

**RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN SAWI HIJAU *Brassica juncea* L. TERHADAP VARIASI
FORMULASI NUTRISI PADA SISTEM AEROPONIK**

OLEH

IRMAYANTI

H411 09 256



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

**RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN SAWI HIJAU *Brassica juncea* L. TERHADAP VARIASI
FORMULASI NUTRISI PADA SISTEM AEROPONIK**

*Skripsi ini disusun untuk melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi syarat untuk
memperoleh gelar sarjana Sains pada Jurusan Biologi*

IRMAYANTI

H411 09 256

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

LEMBAR PENGESAHAN

**RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN SAWI HIJAU *Brassica juncea* L. TERHADAP VARIASI
FORMULASI NUTRISI PADA SISTEM AEROPONIK**

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Dr. Juhriah, M.Si

NIP : 19631231 198810 2 001

Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua

Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr

NIP : 19601224 198601 1 001

Dr. Andi Masniawati, M.Si

NIP : 19700213 199603 2 001

ABSTRAK

Penelitian mengenai respon pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. terhadap variasi formulasi nutrisi pada sistem aeroponik yang dilaksanakan di Laboratorium Divisi Bioteknologi Pertanian Pusat Kegiatan Penelitian, Universitas Hasanuddin, Makassar, berlangsung mulai Januari hingga Maret 2013. Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh beberapa variasi formulasi nutrisi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. pada sistem aeroponik. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan, N1 (Formulasi Hartus), N2 (Formulasi Labiota), N3 (Formulasi Yos), N4 (Formulasi Sundstrom) masing-masing 5 ulangan, tiap ulangan terdapat 5 sampel sehingga jumlah sampel yang diamati adalah 100 tanaman. Pemberian larutan nutrisi dilakukan dengan penyemprotan langsung ke akar tanaman dengan menggunakan sprayer nozzles dengan waktu setiap 15 menit on/off. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun dan berat basah tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. Data dianalisa dengan menggunakan uji F kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi nutrisi yang berasal dari formulasi Yos adalah formulasi nutrisi yang paling baik untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi sawi hijau *Brassica juncea* L. secara aeroponik.

Kata kunci : Sawi hijau, nutrisi, sistem aeroponik

ABSTRACT

This research to response of plant growth and production of green mustard plant *Brassica juncea* L. to variations in the nutrients formulation aeroponic system is implemented in the Laboratory Agriculture Division of Biotechnology Activities Research Center, University of Hasanuddin, Makassar, takes place from January to March 2013. This research aimed to assess the effect of several variations of nutrient formulation on growth and yield of green mustard plant *Brassica juncea* L. the aeroponic system. This research was based on a completely randomized design (CRD) with 4 treatments, N1 formulation (Formulation Hartus), N2 (Formulation Labiota), N3 (Formulation Yos), N4 (Formulation Sundstrom) each 5 replicates, each contained 5 replicates so that the sample is 100 plants observed. Giving was done by spraying a nutrient solution directly to the roots of plants by using the sprayer nozzles every that times 15 minutes on / off. The parameters measured were plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, petiole length and wet weight of green mustard plant *Brassica juncea* L. Data were analyzed using the F test followed by Least Signifikan Different (LSD) test. The results showed that the nutrients formulation derived from the formulation Yos was the best nutrient formulations to optimize growth and production of green mustard plant *Brassica juncea* L. in aeroponic.

Keywords: mustard green, nutrient, aeroponic system.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat-Nya serta kasih sayang yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau *Brassica juncea* L. terhadap Variasi Formulasi Nutrisi Pada Sistem Aeroponik".

Terwujudnya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Kupersembahkan skripsi ini terkhusus kepada orang tua tercinta Ayahanda Muhammad Tang dan Ibunda Hasmi. Terima kasih atas segala pengorbanan, kesabaran, semangat dan doa restu yang tiada ternilai hingga penulis dapat menyelesaikan studi di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Kakak-kakakku Herniwaty dan Erna serta Adikku Herdawaty atas segala dukungan yang telah diberikan.

Tidak lupa penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-sebesarnya kepada Ibu Dr. Juhriah, M.Si selaku pembimbing utama dan Bapak Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr. selaku pembimbing I juga selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Divisi Bioteknologi Pertanian, yang telah mendukung dan memberikan izin penelitian serta Ibu Dr. A. Masniawaty, M.Si selaku pembimbing II beserta tim penguji Bapak Drs. Asadi Abdullah, M.Si, Bapak Dr. Eddy Soekandarsih, M.Sc, Bapak Dody Priosambodo, M.Si atas segala perhatian, motivasi dan bimbingannya selama proses penyusunan skripsi ini dan tak lupa Ibu Dr. Syafareanan, M.Si selaku Ketua penguji dan penasehat akademik atas

segala bimbingannya sejak awal mulai menginjakkan kaki di Jurusan Biologi,. Dalam kesempatan ini pula, penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih sebesar-besarnya atas segala bantuan dan kerjasamanya selama ini, kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf akademik atas segala bantuan selama penulis mengikuti pendidikan.
2. Bapak Dr. Eddy Soekandarsih, M.Sc sebagai Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf.
3. Bapak Ahmad selaku Laboran Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi, Universitas Hasanuddin dan Kak Anto yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Sahabat-sahabatku tersayang Tenri Sa'na Wahid dan Rispa Yeusy A. (teman seperjuangan dalam penelitianku) atas dukungan, kerjasama dan motivasinya.
5. Temanku Hasriani Rahman, teman-teman Biogenesis, Kak Rian dan Kak Izam atas dukungannya selama ini.
6. Teman-teman dan kanda-kanda FMIPA UNHAS, teman-teman seperjuangan HIMBIO, teman-teman BEM FMIPA, teman-teman KKN Liliriaja 82's Cru dan teman-teman Posko Desa Jampu.
7. Adik-adik PKL Bone-bone yang telah banyak membantu dan memberikan dorongan dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Makassar, Mei 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ASBTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	3
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Sawi Hijau <i>Brassica juncea</i> L.	5
II.2 Nutrisi Tanaman	8
II.3 Teknologi Aeroponik	14
II.4 Formulasi dan Konsentrasi Unsur Hara dalam Aeroponik	18
II.5 Faktor Lingkungan Sistem Aeroponik.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
III.1 Alat	22
III.2 Bahan	22

III.3 Rancangan Penelitian	22
III.4 Prosedur Kerja	23
III.5 Pengamatan	26
III.6 Analisis Data	27
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
VI.1 Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sawi <i>Brassica juncea</i> L.	28
VI.2 Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Sawi <i>B. juncea</i> L..	31
VI.3 Pertambahan Panjang Daun Tanaman Sawi <i>B. juncea</i> L.	33
VI.4 Pertambahan Lebar Daun Tanaman Sawi <i>B. juncea</i> L...	36
VI.5 Pertambahan Panjang Tangkai Tanaman Sawi <i>Brassica</i> <i>juncea</i> L.	39
VI.6 Pengukuran Berat Basah Tanaman Tanaman Sawi <i>Brassica juncea</i> L.....	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

1. Kandungan Zat Gizi dalam 100 g Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.....	7
2. Hara Mineral Mikro dan Makro pada Tumbuhan	9
3. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Aeroponik.....	17
4. Kisaran Konsentrasi Unsur Hara yang dianjurkan dalam Formulasi Nutrisi Sistem Aeroponik	19
5. Hasil Analisis Statistik Uji F pada Tinggi Tanaman Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	26
6. Hasil Analisis Statistik Uji Lanjut BNT 1 % Tinggi Tanaman Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	28
7. Hasil Analisis Statistik Uji Uji F pada Jumlah Daun Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	29
8. Hasil Analisis Statistik Uji Lanjut BNT 1 % Jumlah Daun Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	30
9. Hasil Analisis Statistik Uji F pada Panjang Daun Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	32
10. Tabel Analisis Statistik Uji Lanjut BNT 1 % Panjang Daun Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	33
11. Tabel Analisis Statistik Uji F pada Panjang Tangkai Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	34
12. Tabel Analisis Statistik Uji Lanjut BNT 1 % Panjang Tangkai Daun Sawi Hijau <i>B. juncea</i> L.	35

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel Data Produksi Sawi Indonesia	53
2. Tabel Formulasi Nutrisi	54
3. Dena rancangan Penelitian	56
4. Tabel Hasil Analisis Uji F pada Tinggi Tanaman	57
5. Tabel Hasil Analisis Uji F pada Jumlah daun	59
6. Tabel Hasil Analisis Uji F pada Panjang Daun	62
7. Tabel Hasil Analisis uji F pada Lebar Daun	64
8. Tabel Hasil Analisis Uji F pada Panjang Tangkai	67
9. Gambar Hasil Penelitian	70

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sawi hijau *Brassica juncea* L. merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai komersial yang tinggi karena merupakan tanaman sayuran daun yang banyak digemari oleh masyarakat dan merupakan salah satu komponen menu keluarga yang tidak dapat ditinggalkan (Marsudi, 2011). Sehubungan dengan permintaan akan pemenuhan kebutuhan sawi hijau di pasaran sangat tinggi sedangkan hasil produksi sawi hijau terbatas akibat faktor iklim, maka diperlukan strategi dan teknologi untuk memproduksi sayuran sepanjang musim. Menurut Badan Pusat Statistik (2012) produksi sawi tiap tahunnya selalu berfluktuasi dari tahun ke tahun (Lampiran 1).

Penanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. terus dikembangkan karena adanya permintaan pasar yang terus meningkat. Namun seringkali terjadi penanaman sawi hijau tanpa memperhatikan kualitasnya sehingga hasil dan kualitas sayurannya sangat rendah. Salah satu faktor yang membatasi produksi sawi yang berkualitas tinggi adalah kurang tersedianya unsur hara dalam media tumbuh tanaman apabila di tanam secara konvensional. Menurut Agustina (2009) air dan nutrisi yang diberikan kepada tanaman secara konvensional, tidak semua digunakan oleh tanaman. Nutrisi yang diberikan dalam bentuk pupuk anorganik hanya 20-60% yang digunakan oleh tanaman, sedangkan 40-80% akan mengalami pencucian. Pencucian tersebut disebabkan oleh air hujan atau air irigasi. Menurut Tindall

(1983), syarat yang penting untuk bertanam sawi adalah tanah yang gembur, banyak mengandung zat organik, adanya aliran air yang baik dan derajat keasaman tanah (pH) antara 5,5 – 6,5.

Keterbatasan produksi sawi hijau *Brassica juncea* L. akibat perubahan musim dan teknik penanaman secara konvensional yang tidak efisien, maka teknik pertanian kini terus dikembangkan. Selain sistem pertanian di lahan tanah, dikenal kini sistem pertanian dengan teknik aeroponik. Keunggulan sistem aeroponik di antaranya, produksi lebih tinggi, kemurnian varietas lebih terjamin, tidak mencemari lingkungan, pemakaian hara dan air lebih hemat, tanaman yang mati mudah diganti dengan tanaman yang baru, hasil produksi lebih kontinyu dibandingkan dengan penanaman secara konvensional, kadar oksigen dalam larutan hara lebih banyak, serta tidak tergantung pada kondisi alam atau musim (Mueller dkk., 2002).

Teknik aeroponik dikembangkan dari sistem budidaya hidroponik dimana dalam sistem ini pemberian larutan hara ke akar tanaman dengan cara pengabutan (Jensen dan Collins, 2005). Steinberg dkk. (2000) menyatakan bahwa pada teknik ini air dan nutrisi disediakan dalam jumlah yang tepat dan terkontrol dalam bentuk larutan nutrisi. Hal itu dilakukan dengan cara mensirkulasi kembali air dan nutrisi yang telah digunakan. Suhardiyanto (2009) menyatakan pemberian larutan nutrisi dilakukan dengan penyemprotan ke akar yang menggantung di udara.

Pada sistem aeroponik formulasi nutrisi yang diberikan harus disertai dengan perhitungan cermat berdasarkan kisaran konsentrasi minimum dan maksimum, tetapi kisaran tersebut tidak mutlak (Sutiyoso, 2003). Menurut

Yusniwati *dkk.* (2003) konsentrasi nutrisi sangat menentukan berhasil atau tidaknya budidaya sawi secara aeroponik. Menurut Wijayani dan Wahyu (2005) konsentrasi nutrisi tiap tanaman tidak bisa distandarkan atau disamakan. Setiap situasi dan kondisi yang berbeda harus dicari konsentrasi yang optimal bagi tanaman. Seiring perkembangan teknologi aeroponik saat ini, formulasi nutrisi kini terus dikembangkan khususnya tanaman sayuran, namun formulasi ini rata-rata berlaku umum untuk tiap tanaman sayuran aeroponik di berbagai wilayah dengan kondisi iklim yang berbeda, padahal tiap tanaman kebutuhan unsur hara yang diperlukan berbeda dengan adanya faktor lingkungan yang mempengaruhi.

Berdasarkan pertimbangan tersebut diperlukan pengkajian dan pengujian beberapa formulasi unsur hara yang sesuai terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L, sehingga diharapkan ditemukan formulasi nutrisi yang tepat pada sistem aeroponik sawi hijau *Brassica juncea* L.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melihat respon pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. terhadap variasi formulasi nutrisi dengan sistem aeroponik.

I. 3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat :

1. Memberikan informasi yang bermanfaat untuk peningkatan produksi tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. dengan formulasi nutrisi yang tepat melalui teknologi aeroponik.

2. Dimanfaatkan sebagai paket teknologi dalam peningkatan produksi tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L.

I. 4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2013 di Pusat Kegiatan Penelitian Divisi Bioteknologi Pertanian, Gedung LPPM Lantai 4 dan 5, Universitas Hasanuddin, Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sawi Hijau *Brassica juncea* L.

Sawi hijau *Brassica juncea* L. merupakan jenis tanaman sayuran daun yang memiliki nilai ekonomis tinggi setelah kubis dan brokoli. Selain itu, tanaman sawi juga mengandung mineral, vitamin, protein dan kalori (Rukmana, 1994). Menurut Sunaryono dan Rismunandar (1981) tanaman sawi menjadi komoditas sayuran yang cukup populer di Indonesia. Tanaman sawi bukan merupakan tanaman yang tersedia sepanjang tahun. Syarat yang penting untuk bertanam sawi adalah tanah yang gembur, banyak mengandung zat organik (subur), adanya aliran air yang baik dan derajat keasaman tanah (pH) antara 5,5 – 6,5.

Sawi hijau *Brassica juncea* L. memiliki bentuk batang yang pendek, tegap, dan daun yang lebar berwarna hijau tua. Daunnya mempunyai tangkai yang pipih (Sadek dkk., 2009). Menurut Tindall (1983), tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. merupakan terna anual, dengan daun tunggal berbentuk lonjong, dengan panjang daun 20 – 30 cm atau lebih, berwarna hijau tua, dan berkerut. Haryanto dkk. (1994) menyatakan sawi hijau berukuran lebih kecil daripada sawi putih. Daun sawi jenis ini juga lebar seperti daun sawi putih tetapi warnanya lebih hijau tua. Sawi jenis ini batangnya sangat pendek tetapi tegap. Tangkai daunnya agak pipih, sedikit berliku, tetapi kuat. Bentuk daun sawi oval, berwarna hijau terang dan berkerut (Gambar 1).



Gambar 1. Sawi Hijau *Brassica juncea* L.
Sumber : Kusumayunito (2013)

Menurut Tjitrosoepomo (1994) klasifikasi botani tanaman sawi hijau adalah sebagai berikut:

- Regnum : Plantae
- Divisio : Spermatophyta
- Sub Divisio : Angiospermae
- Classis : Dicotyledonae
- Sub Classis : Dialypetalae
- Ordo : Rhoeadales (Brassicales)
- Familia : Cruciferae (Brassicaceae)
- Genus : *Brassica*
- Species : *Brassica juncea* L.

Sawi hijau *Brassica juncea* L. termasuk jenis sayuran daun yang mempunyai nilai ekonomi tinggi di Indonesia maupun beberapa negara di dunia. Pengembangan budidaya sawi hijau mempunyai prospek baik untuk mendukung upaya peningkatan pendapatan petani, peningkatan gizi masyarakat, perluasan kesempatan kerja, pengembangan agribisnis, peningkatan pendapatan negara melalui pengurangan impor dan memacu laju pertumbuhan ekspor (Rukmana, 1994).

Haryanto dkk. (1994) menyatakan sawi hijau *Brassica juncea* L. yang dikonsumsi setelah diolah maupun sebagai lalapan, mengandung beragam zat gizi yang esensial bagi kesehatan tubuh. Komposisi zat gizi yang terkandung dalam setiap 100 g berat basah sawi hijau disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan zat gizi dalam 100 g sawi hijau *Brassica juncea* L.

Zat Gizi	Densitas Gizi
Protein (g)	2,3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	4,0
Ca (mg)	220,0
P (mg)	38,0
Fe (mg)	2,9
Vitamin A (mg)	1,94
Vitamin B (mg)	0,09
Vitamin C (mg)	102

Sumber : Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (1979)

Rismawarni (2002) mengatakan bahwa konsumsi sayuran dari genus *Brassica* yaitu sawi-sawian dapat menurunkan risiko berbagai jenis kanker, yaitu kanker payudara, prostat, ginjal, kolon, kandung kemih, dan paru-paru. Isabella (2010), menyatakan mengkonsumsi sawi sebanyak 1-2 porsi/hari mampu menurunkan risiko kanker payudara sebesar 20-40 %.

II.2 Nutrisi Tanaman

Pengetahuan nutrisi tanaman telah dihimpun sejak zaman sebelum Masehi. Hal ini dapat diketahui dari penemuan Herodatus pada tahun 2500 sebelum Masehi di lahan pertanian di Mesopotania. Beliau menemukan fakta bahwa penanaman satu jenis tanaman secara terus-menerus pada lahan yang sama mengakibatkan kesuburan tanahnya menurun. Tetapi apabila pada tanah tersebut diberi pupuk kandang maka kesuburannya dapat dipertahankan. Dengan kata lain, organ tanaman yang dipanen menguras bahan-bahan yang ada di dalam tanah sehingga tanpa penambahan bahan tersebut mengakibatkan makin banyak bahan yang terkuras, akhirnya kesuburan tanah dan hasil tanamannya makin berkurang. Berdasarkan fakta ini, tampaknya pada saat tersebut sudah ditemukan indikasi adanya sumber makanan yang berada di dalam tanah yang berguna bagi tanaman (Agustina, 2004). Subrata *dkk.* (2001) menyatakan penelitian yang berkaitan dengan penentuan nutrisi serta pengaruhnya bagi tanaman telah banyak dilakukan dengan mengamati dan menguji secara langsung parameter yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Kurang dari seperempat elemen yang ditemukan di dalam bumi telah diketahui manfaatnya penting. Beberapa elemen tersebut telah diketahui peran biokimianya dalam kehidupan; tanpa elemen-elemen itu organisme hidup tidak dapat bertahan hidup. Elemen-elemen ini disebut dengan elemen esensial. Secara universal elemen esensial benda hidup adalah C, H, O (dari udara dan air), N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Cl, dan Mo. Elemen lain yang esensial bagi tanaman tingkat tinggi adalah B, Co, Na, Rb, V, Si, Se dan Al. Berdasarkan jumlah kebutuhan tanaman, elemen esensial diklasifikasikan dengan dua kelompok besar yaitu : makro (N, P, K, S, Ca, Mg) dan mikro (Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo) (Agustina, 2004).

Hara mikro dibutuhkan oleh semua tanaman dalam bentuk kation logam (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+}) dan anion (B^- , Cl^- , Mo^-). Meskipun kebutuhan tanaman sedikit tetapi kekurangan unsur ini dapat menghambat pertumbuhan atau mengurangi hasil produksi. Fungsi umum hara mikro merupakan komponen struktural dari enzim, baik enzim untuk pengaktifan atau pengaturan, sebagai pembawa elektron pada reaksi oksidasi reduksi, sebagai komponen dinding sel atau pengisi larutan yang berkaitan dengan osmosis dan keseimbangan muatan (Campbell *dkk.*, 2004).

Unsur makro lebih banyak dibutuhkan tanaman daripada unsur mikro meskipun keduanya saling menunjang dalam pertumbuhan tanaman (Istiyastuti, 1996). Menurut Dwijoseputro (1983) unsur mikro merupakan unsur yang dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil namun ketidak hadirannya satu unsur hara dari 16 unsur hara baik mikro maupun makro akan menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman (hukum minimum Liebig) yang menyatakan bahwa laju pertumbuhan tanaman diatur oleh adanya faktor yang berada dalam jumlah minimum dan besar kecilnya laju pertumbuhan ditentukan oleh peningkatan dan penurunan faktor yang berada dalam jumlah minimum tersebut.

Perbedaan kandungan berbagai hara dalam jaringan tumbuhan menunjukkan perbedaan kebutuhan akan hara tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hara Mineral Makro dan Mikro pada Tumbuhan

Unsur hara	Lambang Kimia	Bentuk tersedia	Konsentrasi dalam materi kering
------------	---------------	-----------------	---------------------------------

			(mmol/kg)
Hara Makro			
Hidrogen	H	H ₂ O	60.000
Karbon	C	CO ₂	40.000
Oksigen	O	O ₂ , CO ₂	30.000
Nitrogen	N	NO ³⁻ , NH ₄ ⁺	1000
Kalium	K	K ⁺	250
Kalsium	Ca	Ca ²⁺	125
Magnesium	Mg	Mg ²⁺	80
Fosfor	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	60
Belerang	S	SO ₄	30
Hara Mikro			
Klor	Cl	Cl ⁻	3.0
Boron	B	BO ₃ ³⁻	2.0
Besi	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	2.0
Mangan	Mn	Mn ²⁺	1.0
Seng	Zn	Zn ²⁺	0.3
Tembaga	Cu	Cu ²⁺	0.1
Nikel	Ni	Ni ²⁺	0.05
Molibdenum	Mo	MoO ₄ ²⁻	0.001

Sumber : Hopkins (1995)

Manfaat tiap unsur tersebut antara lain menurut Agustina (2004), nitrogen (N) merupakan komponen utama berbagai senyawa di dalam tanaman, yaitu : asam amino, amida, protein, klorofil, dan alkaloid, 40-45% protoplasma tersusun dari senyawa yang mengandung N. Menurut Istiyastuti (1996) unsur ini mudah larut, mudah didapat, dan tahan lama. Nitrogen di serap akar tanaman dalam bentuk NO₃⁻ dan NH₄⁺. Kadar zat lemas protoplasma kira-kira 2-2,5%. Pemberian N akan memacu pertumbuhan daun dan batang. Pemberian zat N yang berlebihan dapat menimbulkan kerusakan tanaman, sedangkan kekurangan zat N akan mengakibatkan gangguan pada tanaman. Gejala yang ditimbulkan akibat kekurangan mineral ini, yaitu warna daun menjadi hijau muda, kemudian berubah menjadi kuning, jaringannya kering, berwarna coklat, dan akhirnya mati, pertumbuhan tanaman kerdil, buahnya tidak sempurna dan lekas masak.

Fosfor (P) diambil akar dalam bentuk H_2PO_4 dan HPO_4 . Zat fosfor ini dibutuhkan tanaman untuk pengembangan bunga, buah, dan juga mendorong pertumbuhan akar yang sehat (Istiyastuti, 1996). Agustina (2004) menyatakan fosfor berperan penting dalam transfer energi di dalam sel tanaman, misalnya ADP, ATP, berperan dalam pembentukan membran sel, misalnya lemak fosfat, dan berpengaruh terhadap struktur K^+ , Ca^+ , Mg^+ , dan Mn^{2+} , terutama terhadap fungsi unsur-unsur tersebut yang mempunyai kontribusi terhadap stabilitas struktur dan konformasi makro molekul, misalnya gula fosfat, nukleotida, dan koenzim. Istiyastuti (1996) menyatakan kekurangan zat ini dapat menimbulkan warna daun menjadi hijau tua, bahkan sering kelihatan mengkilap kemerah-merahan, pembentukan buah jelek, dan sistem pertumbuhan akar terhambat.

Kalium (K) diserap dalam bentuk K^+ , fungsinya membantu terjadinya asimilasi tanaman, pembentukan bunga atau buah, pembentukan jaringan penguat. (Istiyastuti, 1996). Fungsi utamanya mengaktifkan kerja beberapa enzim dan memacu translokasi karbohidrat dari daun ke organ tanaman yang lain (Agustina, 2004). Menurut Istiyastuti (1996), gejala yang ditunjukkan bila kekurangan zat ini, yaitu sebagian daun mengerut dan mengkilap. Hal ini biasanya terjadi secara lambat laun, mulai dari ujung dan tepi daun akan terlihat klorosis, yang menjalar di antara tulang daun. Setelah itu, akan tampak bercak-bercak coklat, sehingga daun terlihat bergerigi. Tanaman yang kekurangan kalium akan lekas mengayu atau menggabus sebab kadar lengasnya lebih rendah.

Kalsium (Ca) ini diserap dalam bentuk Ca^{2+} , fungsinya untuk mengatur permeabilitas (daya serap dinding sel), menunjang pertumbuhan akar, dan

mempermudah tanaman menyerap potassium (Istiyastuti, 1996). Menurut Agustina (2004), kalsium berperan penting sebagai elemen struktural dinding sel, khususnya sebagai Ca pektat di dalam lamella tengah. Kekurangan zat ini ditunjukkan dengan adanya warna daun muda yang berubah dan jaringan daun di beberapa tempat mati. Kuncup yang baru tumbuh tidak lama kemudian mati. Umumnya kekurangan unsur ini menyebabkan tanaman mati.

Magnesium (Mg) diserap dalam bentuk Mg^{2+} , zat ini merupakan salah satu komponen klorofil, Mg aktif dalam proses penyebaran fosfor ke seluruh batang tanaman (Agustina, 2004). Gejala yang ditunjukkan akibat kekurangan zat ini, yaitu tulang daun terlihat klorosis yang menular dengan teratur. Warna daun berubah menjadi kuning dan bercak-bercak coklat, sedangkan tulang daun tetap hijau. Daun tanaman yang kekurangan Mg menjadi lemah dan kerusakan tanaman karena sinar matahari mudah terjadi akibat tidak mempunyai lapisan lilin (Istiyastuti, 1996).

Sulfur (S) merupakan zat belerang yang diserap dalam bentuk SO_4^{2-} , zat ini digunakan dalam proses produksi energi. Jika kekurangan unsur ini seluruh helai daun muda yang berwarna hijau muda menjadi mengkilap keputih-putihan atau kuning, sehingga tanaman kelihatan kuning hijau (Istiyastuti, 1996).

Besi (Fe) diserap dalam bentuk Fe^{2+} , fungsinya tidak dapat digantikan untuk pembentukan hijau daun, dan penting dalam proses produksi klorofil di dalam tanaman atau dengan kata lain ikut dalam proses oksidasi reduksi di dalam fotosintesis dan respirasi (Agustina, 2004). Gejala yang ditunjukkan bila kekurangan unsur Fe yaitu tulang daun yang semula berwarna hijau berubah menjadi kuning hingga berwarna putih (Istiyastuti, 1996).

Mangan (Mn) diserap dalam bentuk Mn^{2+} , fungsinya untuk mendukung daya serap nitrogen dari tanaman, transport elektron pada fotosistem II (Agustina, 2004). Istiyastuti (1996) menyatakan kekurangan zat ini akan menyebabkan tanaman menjadi klorosis, hijau daun tak terbentuk, dan zat ini mempengaruhi proses fotosintesis atau pernapasan.

Borium (Bo) diserap dalam bentuk BO_3 , berpengaruh di dalam translokasi gula dari daun, metabolisme fenol dan RNA serta aktivitas asam giberelin dan α amylase. Bila kekurangan zat ini, pucuk dan kuncup tumbuhan akan mati. Pertumbuhan dalam meristem terganggu, sehingga penyaluran makanan dari akar akan terganggu (Istiyastuti, 1996).

Zinkum (Zn) diserap dalam bentuk Zn^{2+} , unsur ini dalam jumlah yang terbatas akan memberi dorongan terhadap perkembangan tanaman tetapi kelebihan sedikit saja, akan menjadi racun bagi tanaman. Zn merupakan komponen penting untuk mentransfer energi ke seluruh tanaman. Gejala yang ditimbulkan karena kekurangan unsur ini, yaitu adanya kelainan yang terjadi pada daun. Klorosis terjadi pada tulang daun, kemudian tulang daun tersebut akan segera mati dan gugur (Istiyastuti, 1996).

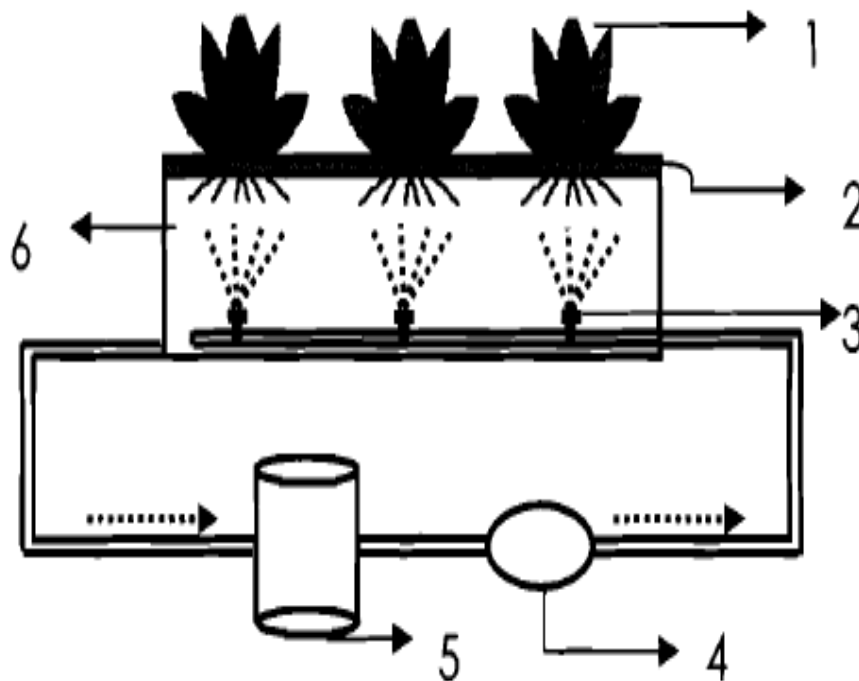
Molibdin (Mo) diserap akar dalam bentuk ion MoO_4 , fungsinya untuk mengikat nitrogen, yang penting bagi pertumbuhan sayuran dan buah, terutama tanaman leguminosa. Mo berperan di dalam serapan dan translokasi besi (Agustina, 2004). Istiyastuti (1996) menyatakan kekurangan unsur ini akan menyebabkan tanaman tumbuh tidak normal. Selain itu, terjadi perubahan warna pada daun, daun keriput, mengering dan busuk, akhirnya tanaman menjadi mati.

II.3 Teknologi Aeroponik

Teknologi penanaman dengan teknik aeroponik merupakan teknologi bercocok tanam sayuran yang sudah mulai dilakukan oleh pengusaha agribisnis. Aeroponik berasal dari kata *aero* yang berarti udara dan *ponus* yang berarti daya. Jadi dengan kata lain aeroponik adalah memberdayakan udara. Aeroponik dapat diartikan bercocok tanam di udara. Dalam sistem ini, akar tanaman yang tumbuh tegak pada Styrofoam dibiarkan menggantung. Nutrisi diberikan dengan cara disemprotkan. Untuk penyemprotan nutrisi, diperlukan pompa bertekanan tinggi agar butiran air yang dihasilkan sangat halus. Aeroponik merupakan salah satu tipe dari hidroponik karena air yang berisi larutan hara disemburkan dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman (Sutiyoso, 2003). Hidroponik merupakan salah satu teknologi budidaya yang menggunakan prinsip penyediaan larutan nutrisi secara kontinyu sesuai dengan kebutuhan tanaman. Menurut Paishal (2005) hidroponik adalah suatu teknologi budidaya tanaman dalam larutan nutrisi dengan atau tanpa media buatan (pasir, kerikil, *rockwool*, *perlite*, *peatmoss*, *coir*, atau *sawdust*) untuk penunjang mekanik.

Menanam secara aeroponik dapat dilakukan pada lahan atau ruang yang terbatas, misalnya di atap, dapur atau garasi. Sistem aeroponik sangat efisien dilakukan karena menanam tanpa media tanah memberi keuntungan yang lebih besar, terutama bagi penduduk perkotaan yang memiliki lahan sempit atau gersang. Cara ini memberi nilai plus dalam menciptakan penghijauan di tempat-tempat yang tidak memungkinkan lagi ditanam pohon dengan media tanah (Rahayu, 2008).

Suhardiyanto (2009) menyatakan bahwa dalam metode aeroponik menggunakan larutan nutrisi yang disemprotkan dalam bentuk kabut, ke akar tanaman yang berada dalam chamber dengan nutrisi yang berdurasi tertentu (Gambar 2). *Chamber* merupakan lingkungan tertutup tempat tumbuhnya akar. Sistem ini meliputi sprayer untuk menyemprotkan larutan nutrisi, chamber, pompa yang dilengkapi dengan *timer*, pipa dan *Styrofoam*.



Keterangan :

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Tanaman | 4. Pompa dan <i>timer</i> |
| 2. <i>Styrofoam</i> | 5. Tangki larutan nutrisi |
| 3. <i>Sprinkler</i> | 6. <i>Chamber</i> |

Gambar 2. Skema Sistem Aeroponik
Sumber : Suhardiyanto (2009)

Sistem aeroponik tidak memerlukan media tanam hanya saja, tanaman perlu ditopang agar dapat tumbuh dengan tegak menggunakan helaian *styrofoam* yang telah dilubangi, digunakan untuk menempatkan pangkal batang tanaman. Helaian *styrofoam* ini diletakkan di atas *chamber* yang memisahkan kanopi dengan akar tanaman (Prastowo dkk., 2007). Istiyastuti (1996) menyatakan nutrisi yang diberikan harus mengandung semua unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Nutrisi ini dilarutkan dalam kepekatan tertentu, lalu diberikan dengan frekuensi yang tertentu pula. Formula nutrisi dapat digolongkan menjadi dua unsur, yaitu unsur makro dan unsur mikro.

Sistem aeroponik sangat efisien dalam penggunaan air dan nutrisi. Debit aliran larutan nutrisi yang diperlukan hanya 1,5 ml per menit. Teknik penyemprotan pada teknik aeroponik mampu menjaga kelembapan akar dan aerasi nutrisi, sehingga tanaman mampu menyerap larutan nutrisi yang menempel pada akar tanaman dengan baik (Suhardiyanto, 2009). Christopher dkk. (2008) menyebutkan bahwa keberhasilan teknik aeroponik tergantung pada kontrol frekuensi dan durasi penyemprotan, yang disesuaikan dengan kondisi panas lingkungan dan tahapan pertumbuhan tanaman.

Sutiyoso (2003) mengatakan keunggulan utama sistem aeroponik yaitu oksigenasi dari tiap butiran kabut halus larutan hara sehingga respirasi akar lancar dan menghasilkan banyak energi dibandingkan jika menggunakan sistem tanam di tanah. Beberapa perbandingan antara sistem aeroponik dan sistem tanam di tanah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan kelebihan dan kekurangan cara aeroponik dan cara tanam di tanah (konvensional)

Item	Aeroponik	Tanam Tanah
Kepenuhan Nutrisi	Terpenuhi karena adanya pengaturan ukuran (formula) yang pasti.	Pemenuhan nutrisi sulit diukur dengan tepat
Kebutuhan Lahan	Luasan yang sempit masih bisa digunakan, kontur lahan tidak harus datar, produktifitas lahan tinggi.	Harus luas, realif datar, produktifitas lahan tergantung jenis lahan.
Musim	Tidak tergantung musim	Tergantung musim
Kualitas barang	Bersih, sehat, renyah, aroma kurang.	Tidak selalu bersih, belum tentu sehat, relative a lot, aroma kuat.
Hama dan penyakit	Relative aman, terlindungi oleh green house.	Beresiko karena ruang terbuka.
Waktu	Pendek (1 bulan panen), tanpa pengolahan lahan.	Sedang-panjang (1,5-2 bulan)
Ketersediaan Barang	Ada sepanjang tahun	Tidak selalu ada sepanjang tahun
Fleksibilitas	Tanaman dapat dipindah-pindahkan tanpa mengganggu pertumbuhan.	Tanaman tidak bisa dipindah-pindahkan, tanaman akan stress.
Sarana dan Prasarana	Butuh green house, suplai listrik yang relative besar	Tidak butuh sarana yang mahal
Operator	Harus mengerti teknologi, sedikit orang	Tidak perlu mengerti teknologi, banyak orang
Teknologi	Teknologi menengah-tinggi	Teknologi sederhana
Kecepatan Adaptasi	Saat pindah tanam, bibit bisa langsung tumbuh tanpa aklimatisasi lama.	Aklimatisasi lama.

Sumber : Sutiyo (2003)

Penuhan nutrisi tanaman pada sistem aeroponik sangat baik karena adanya pengaturan ukuran dan terjadi penghematan nutrisi. Agustina (2009) menyatakan penghematan nutrisi pada teknik aeroponik terjadi karena nutrisi pada teknik ini diberikan dalam jumlah yang tepat tanpa ada pengaruh kandungan unsur hara tanah.

Selain itu nutrisi pada teknik ini diberikan dalam bentuk larutan yang siap digunakan oleh tanaman dan sirkulasi, dengan demikian nutrisi dapat digunakan kembali oleh tanaman sesuai dengan kebutuhannya.

Penggunaan sistem aeroponik lebih efisien dibanding sistem tanam di tanah karena unsur hara dalam tanah tidak semua dapat diserap oleh tanaman, hanya sebagian kecil yang digunakan oleh tanaman dan sebagian besar mengalami pelindian dan perkolasi terikat oleh koloid tanah (Agustina, 2009). Buckman dan Brady (1982) menyatakan unsur hara dalam tanah terdapat dalam dua macam sifat yaitu ; kompleks kurang aktif seperti fitin, atau sederhana dan larut dalam air serta tersedia untuk tanaman, seperti asam fosfat. Unsur hara yang sederhana dapat diserap oleh tanaman, terikat dalam koloid tanah atau hilang akibat pencucian.

II.4 Formulasi dan Konsentrasi Unsur Hara dalam Sistem Aeroponik

Konsep formulasi unsur hara atau nutrisi larutan untuk sawi aeroponik sangat berguna dalam memperbaiki kualitas produksi, merekayasa formulasi antarhara, perbaikan hasil dan mutu dapat dicapai, namun harus disertai dengan penilaian yang cermat dan dihitung konsentrasi yang ditambahkan atau dikurangi dengan tujuan akhir kualitas akan meningkat (Sutiyoso, 2003). Yusuf dan Mas'ud (2007) menyatakan bahwa pertumbuhan sawi akan lebih baik jika aeroponik yang digunakan menggunakan nutrisi buatan sendiri.

Lakitan (2004) mengatakan jika jaringan tumbuhan mengandung unsur hara tertentu dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan maksimum, maka pada kondisi ini dikatakan tumbuhan dalam kondisi konsumsi mewah tetapi pada konsentrasi yang terlalu tinggi, unsur hara

esensial dapat juga menyebabkan keracunan bagi tumbuhan. Menurut Pairunan *dkk.* (1997), semua hara yang terkandung pada nutrisi aeroponik adalah unsur esensial yang diperlukan tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya, apabila unsur hara makro dan mikro tidak lengkap ketersediaannya, dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Menurut Muhibuddin (2008), kisaran konsentrasi setiap formulasi nutrisi siap pakai, perlu juga diketahui, bila konsentrasi terlalu rendah maka akan banyak menampilkan gejala defisiensi dan pertumbuhan tanaman tidak sempurna, sebaliknya bila konsentrasi berlebihan, maka terjadi fiktosisitas dan pertumbuhan tanaman tidak normal. Pemberian nutrisi aeroponik yang tepat akan memberikan hasil yang optimal bagi pertumbuhan tanaman sawi. Kisaran konsentrasi nutrisi jenis tanaman tertentu perlu diikuti, namun tidaklah mutlak, bila diinginkan konsentrasinya dapat direkayasa apabila terjadi defisiensi, toksik, distorsi pertumbuhan dan sebagainya, namun mesti diadakan pengamatan dini. Kisaran konsentrasi nutrisi umum dalam larutan unsur hara untuk sistem aeroponik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kisaran konsentrasi unsur hara yang dianjurkan dalam formulasi nutrisi sistem aeroponik

Unsur Hara	Simbol	Konsentrasi (ppm)
Makro		
Nitrogen	N	70-270
Fosfor	P	15-80
Kalium	K	150-400
Kalsium	Ca	70-200
Magnesium	Mg	15-80
Sulfur	S	20-200
Mikro		
Besi	Fe	0,8-6,0
Mangan	Mn	0,5-2,0
Tembaga	Cu	0,05-0,40

Seng	Zn	0,1-0,6
Boron	B	0,1-0,6
Molibdenum	Mo	0,05-0,15

Sumber : Mueller *et al* (2002)

II.5 Faktor Lingkungan Sistem Aeroponik

Pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau *Brassica juncea* L. melalui sistem aeroponik ditunjang oleh ekosistem pertanian yang berhubungan dengan komponen disekeliling lingkungan tanaman. Curah hujan dapat mempengaruhi produksi aeroponik secara tidak langsung. Curah hujan yang tinggi (> 250 mm bulan⁻¹), maka kelembaban juga tinggi, sehingga bila berkepanjangan akan menyebabkan cendawan penyebab busuk daun yang mudah menyerang tanaman. Namun penggunaan serra plastik pada aeroponik dapat melindungi tanaman dari hujan (Suhardiyanto, 2009).

Lakitan (2004) menyatakan apabila kelembaban terlalu rendah, maka evapotranspirasi akan meningkat, air yang menguap akan lebih banyak dari daya serap akar akibatnya, sel tanaman akan kehilangan tekanan turgor, jaringan mengkerut dan tanaman akan layu, dalam sistem aeroponik pencegahan penurunan kelembaban dapat digunakan sistem *springkler*. Muhibuddin (2008) menyatakan sistem *springkler* dibuat dengan menggunakan pipa paralon dan selang *polyetilen* pada jarak tertentu dipasang *nozzle* untuk mengemprotkan air.

Cahaya diperlukan dalam proses fotosintesis untuk pembentukan karbohidrat maupun metabolisme protein, yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Lama penyinaran juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman, bila intensitas cahaya yang diterima tanaman terlalu besar atau sekitar 85%, maka

gelombang cahaya yang sampai pada daun akan berubah menjadi panas yang tinggi (Mueller *dkk.*, 2002). Akibatnya proses fisiologi di dalam jaringan tanaman terganggu, klorofil rusak, dan warna daun berubah menjadi kuning (Sutiyoso, 2003). Muhibuddin (2008) menyatakan di dalam sistem aeroponik, intensitas cahaya matahari akan teredam sedikit, namun cahaya yang tembus masih cukup untuk berproduksi dengan baik. Pada musim hujan, penanam dengan sistem aeroponik masih dapat berproduksi asalkan jarak tanam diperlebar, agar tanaman tidak saling menaungi.