memberikan dukungan mental dan emosional, serta menjadi tempat pulang yang aman bagi penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Teman – teman seperjuangan penulis, Aulia Nur Alifah Ramadanti, Siti Aisyah Noor Salma, dan Endika Suryaningtyas, yang telah kebersamaan penulis sejak awal perkuliahan, serta yang baru penulis temui di masa penyusunan skripsi ini, Kusuma Mahardika Jati, yang selalu bersedia menemani, memberikan semangat, dukungan, hiburan dan bantuan dalam segala hal dalam proses penyusunan skripsi ini.

8. Teman – teman magang Dinas Ketahanan Pangan, Laluna Yulizar Faisa Raharjo, Tiara Ziyah Zakiyati, Aulia Nur Alifah Ramadanti, dan Laila Nur Anadhifah, yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat dalam proses penyusunan skripsi ini.
9. Teman – teman KKN-T 132 Pulosari terkhusus dalam anggota Alumni Wedang, Nastar, dan Kamar Kegelapan, yang telah hadir di masa penyusunan skripsi ini serta memberikan dukungan, bantuan, kebersamaan, dan hiburan bagi penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
10. Teman – teman Agroekoteknologi 2022 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak pengalaman, dukungan dan semangat kepada penulis selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum mencapai tingkat kesempurnaan sebagaimana yang diharapkan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif guna perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi pembaca dan pihak – pihak yang membutuhkan.

Semarang, April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ILUSTRASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	 2
1.1. Latar belakang.....	2
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.3. Hipotesis Penelitian	5
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1. Selada Merah (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	6
2.2. Formulasi Nutrisi	8
2.3. Nanosilika	9
2.4. Sistem Hidroponik Vertikal	11
 BAB III. MATERI DAN METODE	 12
3.1. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan	12
3.2. Materi Penelitian.....	12
3.3. Metode Penelitian	13
3.4. Analisis Data.....	21
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 24
4.1. Kondisi Umum Penelitian.....	24
4.2. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam.....	26
4.3. Variabel Pertumbuhan.....	27

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Simpulan	60
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	71
RIWAYAT HIDUP.....	135

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Perbandingan Tiap Formulasi Nutrisi.....	3
2. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam.....	27
3. Tinggi Tanaman Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika pada 14 HST, 28 HST, dan 42HST.....	28
4. Jumlah Daun Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	29
5. Panjang Akar Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	30
6. Bobot Segar Akar Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	31
7. Bobot Kering Akar Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Nanosilika.....	32
8. Bobot Segar Tajuk Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	33
9. Bobot Kering Tajuk Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	35
10. Laju Pertumbuhan Nisbi Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	37
11. Kadar Klorofil Total Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Nanosilika.....	38
12. Kadar Karotenoid Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	40
13. Kadar Air Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	41
14. Kerapatan Stomata Selada Merah dengan Perlakuan Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Nanosilika.....	43

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Sistem Hidroponik Vertikal.....	15
2. Grafik suhu dan kelembapan udara minimum dan maksimum di <i>Greenhouse</i> Hidroponik Vertikal Fakultas dan Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Layout Percobaan	51
2. Deskripsi Varietas Selada Merah Red Rapid.....	52
3. Kebutuhan Formulasi Nutrisi	53
4. Perhitungan Taraf Perlakuan Konsentrasi Nanosilika.....	75
5. Analisis Ragam Data Tinggi Tanaman 14 HST.....	55
6. Analisis Ragam Data Tinggi Tanaman 28 HST.....	60
7. Analisis Ragam Data Tinggi Tanaman 42 HST.....	64
8. Analisis Ragam Data Jumlah Daun	68
9. Analisis Ragam Data Panjang Akar	72
10. Analisis Ragam Data Bobot Segar Akar.....	76
11. Analisis Ragam Data Bobot Kering Akar.....	80
12. Analisis Ragam Data Bobot Segar Tajuk	84
13. Analisis Ragam Data Bobot Kering Tajuk	88
14. Analisis Ragam Data Laju Pertumbuhan Nisbi	92
15. Analisis Ragam Data Kadar Klorofil.....	96
16. Analisis Ragam Data Kadar Karotenoid.....	100
17. Analisis Ragam Data Kadar Air.....	104
18. Analisis Ragam Data Kerapatan Stomata.....	108
19. Dokumentasi Penelitian	112
20. Dokumentasi Tanaman	114

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Selada merah (*Lactuca sativa* L.) merupakan salah satu sayuran yang memiliki kandungan gizi yang baik, di mana dalam 100 g selada merah terdapat 1,2 g protein, 0,2 g lemak, 2,9 g karbohidrat, 22 mg kalsium, 25 mg fosfor, 0,5 mg besi, 162 mg vitamin A, 0,04 mg vitamin B dan 8,0 mg vitamin C (Direktorat Gizi Kesehatan RI, 1991). Kandungan vitamin A paling banyak terdapat pada selada yang berwarna merah, sementara kandungan vitamin C tertinggi terdapat pada selada jenis *roman lettuce*, selain vitamin A dan vitamin C, selada juga mengandung vitamin K, paling banyak terdapat pada selada berdaun merah (Wijayani, 2020).

Selada merah merupakan salah satu sayuran hortikultura yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi baik di dalam maupun di luar negeri, harga jual selada merah relatif tinggi di pasaran, yaitu berkisar antara Rp60.000 - Rp90.000 per kilogram, tingginya nilai jual tersebut membuat selada mempunyai potensi yang cukup tinggi dalam memberikan keuntungan ekonomis bagi petani (Anindyarasmi *et al.*, 2020). Harga jual selada yang tinggi dipengaruhi oleh produksinya yang mengalami berbagai kendala, salah satunya yaitu alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman, pabrik - pabrik industri, gedung - gedung perusahaan, fasilitas umum dan lain sebagainya yang saat ini menjadi fenomena yang terjadi dari tahun ke tahun

hampir di seluruh wilayah Indonesia yang mengakibatkan lahan pertanian menjadi sempit dan terbatas (Mumpuni, 2023).

Cara yang dapat dilakukan sebagai alternatif untuk memproduksi selada secara optimal di lahan pertanian yang terbatas, yaitu dengan melakukan budidaya tanaman secara hidroponik. Budidaya selada merah dengan sistem hidroponik merupakan model budidaya tanaman yang tidak menggunakan tanah sebagai media tanam melainkan menggunakan media seperti *rockwool*, arang sekam, cocopeat, serta berbagai material lainnya yang menyediakan unsur hara makro maupun mikro, memiliki porositas dan aerasi yang baik, mampu menyerap, menyimpan dan menyalurkan nutrisi bagi tanaman, serta dapat menjaga kelembaban di sekitar perakaran tanaman (Lestari *et al.*, 2022). Sistem hidroponik dapat dibangun secara vertikal, sehingga memungkinkan untuk membudidayakan selada di lahan yang sempit dan terbatas atau lahan yang tidak cocok untuk pertanian. Sistem hidroponik vertikal bergantung pada kondisi lingkungan, suhu yang terlalu tinggi atau rendah, serta kelembapan yang tidak sesuai, dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengurangi kualitas hasil panen, karena pengaturan sirkulasi udara menjadi faktor penting dalam sistem hidroponik vertikal yaitu untuk menciptakan aliran udara yang stabil sehingga membantu menjaga suhu dan kelembapan di sekitar tanaman tetap dalam kisaran ideal (Pratomo *et al.*, 2025).

Formulasi nutrisi hidroponik digunakan dalam proses perhitungan resep pupuk hidroponik berdasarkan kebutuhan konsentrasi masing - masing unsur hara makro dan mikro dalam suatu larutan nutrisi (Qurrohman, 2019). Salah satu faktor keberhasilan dalam membuat hidroponik adalah pemberian unsur hara atau yang

biasa dinamakan dengan larutan nutrisi, karena tanaman membutuhkan unsur hara esensial yang digolongkan menjadi unsur hara makro dan mikro, unsur hara makro terdiri dari N, P, K, Ca, Mg dan S dan unsur hara mikro terdiri dari Fe, Mn, B, Cu, Cl, Zn, dan Mo (Marschner, 1986). Formulasi nutrisi Goodplant 1000 ppm memberikan hasil paling optimal terhadap pertumbuhan dan produksi selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal, karena selain sudah umum digunakan dalam hidroponik, larutan nutrisi *Goodplant* juga memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang seimbang serta mampu memberikan pertumbuhan optimal pada selada merah hidroponik dengan nilai EC 850 ppm - 1000 ppm (Fitriani dan Rahmawati, 2023).

Tabel 1. Perbandingan Tiap Formulasi Nutrisi

Unsur	Perbandingan Tiap Formulasi Nutrisi (mg/L)			
	Goodplant	Hoagland	Hewitt	Steiner
N	259	210	168	168
P	64	31	41	31
K	312	234	156	273
Ca	181	160	160	180
Mg	66	34	36	48
S	112	64	48	336
Fe	3,5	2,5	2,8	3
Cu	0,7	0,02	0,064	0,02
Zn	0,7	0,05	0,065	0,11
Mn	0,6	0,5	0,54	0,62
B	0,4	0,5	0,54	0,44
Mo	0,1	0,01	0,04	-
Total	1000	736,58	613,049	1040,19

Konsentrasi nanosilika (v/v) taraf 0,50% memberikan hasil paling optimal terhadap pertumbuhan dan produksi selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal (Hoang *et al.*, 2023). Nanosilika merupakan partikel silika berukuran nano yang memiliki luas permukaan sangat besar sehingga lebih mudah

diserap oleh tanaman dan berfungsi sebagai *beneficial nutrient* yang memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan selada merah hidroponik, serta memperkuat kondisi fisiologi tanaman (Nguyen *et al.*, 2023). Nanosilika berperan untuk meningkatkan efisiensi fotosintesis, dengan menstabilkan klorofil dan meningkatkan aktivitas enzim fotosintetik, nanosilika membuat selada merah dapat melakukan fotosintesis yang lebih optimal, pertumbuhan daun yang lebih lebat, peningkatan jumlah daun dan peningkatan klorofil (Hoang *et al.*, 2023). Tidak terdapat interaksi antara perlakuan formulasi nutrisi dengan konsentrasi nanosilika terhadap respon pertumbuhan dan produksi selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian nanosilika belum mampu memodifikasi pengaruh formulasi nutrisi terhadap tanaman secara signifikan, respon pertumbuhan dan hasil tanaman lebih dipengaruhi oleh kecukupan serta keseimbangan unsur hara yang tersedia dalam larutan nutrisi, sehingga efektivitas nanosilika bergantung pada kondisi nutrisi yang mendukung pertumbuhan tanaman (Savvas dan Gruda, 2018).

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji mengenai pengaruh formulasi nutrisi berdasarkan formulasi nutrisi Goodplant, Hoagland, Hewitt, Steiner, dan konsentrasi nanosilika terhadap respon, pertumbuhan dan hasil selada merah dalam sistem hidroponik vertikal.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengkaji pengaruh formulasi nutrisi terhadap respon pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.
2. Mengkaji pengaruh konsentrasi nanosilika terhadap respon pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.
3. Mengkaji adanya pengaruh interaksi formulasi nutrisi dan konsentrasi nanosilika terhadap respon pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi tentang formulasi nutrisi yang dibutuhkan untuk budidaya selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal
2. Memberikan informasi tentang konsentrasi nanosilika yang cocok untuk budidaya selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh interaksi formulasi nutrisi dengan konsentrasi nanosilika terhadap respon pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

1.3. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dari penelitian ini adalah:

1. Formulasi nutrisi Goodplant memberikan respon terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

2. Konsentrasi nanosilika (v/v) taraf 0,50% (N2) memberikan respon terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.
3. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan formulasi nutrisi dengan konsentrasi nanosilika terhadap respon pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Selada Merah (*Lactuca sativa* L.)

Selada merah (*Lactuca sativa* L.) termasuk famili *Asteraceae* dan merupakan tanaman hortikultura yang berasal dari wilayah Asia Kecil dan Timur Tengah, spesies liar dari genus *Lactuca* ini diyakini berasal dari daerah Mesopotamia hingga Asia Barat, yang kemudian menyebar ke Mesir dan Eropa. Bukti arkeologis menunjukkan bahwa selada telah dibudidayakan sejak sekitar tahun 4500 SM di Mesir kuno sebagai tanaman penghasil minyak biji, kemudian dikembangkan menjadi sayuran (Ryder dan Whitaker, 1982). Berdasarkan pengelompokkannya klasifikasi selada merah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Super Divisi : Spermathophyta

Divisi : Magnoliophyta

Ordo : Asterales

Famili : Asteraceae

Genus : *Lactuca*

Spesies : *Lactuca sativa* L. (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998)

Selada merah merupakan salah satu jenis selada daun yang banyak dibudidayakan sebagai sayuran daun segar. Tanaman ini bersifat herba semusim dengan sistem perakaran akar tunggang yang tumbuh ke bawah sedalam ± 40 cm, disertai akar lateral yang menyebar dangkal di lapisan atas tanah hingga ± 30 cm,

akar berwarna putih dan berfungsi untuk menyerap unsur hara serta menopang tanaman (Sumiahadi *et al.*, 2024). Batang selada merah berbentuk silindris, berwarna hijau muda, dan relatif pendek pada fase vegetatif. Batang selada memiliki buku - buku tempat tumbuhnya daun dan akan memanjang ketika tanaman memasuki fase generatif (Chase *et al.*, 2024). Daunnya tersusun roset di pangkal batang, berbentuk lonjong melebar dengan tepi berkerut atau bergelombang (keriting), memiliki panjang $\pm 20 - 25$ cm dan lebar ± 15 cm, dengan permukaan halus hingga sedikit berlipat dan berwarna merah keunguan di bagian tepi hingga permukaan atas. Warna merah ungu ini disebabkan oleh kandungan antosianin yang tinggi, yang juga berperan sebagai antioksidan alami (Van Brenk *et al.*, 2024).

Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan tanaman sayuran yang cocok dibudidayakan dengan sistem hidroponik, dalam sistem hidroponik, kualitas larutan nutrisi, suhu, pH, intensitas cahaya, dan kelembapan merupakan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan selada. Tanaman selada memerlukan pH larutan antara 5,0–6,8 agar penyerapan unsur hara makro dan mikro berlangsung optimal (Handayani dan Muhidin, 2022). Suhu lingkungan yang ideal untuk pertumbuhan selada berkisar 14 - 18°C pada siang hari dan 5 - 8°C pada malam hari, dengan kelembapan relatif udara sekitar 60 - 80% (Muriyatmoko, 2022). Intensitas cahaya yang cukup sangat dibutuhkan karena selada termasuk tanaman yang peka terhadap naungan, pencahayaan yang kurang dapat menghambat fotosintesis dan menyebabkan daun memanjang serta berwarna pucat (Wijaya dan Fajriani, 2022).

2.2. Formulasi Nutrisi

Formulasi nutrisi hidroponik digunakan dalam proses perhitungan resep pupuk hidroponik berdasarkan kebutuhan konsentrasi masing-masing unsur hara makro dan mikro pada suatu tanaman. Formulasi setiap komposisi unsur hara yang terkandung dalam suatu formula berpengaruh sangat nyata terhadap tanaman, dengan demikian, untuk menunjang keberhasilan budidaya tanaman secara hidroponik, penting diketahui formulasi nutrisi terbaik sesuai dengan kebutuhan nutrisi pada tanaman tersebut (Qurrohman, 2019). Keberhasilan selada merah yang dibudidayakan akan menunjukkan respon pertumbuhan yang baik apabila nutrisi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan unsur hara selada merah karena nutrisi yang cukup sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan selada merah. Nutrisi yang diberikan dalam budidaya hidroponik yaitu dalam bentuk larutan yang mengandung unsur makro dan mikro, salah satu unsur hara atau nutrisi yang cocok untuk hidroponik selada yaitu nutrisi Goodplant (Munardianto dan Ernita, 2022).

Nutrisi Goodplant memiliki komposisi unsur hara makro dan mikro diantaranya N Total 17.78%, Ca 14.19%, K 28.40%, Mg 5.32%, S 9.39%, P 6.92%, Fe 0.08%, Ma 0.04%, Cu 0.04%, B 0.02, Za 0.015%, dan Mo 0.001%. Penggunaan pupuk Goodplant sangat cocok untuk tanaman sayuran seperti tomat, terung, paprika, mentimun, melon dan selada, karena goodplant mempunyai keunggulan yaitu mengandung 13 unsur hara esensial dengan jumlah sesuai kebutuhan tanaman, merangsang tanaman agar lebih cepat berbuah, ukuran buah lebih besar dan tanaman lebih tahan terhadap penyakit (Putra *et al.*, 2021). Larutan nutrisi Hoagland merupakan larutan nutrisi yang pada umumnya digunakan pada tahapan

budidaya tanaman secara hidroponik, karena mengandung senyawa KNO_3 yang mudah larut dalam air sehingga cocok digunakan sebagai larutan nutrisi dalam sistem hidroponik vertikal (Dewanti *et al.*, 2024).

Larutan nutrisi Hewitt cukup efisien untuk produksi selada, terutama pada sistem hidroponik dengan intensitas cahaya tinggi, karena dapat memberikan pertumbuhan vegetatif yang seimbang, tidak terlalu cepat namun menghasilkan daun yang lebih tebal dan warna daun lebih pekat (El-Saady *et al.*, 2023). Larutan nutrisi Steiner adalah formula nutrisi yang dikembangkan oleh George Steiner pada tahun 1961, formula ini banyak dipakai dalam percobaan tanaman dan juga hidroponik, karena penggunaan larutan Steiner cukup efektif untuk menghasilkan pertumbuhan dan hasil yang optimal pada selada hidroponik (Pineda *et al.*, 2018).

2.3. Nanosilika

Nanosilika adalah suatu pemupukan dengan merubah ukuran partikel dengan skala 1 - 100 μm , sehingga pupuk nanosilika dapat masuk kedalam jaringan tanaman dan potensial memberikan manfaat tambahan dalam menjaga penurunan kandungan Na dan kemungkinan membantu dalam mempertahankan pigmen atau warna daun karena efek stres oksidatif, walau belum ada banyak data spesifik mengenai pernyataan tersebut (Zhao *et al.*, 2025). Aplikasi nanosilika secara foliar pada selada dapat meningkatkan pertumbuhan, biomassa, struktur akar, efisiensi fotosintesis, dan membantu mempertahankan unsur mikronutrien seperti K, Mg, Ca, Fe, Zn, serta meningkatkan luas permukaan tanah, meningkatkan kadar klorofil,

meningkatkan produksi antioksidan dan meningkatkan interaksi antara air dan tanah (Li *et al.*, 2024).

Unsur hara mikro yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman yaitu unsur hara Silikat (Si) yang berperan untuk meningkatkan metabolit antioksidan dengan mentoleransi stress abiotik karena penggunaan silikat dapat mempengaruhi kandungan air pada tanaman, mengatur kecukupan hara serta dapat mengurangi penyerapan ion toksik (Rajashekar dan Armstrong, 2024). Nanosilika merupakan silika berukuran nanometer yang mudah masuk dan membentuk lapisan pelindung di permukaan daun untuk mengurangi transpirasi berlebihan pada tanaman, selain itu nanosilika juga berfungsi memperkuat dinding sel, menjaga fungsi kloroplas, memicu sistem pertahanan sistemik, sehingga tanaman lebih tahan terhadap kerusakan akibat stres abiotik seperti kekeringan, hingga menstimulasi pertumbuhan akar yang lebih panjang dan bercabang banyak pada tanaman selada (Ramírez-Rodríguez, 2024).

Penggunaan nanosilika dapat meningkatkan pertumbuhan dan kualitas selada, serta memberikan ketahanan yang cukup untuk selada dalam kondisi stress lingkungan seperti salinitas dan logam berat (Yuan *et al.*, 2024). Nanosilika berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama dalam peningkatan bobot basah, panjang daun, jumlah daun, dan klorofil total pada selada dibanding kontrol (Tifani *et al.*, 2023).

2.4. Sistem Hidroponik Vertikal

Hidroponik merupakan budidaya menanam tanpa menggunakan tanah melainkan diganti dengan media *rockwool*, di mana pada tanaman hidroponik ini lebih ditekankan penggunaan nutrisi yang terlarut dalam air. Hidroponik dapat dijadikan sebagai alternatif budidaya pertanian modern untuk mengatasi berbagai keterbatasan yang ada, tidak hanya berfungsi meningkatkan pasokan pangan, tetapi juga bisa dimanfaatkan sebagai peluang bisnis (Putri *et al.*, 2023). Hidroponik tidak hanya menawarkan peningkatan produksi pangan, tetapi juga membuka peluang bisnis bagi masyarakat, dengan berkembangnya *urban farming* atau pertanian perkotaan, hidroponik dapat diterapkan di area dengan lahan terbatas, seperti di halaman rumah. Hal ini memungkinkan masyarakat perkotaan yang tidak memiliki lahan luas untuk tetap bisa bercocok tanam dan mendapatkan hasil yang memadai (Sari *et al.*, 2023)

Sistem hidroponik vertikal, yang sering disebut juga hidroponik tower, semakin populer karena kemampuannya untuk menghemat ruang dan memungkinkan tanaman tumbuh secara bertingkat dalam struktur vertikal, yang ideal untuk area dengan keterbatasan lahan (Marwati dan Hanum, 2023). Syarat utama yang harus dipenuhi dalam mempraktikkan sistem hidroponik vertikal adalah tempat meletakkan media tanam harus kuat dan tidak mudah roboh. Jenis dan ukurannya menyesuaikan kebutuhan lahan, namun tetap harus disesuaikan dengan jenis tanamannya (Resh, 2023).

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Lokasi Dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli - September 2025 di *Greenhouse* Hidroponik Vertikultur, dilanjutkan dengan analisis Laboratorium di Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah. Kota Semarang. Lokasi penelitian secara astronomis terletak pada ketinggian 348 mdpl dengan rata - rata kelembaban 61% - 83%, rerata suhu 21,10° Celcius - 24,60° Celcius, dan curah hujan 9.891 mm/tahun.

3.2. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan dan alat. Bahan yang digunakan adalah benih selada merah varietas red rapid, *rockwool*, nutrisi AB Mix (Goodplant), pupuk meroke (Calnit, Kalinitra, MKP, MAP, FE EDTA, MAG-S, Mikro Zn, Mikro Cu, ZA, Inabor, Sodium Molibdate, dan SOP), pupuk anorganik silika tunggal 9%, fungisida dengan bahan aktif propineb 70%, dan insektisida dengan bahan aktif profenofos. Alat yang digunakan adalah instalasi hidroponik vertikal, *netpot*, kain flannel, nampan plastik, gelas ukur, gergaji *rockwool*, selotip kertas, penggaris, pH meter, TDS EC meter, thermohygrometer, *sprayer*, ember 100 liter, drigen 5 liter, pengaduk, spektrofotometer, timbangan analitik, alat tulis, dan *smartphone*.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Split Plot dengan percobaan 4 perlakuan sebagai petak utama dan 4 taraf sebagai anak petak dengan 4 kali ulangan. Petak utama berupa formulasi nutrisi yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu :

Formulasi Nutrisi (mg/L):

P1 : Goodplant 1000 ppm

P2 : Hoagland 1000 ppm

P3 : Hewitt 1000 ppm

P4 : Steiner 1000 ppm

Anak petak berupa Konsentrasi Nanosilika yang terdiri dari 4 taraf yaitu :

Konsentrasi Nanosilika (v/v):

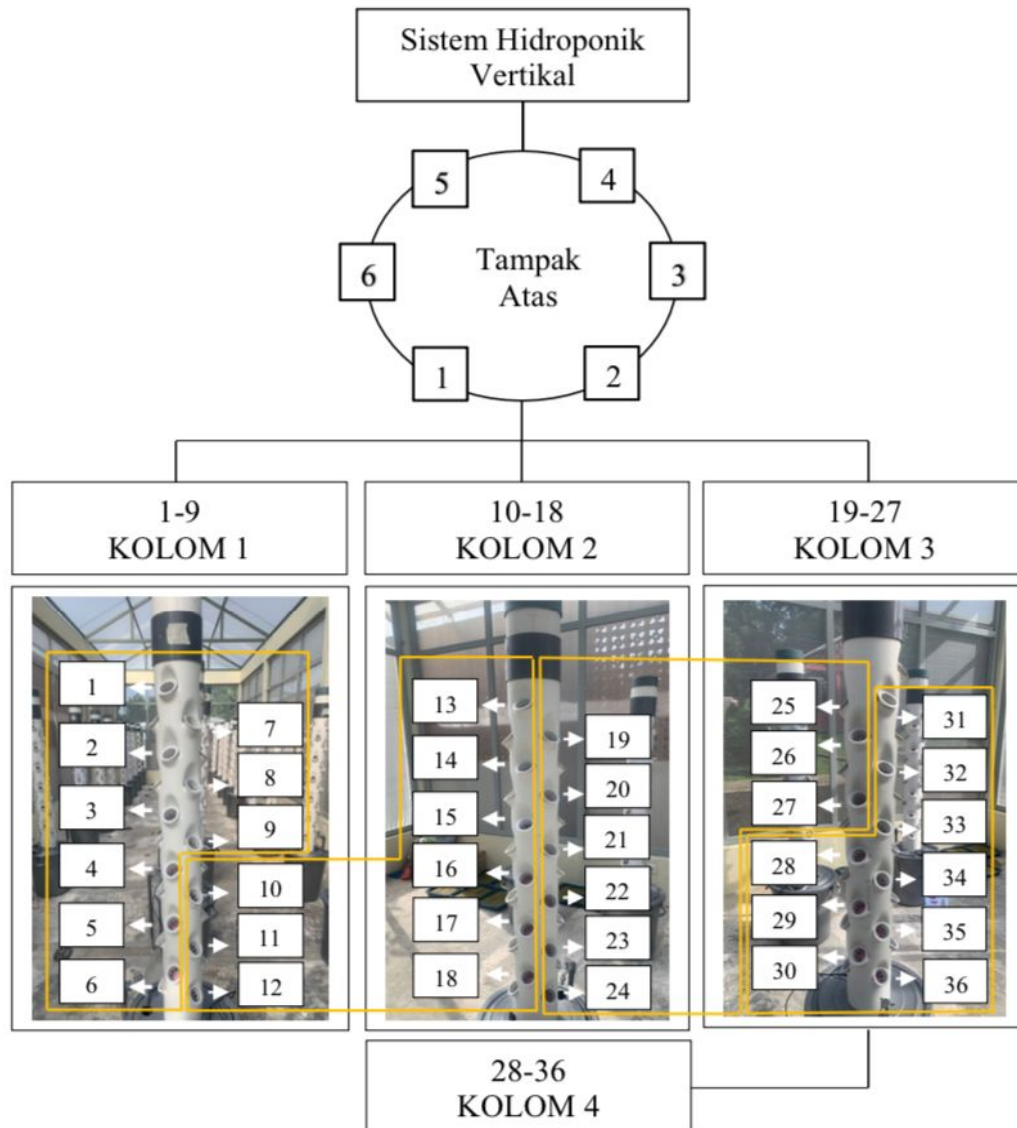
N0 : 0% (Kontrol)

N1 : 0,25%

N2 : 0,50%

N3 : 0,75%

Berdasarkan perlakuan yang dilakukan maka terdapat 16 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan 4 kali ulangan sehingga diperoleh 64 unit percobaan, dan pada 1 unit percobaan terdapat 9 tanaman, sehingga total terdapat 576 tanaman selada merah. Bagan sistem hidroponik vertikal (Ilustrasi 1).



Ilustrasi 1. Sistem Hidroponik Vertikal

3.3.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu tahap persiapan alat dan bahan, sterilisasi *greenhouse*, penyemaian benih, pembuatan larutan nutrisi, pengenceran larutan stok, transplanting/pindah tanam, penyulaman, pemeliharaan, pengaplikasian nanosilika, pemanenan, dan pengamatan parameter.

1) Tahap Persiapan

Tahap persiapan dimulai dengan mempersiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan. Bahan utama yaitu benih selada merah varietas Red Rapid yang diproduksi oleh PT. Known You Seed. Kebutuhan benih untuk 16 instalasi hidroponik vertikal yaitu sebanyak 576 benih dengan 36 lubang di setiap instalasinya. Mempersiapkan 16 instalasi hidroponik vertikal dan memastikan pompa air menyala hingga membasahi kain flanel yang terdapat di dalam netpot, serta mempersiapkan alat dan bahan lainnya yang diperlukan untuk menunjang penelitian.

2) Sterilisasi *Greenhouse*

Sterilisasi *greenhouse* dilakukan 5 - 7 hari sebelum melakukan penyemaian dengan menggunakan bahan aktif propineb 70% yang terdapat di dalam fungisida antracol dan bahan aktif profenofos yang terdapat di dalam insektisida curacron. Dosis yang digunakan untuk fungisida yaitu 2 - 3 g/L air. Dosis yang digunakan untuk insektisida yaitu 1 ml/L air, untuk satu greenhouse dibutuhkan satu kali penyemprotan menggunakan tangki 16 liter.

3) Penyemaian Benih

Penyemaian benih menggunakan benih selada merah Red Rapid yang diproduksi oleh PT. Known You Seed, disemai di atas 12 nampan berukuran 36 cm x 27 cm x 4 cm yang berisikan media tanam berupa *rockwool*, dibiarkan tumbuh di tempat dengan sinar matahari yang cukup seperti greenhouse. Jumlah benih yang disemai dua kali lipat dari jumlah benih yang dibutuhkan, yaitu berjumlah sekitar 1.152 benih, bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya benih tidak tumbuh.

4) **Pembuatan Larutan Nutrisi**

Pembuatan larutan nutrisi diawali dengan melakukan perhitungan kebutuhan nutrisi setiap unsur hara makro dan mikro sesuai dengan formulasi nutrisi Goodplant yang terdapat pada kemasan, formulasi nutrisi Hoagland & Arnon (1938), formulasi nutrisi Hewitt (1966), dan formulasi nutrisi Steiner (1984). Setiap formulasi nutrisi ditimbang sesuai hasil perhitungan dan dibuat larutan stok dengan kepekatan A dan kepekatan B yang masing - masing dilarutkan ke dalam 5 liter air.

5) **Pengenceran Larutan Stok**

Pengenceran larutan stok dilakukan dengan melarutkan pekatan A dan pekatan B dari setiap formulasi nutrisi ke dalam 100 liter air dengan air baku 100-200 ppm, dilarutkan hingga mencapai konsentrasi yang diinginkan yaitu 1000 ppm. Pengukuran konsentrasi larutan nutrisi dilakukan dengan menggunakan TDS meter. Larutan nutrisi yang sudah diencerkan kemudian dipindahkan ke dalam bak hidroponik pada setiap instalasi.

6) ***Transplanting*/Pindah Tanam**

Benih selada merah siap dipindahkan ke dalam netpot pada instalasi hidroponik ketika telah memasuki 14 - 21 HSS dengan kriteria bibit memiliki 3 - 5 helai daun sejati dengan akar yang tumbuh baik. Waktu yang dianjurkan untuk melakukan transplanting yaitu pada pagi dan sore hari.

7) **Penyulaman**

Penyulaman dilakukan ketika bibit selada pada instalasi hidroponik tidak mengalami pertumbuhan atau menghitam karena terbakar. Waktu penyulaman menyesuaikan masa pertumbuhan bibit selada.

8) Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan pengecekan suhu dan kelembapan greenhouse setiap pagi dan sore hari menggunakan thermohygrometer, suhu ideal selada merah yaitu sekitar 15 - 30° Celcius, kemudian mengganti bak nutrisi dengan interval 2 MST atau ketika nutrisi dalam bak mulai berkurang untuk memastikan tanaman tidak kekurangan hara dan tetap berada di suhu dan kelembapan yang sesuai.

9) Pengaplikasian Nanosilika

Pengaplikasian nanosilika dilakukan dengan cara disemprotkan pada daun selada yang telah terbuka. Waktu penyemprotan yaitu pada 14 HST, 28 HST dan 42 HST dengan taraf perlakuan nanosilika (v/v) yang terdiri dari kontrol 0 % (N0); 0,25% (N1); 0,5% (N2); dan 0,75% (N3).

10) Pemanenan

Panen dilakukan pada 40 - 45 (HST) dengan mencabut tanaman dari media tanam beserta akar - akarnya, kemudian dilakukan pengamatan morfologi dan fisiologi sesuai parameter penelitian.

3.3.3. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan dilakukan pada setiap tanaman pada aspek morfologi dan fisiologi. Variabel - variabel yang diamati adalah:

1) Tinggi tanaman (cm/tanaman)

Pengamatan tinggi tanaman diukur ketika tanaman sudah berumur 2 MST, dilakukan sampai panen dengan interval waktu 2 MST. Pengukuran

dilakukan dengan menggunakan penggaris, diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh.

2) Jumlah daun (helai/tanaman)

Pengamatan jumlah daun dilakukan pada saat melakukan pemanenan atau pada saat tanaman berumur 42 HST. Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung semua daun yang telah terbuka sempurna.

3) Panjang akar (cm/tanaman)

Pengamatan panjang akar dilakukan pada saat melakukan pemanenan atau pada saat tanaman berumur 42 HST. Pengukuran dilakukan dengan cara mengangkat tanaman dari instalasi dengan hati - hati kemudian diukur panjang akar dengan menggunakan penggaris. Pengukuran dilakukan dari pangkal akar sampai ujung akar.

4) Bobot segar akar (g)

Pengamatan bobot segar akar dilakukan setelah panen, pengukuran dilakukan dengan cara memanen bagian akar tanaman, kemudian dibersihkan dan ditimbang bobot segarnya dengan menggunakan timbangan analitik.

5) Berat kering akar (g)

Pengamatan bobot kering akar dilakukan setelah panen, pengukuran dilakukan dengan cara menimbang berangkasan akar yang sebelumnya telah dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 3 hari.

6) Bobot segar tajuk (g)

Pengamatan bobot segar pada tajuk dilakukan setelah panen, pengukuran dilakukan dengan cara memanen bagian tajuk tanaman, kemudian

dibersihkan dan ditimbang bobot segarnya dengan menggunakan timbangan analitik.

7) Bobot kering tajuk (g)

Pengamatan bobot kering tajuk dilakukan setelah panen, pengukuran dilakukan dengan cara menimbang berangkasan tajuk yang sebelumnya telah dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 3 hari.

8) Laju Pertumbuhan Nisbi/ *Relative Growth Rate* (RGR) (g.g-1 berat kering per hari)

Laju pertumbuhan nisbi diukur saat tanaman selada berumur 14 HST dan pada saat panen. Perhitungan laju pertumbuhan nisbi mengacu pada rumus sebagai berikut:

$$\text{Relative Growth Rate (RGR)} = \frac{\ln(W_2) - \ln(W_1)}{t_2 - t_1}$$

Keterangan:

$\ln(W_1)$ = Logaritma natural berat kering awal (g)

$\ln(W_2)$ = Logaritma natural berat kering akhir (g)

$t_2 - t_1$ = Interval waktu pengamatan (hari)

9) Kadar Klorofil Total (mg/g)

Pengamatan kadar klorofil dilakukan pada saat tanaman berumur 42 HST.

Kandungan klorofil total diukur menggunakan metode spektrofotometri dengan panjang gelombang 663 nm dan 645 nm. Ekstrak disaring dengan kertas wheatman, lalu dimasukkan dalam kuvet guna diukur absorbansinya. Absorban yang digunakan yaitu Aceton 80%. Perhitungan kadar klorofil sebagai berikut:

$$\text{Klorofil total (mg/g)} = [8,02 \times A_{663} + 20,20 \times A_{645}] \times (V/1000) \times (1/W)$$

Keterangan:

A₆₄₅ = absorbansi pada panjang gelombang 645 nm

A₆₆₃ = absorbansi pada panjang gelombang 663 nm

V = volume dari ekstrak (ml)

W = berat segar sampel (g)

10) Kadar Karotenoid (μmol/g)

Pengamatan kadar karotenoid dilakukan pada saat tanaman berumur 42 HST.

Kandungan karotenoid diukur menggunakan metode spektrofotometri dengan panjang gelombang 480 nm. Ekstrak disaring dengan kertas wheatman, lalu dimasukkan dalam kuvet guna diukur absorbansinya.

Absorban yang digunakan yaitu Aceton 80%.

11) Kadar Air (%)

Pengamatan kadar air dilakukan setelah panen. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara menimbang tanaman sebanyak 5 g, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 1x24 jam.

Perhitungan kadar air menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{BS-BK}{BS} \times 100\%$$

Keterangan:

BS = Bobot Segar Tanaman (g)

BK = Bobot Kering Tanaman (g)

12) Kerapatan Stomata (stomata/mm²)

Pengamatan kerapatan stomata dilakukan pada saat tanaman berumur 42 HST.

Pengamatan dilakukan dengan pembuatan impresi stomata dengan cat kuku bening atau solatip, penempelannya pada kaca objek, dan pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x10 untuk menghitung jumlah stomata per satuan luas (mm²). Hitung jumlah stomata yang membuka dan menutup pada daun segar pada sisi atas dan bawah daun. Hitung luas pandang kamera (LPK) dengan rumus sebagai berikut:

$$LPK = \frac{\text{Jumlah stomata membuka} + \text{Jumlah stomata menutup}}{\text{Luas pandang kamera}}$$

Keterangan:

Luas Pandang Kamera = 5,21 mm²

3.4. Analisis Data

Model linier yang menjelaskan setiap nilai pengamatan sesuai Percobaan Split plot 4x4 dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + Y_{ik} + N_j + (PN)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Nilai pengamatan perlakuan formulasi nutrisi taraf ke - i dan konsentrasi nanosilika taraf ke - j dan ulangan ke - k terhadap respon, pertumbuhan, hasil dan kualitas selada merah.

μ = Rata - rata nilai tengah setiap perlakuan

P_i = Pengaruh petak utama perlakuan formulasi nutrisi taraf ke - i

Y_{ik} = Pengaruh acak dari petak utama yang muncul pada taraf ke - i dari perlakuan formulasi nutrisi dalam ulangan ke - k

- N_j = Pengaruh anak petak perlakuan konsentrasi nanosilika taraf ke - j
- $(PN)_{ij}$ = Pengaruh interaksi dari petak utama formulasi nutrisi taraf ke - i dan anak petak konsentrasi nanosilika taraf ke - j
- E_{ijk} = Pengaruh acak dari satuan percobaan ke - k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij.

Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik yang diuji adalah:

- 1) Pengaruh utama petak utama formulasi nutrisi

$H_0 : P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 0$; Tidak terdapat pengaruh formulasi nutrisi terhadap respon, pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

H_1 : Paling sedikit ada satu $P_i \neq 0$; Terdapat pengaruh formulasi nutrisi terhadap respon, pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

- 2) Pengaruh utama anak petak konsentrasi nanosilika

$H_0 : N_0 = N_1 = N_2 = N_3 = 0$; Tidak terdapat pengaruh konsentrasi nanosilika terhadap respon, pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

H_1 : Paling sedikit ada satu $N_i \neq 0$; Terdapat pengaruh konsentrasi nanosilika terhadap respon, pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

- 3) Pengaruh Interaksi petak utama formulasi nutrisi dan anak petak konsentrasi nanosilika

$H_0 : (PN)_{ij} = 0$; Tidak terdapat pengaruh interaksi formulasi nutrisi dan konsentrasi nanosilika terhadap respon, pertumbuhan, hasil dan kualitas selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal..

H_1 : Paling sedikit ada satu $(PN)_{ij} \neq 0$; Terdapat pengaruh interaksi formulasi nutrisi dan konsentrasi nanosilika terhadap respon, pertumbuhan dan hasil selada merah (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik vertikal.

Analisis Statistik

Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis secara statistik dengan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf 5% dengan tujuan menentukan ada atau tidaknya pengaruh perlakuan. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh perlakuan yang nyata atau signifikan maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5% untuk melihat perbedaan antar taraf perlakuan.