



**PENGARUH KONSENTRASI JENIS PUPUK TERHADAP
PEMBENTUKAN UMBI MIKRO TANAMAN KENTANG
(*Solanum tuberosum L.*) SECARA HIDROPONIK**

SKRIPSI

Oleh

**Andri Gutomo
NIM 111510501056**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH KONSENTRASI JENIS PUPUK TERHADAP
PEMBENTUKAN UMBI MIKRO TANAMAN KENTANG
(*Solanum tuberosum* L.) SECARA HIDROPONIK**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan program (S1) pada Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

**Andri Gutomo
NIM 111510501056**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas segala karunia dan limpahan rahmat dalam penyelesaian karya ilmiah ini, sehingga dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Ayahanda Prasetyo Budi Utomo dan Ibunda Sumiati atas doa, kasih sayang dan motivasinya yang selalu diberikan.
3. Nasrul Amin, Putri Nirwana, Riska Indra Lestari, Nofem Nurfidini, dan kawan-kawanku angkatan 2011 yang selalu menjadi penyemangat.
4. Almamaterku tercinta Universitas Jember.

MOTTO

"Pendidikan adalah senjata yang paling hebat yang bisa kamu gunakan
untuk mengubah dunia"
(Nelson Mandela)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andri Gutomo

NIM : 111510501056

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Jenis Pupuk terhadap Pembentukan Umbi Mikro Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara Hidroponik”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2015
Yang menyatakan,

Andri Gutomo
NIM 111510501056

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI JENIS PUPUK TERHADAP
PEMBENTUKAN UMBI MIKRO TANAMAN KENTANG
(*Solanum tuberosum* L.) SECARA HIDROPONIK**

Oleh

**Andri Gutomo
NIM 111510501056**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Slameto, MP.
NIP 19600223 198702 1 001

Dosen Pembimbing Anggota: Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D
NIP 19650426 199403 1 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengaruh Konsentrasi Jenis Pupuk terhadap Pembentukan Umbi Mikro Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara Hidroponik**”

telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Rabu, 09 September 2015

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Slameto, MP.
NIP. 19600223 198702 1 001

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D
NIP. 19650426 199403 1 001

Dosen Penguji,

Dr. Ir. Miswar, M.Si.
NIP. 19641019 199002 1 002

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Jani Januar, MT.
NIP. 19590102 198803 1 002

RINGKASAN

Pengaruh Konsentrasi Jenis Pupuk terhadap Pembentukan Umbi Mikro Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara Hidroponik; Andri Gutomo; 111510501056; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Kentang merupakan salah satu komoditas yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai sumber karbohidrat dalam rangka menunjang program diversifikasi pangan. Kentang memiliki kandungan karbohidrat sebesar 12,1% dan protein 4,04%. Produksi kentang Indonesia hingga saat ini belum dapat mencukupi kebutuhan kentang Indonesia. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya permintaan komoditas kentang, sedangkan produksi kentang di Indonesia masih stagnan. Pada tahun 2013, luas panen kentang meningkat (70.187 ha), namun produktivitas kentang justru mengalami penurunan (16,02 ton/ha) dibandingkan tahun 2012. Produktivitas kentang yang rendah mengakibatkan produksi juga rendah. Salah satu faktor yang mengakibatkan rendahnya produksi kentang di Indonesia adalah mutu bibit yang kurang baik. Salah satu cara memperoleh bibit kentang yang bermutu tinggi dapat dilakukan dengan perbanyakan tanaman secara *in vitro* atau kultur jaringan. Penggunaan teknik kultur jaringan dapat menghasilkan bibit kentang dengan jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat dan tidak tergantung pada iklim dan musim. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan perbanyakan umbi mikro tanaman kentang dengan cara hidroponik substrat. Kentang membutuhkan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Jumlah unsur hara yang dibutuhkan kentang harus disediakan melalui media tanam. Kandungan hara makro dan mikro pada masing-masing pupuk berbeda. Beberapa jenis pupuk yang dapat digunakan dengan konsentrasi hara yang berbeda antara lain: Growmore, Vitabloom, Hyponex Merah, Baypolan, dan Super Vit. Jenis pupuk yang berbeda memiliki konsentrasi yang berbeda pula, sehingga memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tanaman kentang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan planlet dan konsentrasi jenis pupuk di dalam teknik hidroponik substrat. Kedua

faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas umbi mikro kentang yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap pembentukan umbi mikro dan total umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Juli 2015 di Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 5 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan tersebut terdiri atas Growmore 0,006 ppm, Vitabloom 0,002 ppm, Hyponex Merah 0,003 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi terbaik adalah perlakuan Vitabloom 0,002 ppm. Konsentrasi pupuk Vitabloom 0,002 ppm mampu membentuk umbi mikro paling baik dibandingkan konsentrasi jenis pupuk lainnya. Total umbi mikro paling banyak yakni pada perlakuan konsentrasi pupuk Vitabloom 0,002 ppm sebesar 0,59 buah.

SUMMARY

The Effect of Type Fertilizer Concentration on Microtuber Formation of Potato (*Solanum tuberosum* L.) in Hydroponic; Andri Gutomo; 111510501056; Agrotechnology Study Program; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Potatoes are a potential commodity to be developed as a source of carbohydrates in order to support food diversification program. Potatoes have a carbohydrate content of 12.1% and 4.04% protein. Indonesia's potato production is still not sufficient for the Indonesian people. It's caused by the increase of Potato demand, but the potato production in Indonesia is still stagnant. In 2013, the harvested area of Potatoes is 70.187 hectare, but the productivity of potatoes decreased by 16.02 tonnes/hectare compared to productivity in 2012, so that production was decreasing. One of the factors that lead to low potato production in Indonesia is poor seed quality. One way to obtain high-quality potato seeds by in vitro propagation or tissue culture. The use of tissue culture techniques can produce seed potatoes in large quantities in a relatively short time and does not depend on the climates and seasons. The alternative of microtuber propagation by hydroponic substrate. Potatoes need nutrients to grow and develop. The nutrients of potatoe should be provided in the growing media. Each kinds of fertilizer contain micro and macro nutrients differently. Some types of fertilizer that can be used are Growmore, Vitabloom, Hyponex Red, Baypolan, and Super Vit. Different types of fertilizer have different concentrations, thus providing a different effect on the potato plants. Therefore, the research on usage plantlets and concentration of fertilizer in hydroponic substrate techniques needs to be done. Both of these factors greatly affect to microtuber quantity and quality of potato. This study aims to determine the effect of fertilizer concentration to the formation of microtuber and total microtubers of potato plants in hydroponic substrate. This research was conducted in January to July 2015 at the Tissue Culture Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Jember. The experimental design used was complete randomized design (CRD) with 5 treatments and 4 replications. The treatments are Growmore 0.006 ppm, Vitabloom 0.002 ppm, Hyponex Red 0.003

ppm, Baypolan 0.009 ppm and Super Vit 0.002 ppm. Parametres measured include: 1) plant height, 2) number of leaves, 3) root length, 4) number of tubers, 5) tuber weight, 6) tuber volume, and 7) number of branches. The results showed that treatment of Vitabloom 0.002 ppm best effect of plant height, number of, root length, number of tubers, tuber weight, and tuber volume. The concentration of Vitabloom 0.002 ppm was able to form the best microtubers compared to the concentration of other fertilizer. The most of microtuber total is treatment of Vitabloom 0.002 ppm which amounted to 0.59 units.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, serta hidayah-Nya atas terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Jenis Pupuk terhadap Pembentukan Umbi Mikro Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara Hidroponik”** ini dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Dr. Ir. Slameto, MP. selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) untuk waktu, arahan, bimbingan, dan kesabaran selama membimbing penyusunan skripsi ini
2. Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) untuk waktu, arahan, bimbingan, solusi kreatif dan motivasinya selama penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Miswar, M.Si selaku Dosen Penguji untuk waktu, arahan, bimbingan selama seminar hasil dan ujian sidang skripsi ini.
4. Ir. Herru Djatmiko, MS. yang telah bersedia menjadi Dosen wali akademik.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut serta membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Karya Ilmiah Tertulis ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran untuk perbaikan karya ilmiah ini sangat penulis harapkan.

Jember, September 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Kentang	5
2.2 Morfologi Tanaman Kentang	5
2.3 Benih Kentang	7
2.4 Varietas Kentang.....	8
2.5 Faktor Lingkungan Tanaman Kentang	9
2.6 Umbi Mikro Kentang	10
2.7 Penerapan Sistem Hidroponik substrat dalam Budidaya Sayuran.....	10
2.8 Pentingnya Nutrisi dalam Sistem Hidroponik substrat	13

2.9 Hipotesis	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Bahan dan Alat	15
3.3 Rancangan Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Pembuatan Media Kultur	17
3.4.2 Perbanyak Planlet Secara Stek.....	18
3.4.3 Aklimatisasi Planlet dan Pemberian Perlakuan	18
3.5 Parameter Pengamatan.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Tinggi Tanaman.....	20
4.1.2 Jumlah Daun	21
4.1.3 Jumlah Umbi	22
4.1.4 Berat Umbi.....	23
4.1.5 Volume Umbi	24
4.1.6 Panjang Akar.....	25
4.2 Pembahasan	26
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

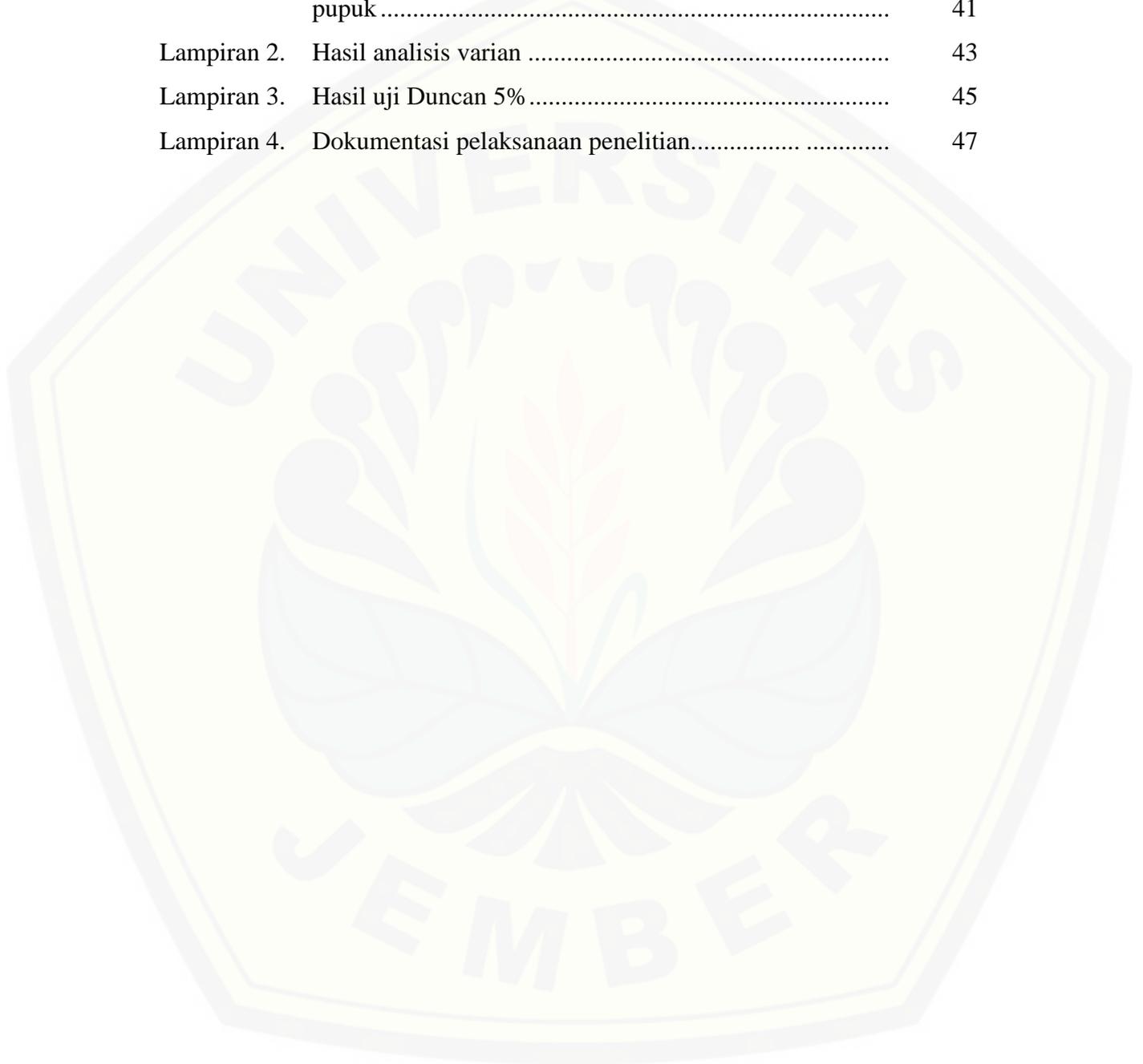
	Halaman
Tabel 1.1 Luas panen, produksi dan produktivitas kentang di Indonesia tahun 2009 - 2013	2
Tabel 2.1 Kandungan hara makro dan mikro di dalam pupuk Hyponex Merah, Vitabloom, Baypolan, Growmore, dan Super Vit	14
Tabel 3.1 Anova percobaan.....	17
Tabel 3.1 Rangkuman F-hitung semua parameter pengamatan	20

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Fase pertumbuhan tanaman kentang	6
Gambar 4.1. Rata-rata tinggi tanaman pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda.....	21
Gambar 4.2 Rata-rata jumlah daun pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda.....	22
Gambar 4.3 Rata-rata jumlah umbi pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda.....	23
Gambar 4.4 Rata-rata berat umbi pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda.....	23
Gambar 4.5 Rata-rata umbi volume pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda.....	24
Gambar 4.6 Rata-panjang akar pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda.....	25
Gambar 4.7 Siklus Calvin	30
Gambar 4.8 Jalur konversi sukrosa menjadi amilum	31
Gambar 4.9 Umbi mikro kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan kandungan NPK pada masing-masing pupuk	41
Lampiran 2. Hasil analisis varian	43
Lampiran 3. Hasil uji Duncan 5%	45
Lampiran 4. Dokumentasi pelaksanaan penelitian.....	47



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan dasar yang paling esensial bagi manusia untuk mempertahankan hidup. Pangan sebagai sumber zat gizi (karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan air) menjadi landasan utama manusia untuk mencapai kesehatan dan kesejahteraan sepanjang siklus kehidupan. Indonesia sebagai salah satu negara agraris seharusnya dapat memenuhi sumber kebutuhan pangannya sendiri. Dengan memanfaatkan semua potensi sumber daya manusia, sumberdaya alam, modal sosial dan pemerintah, seharusnya Indonesia mampu menjadi salah satu negara swasembada pangan, tetapi di beberapa daerah masih terjadi kekurangan pangan. Pangan merupakan masalah yang sangat penting dalam pembangunan, karena jumlah pengeluaran untuk pangan merupakan bagian terbesar dari biaya hidup masyarakat. Penganekaragaman pangan (diversifikasi pangan) merupakan jalan keluar yang saat ini dianggap paling baik untuk memecahkan masalah dalam pemenuhan kebutuhan pangan.

Salah satu tanaman yang berperan dalam pemenuhan kebutuhan pangan adalah kentang. Kentang merupakan salah satu komoditas yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai sumber karbohidrat dalam rangka menunjang program diversifikasi pangan. Kentang memiliki kandungan karbohidrat sebesar 12,1% dan protein 4,04%. Tanaman ini dapat diterima secara luas oleh masyarakat dan karena berkontribusi besar pada pengurangan kelaparan di berbagai belahan dunia (Satria tahun dalam Amelia, 2009).

Produksi kentang Indonesia hingga saat ini belum dapat mencukupi kebutuhan kentang Indonesia. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya permintaan komoditas kentang, sedangkan produksi kentang di Indonesia masih stagnan. Table 1.1 menunjukkan luas panen, produksi, dan produktivitas kentang di Indonesia pada tahun 2009-2013. Meskipun luas panen meningkat pada tahun 2013 (70.187 ha), namun produktivitas kentang justru mengalami penurunan (16,02 ton/ha) dibandingkan tahun 2012.

Tabel 1.1 Luas panen, produksi dan produktivitas kentang di Indonesia tahun 2009 – 2013

Tahun	2009	2010	2011	2012	2013
Luas Panen (Ha)	71.238	66.531	59.882	65.989	70.187
Produksi (ton)	1.176.304	1.060.805	955.488	1.094.240	1.124.282
Produktivitas (ton/ha)	16,51	15,94	15,96	16,58	16,02

Sumber: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (2014)

Produktivitas kentang yang rendah mengakibatkan produksi juga rendah. Salah satu faktor yang mengakibatkan rendahnya produksi kentang di Indonesia adalah mutu bibit yang kurang baik. Bibit kentang dari generasi yang sudah lanjut akan menghasilkan umbi kentang yang kurang bagus. Hal ini terutama disebabkan oleh infeksi virus yang semakin lanjut generasinya semakin menumpuk virusnya di dalam umbi bibit (Soelarso, 1997). Infeksi virus atau bakteri selama pertumbuhan vegetatif dapat menimbulkan penyakit degeneratif. Suhu dan kelembaban yang tinggi di daerah beriklim tropis memicu penyakit pada tanaman kentang dan mengakibatkan menurunnya produksi (Correa *et al.*, 2009).

Kendala utama produksi kentang di Indonesia adalah kurangnya ketersediaan bibit bermutu (ukuran 31-60 gram) (Maldonado *et al.* dalam Arpiwi, 2006). Sehingga salah satu cara memperoleh bibit kentang yang bermutu tinggi dapat dilakukan dengan memperbanyak tanaman secara *in vitro* atau kultur jaringan. Penggunaan teknik kultur jaringan dapat menghasilkan bibit dalam jumlah yang banyak dalam waktu yang relatif singkat, selain itu tidak tergantung pada iklim dan musim serta kebutuhan bahan tanaman yang sedikit.

Usaha untuk meningkatkan produksi bibit kentang yang berkualitas dapat dilakukan melalui produksi umbi mikro (mikrotuber) yang dilakukan secara *in vitro*. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan memperbanyak umbi mikro tanaman kentang dengan cara hidroponik substrat. Pada teknik ini, tanaman di tanam pada media tanam berupa pasir steril, kemudian larutan nutrisi diberikan melalui emiter dengan jumlah yang seimbang dari

komponen penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kentang membutuhkan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Jumlah unsur hara yang dibutuhkan kentang harus disediakan melalui media tanam. Pemberian nutrisi melalui media tanam dikarenakan fungsi utama akar adalah untuk menyerap air dan nutrisi. Nutrisi yang diberikan melalui media tanam dapat berupa cairan. Pada saat pemberian pupuk dalam bentuk cair, konsentrasi yang diberikan sangat penting diperhatikan karena setiap jenis tanaman mempunyai tingkat kebutuhan larutan pupuk yang berbeda. Selain itu, setiap macam larutan pupuk mempunyai kandungan unsur yang berbeda, sehingga pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman juga akan berbeda.

Konsentrasi dan jumlah nutrisi yang dibutuhkan dari setiap macam larutan pupuk penting untuk diketahui. Kurangnya kandungan unsur hara makro maupun mikro dapat mengakibatkan hambatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta produktivitasnya. Kandungan hara makro dan mikro pada masing-masing pupuk berbeda. Beberapa jenis pupuk yang dapat digunakan dengan konsentrasi hara yang berbeda antara lain: Growmore, Vitabloom, Hyponex Merah, Baypolan, dan Super Vit.

Jenis pupuk yang berbeda memiliki konsentrasi yang berbeda pula, sehingga memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tanaman kentang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan planlet dan konsentrasi jenis pupuk di dalam teknik hidroponik substrat. Kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas umbi mikro kentang yang dihasilkan. Semakin tepat planlet dan konsentrasi jenis pupuk yang digunakan dalam teknik hidroponik substrat, maka semakin baik kualitas dan kuantitas umbi mikro yang dihasilkan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan kentang di Indonesia tanpa harus impor.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap pembentukan umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat ?

2. Bagaimana pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap total umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap pembentukan umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat.
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap total umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah :

3. Dapat digunakan sebagai sumber pengetahuan tentang pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap pembentukan umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat.
4. Dapat digunakan sebagai sumber pengetahuan tentang pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap total umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kentang

Tanaman kentang berasal dari daerah dataran tinggi Andes, Amerika Selatan. Daerah tersebut merupakan pusat konservasi keanekaragaman hayati kentang. Wilayah tersebut berada pada ketinggian antara 1500 - 4000 meter. Tanaman kentang dapat dibudidayakan di beberapa negara beriklim sedang, tropis dan subtropis (Otroshy,2006).

Kentang setelah dipanen dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Sekitar 50% penggunaan kentang adalah untuk konsumsi segar diseluruh dunia dan sisanya dijadikan olahan produk dan bahan makanan kentang, pakan ternak, serta digunakan kembali sebagai bibit. Kentang memiliki kandungan protein, zat lemak, zat besi, kalium, fosfor, kalori dan karbohidrat. Kandungan karbohidrat yang tinggi tersebut membuat kentang dikenal sebagai bahan pangan yang dapat menggantikan bahan pangan karbohidrat lainnya seperti padi, jagung dan gandum. Selain itu, kentang juga mengandung vitamin B, vitamin C dan sejumlah vitamin A (Smith, 1968).

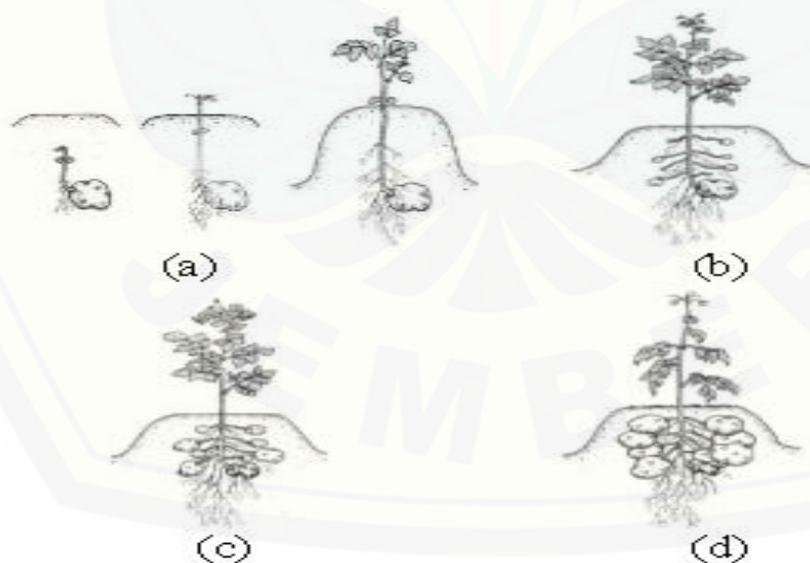
2.2 Morfologi Tanaman Kentang

Klasifikasi ilmiah dari tanaman kentang yang dikutip dari Setiadi (2009), yakni:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta (Spermatophyta)
Kelas	: Magnoliopsida (Dicotyledonae/Berkeping dua)
Subkelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales/Tubiflorae (Berumbi)
Famili	: Solanaceae (Berbunga terompet)
Genus	: Solanum (Daun mahkota berletakan satu sama lain).
Seksi	: Petota
Spesies	: <i>Solanum tuberosum</i>
Nama binomial	: <i>Solanum tuberosum</i> LINN.

Menurut Smith (1968), kentang merupakan salah satu tanaman dikotil yang bersifat semusim dan berbentuk semak/herba. Susunan tubuh utama kentang terdiri dari batang, daun, umbi, akar, bunga, buah, dan biji. Batang kentang berada di atas permukaan tanah. Panjang batang sekitar 30 - 100 cm diatas permukaan tanah (Otroshy,2006). Daun kentang berupa daun majemuk. Umbi kentang merupakan perbesaran dari batang di dalam tanah (stolon) yang menyimpan hasil fotosintesis. Stolon mulai terlihat biasanya seminggu atau 10 hari setelah tanaman muncul ke permukaan (Smith 1968).

Lovatt (1997) menyebutkan bahwa terdapat empat fase pertumbuhan tanaman kentang, yaitu pertumbuhan vegetatif, inisiasi, pembesaran dan pemasakan umbi. Fase vegetatif memerlukan waktu 2 - 4 minggu dari muncul tunas sampai inisiasi umbi. Fase inisiasi dan pembesaran umbi dimulai dengan pembentukan stolon kemudian pembesarannya. Waktu yang dibutuhkan sekitar 7-8 minggu. Fase pemasakan umbi memerlukan waktu 2-3 minggu. Perubahan yang terjadi pada fase ini yaitu kulit umbi mulai terbentuk, berat kering umbi maksimum, bagian atas tanaman berwarna kekuningan dan mati. Jumlah waktu yang dibutuhkan tanaman kentang untuk tumbuh dan berkembang sekitar 13-20 minggu atau 90-140 hari.



Gambar 2.1 Fase pertumbuhan tanaman kentang; (a) Fase vegetatif; (b) Inisiasi umbi; (c) Perbesaran umbi; (d) pemasakan (Sumber: Lovatt, 1997).

2.3 Benih Kentang

Definisi benih tanaman berdasarkan Undang - Undang Republik Indonesia No.12 Tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman Bab I Ketentuan Umum Pasal 1 Ayat 4, yaitu benih tanaman, selanjutnya disebut benih, adalah tanaman atau bagiannya yang digunakan untuk memperbanyak dan atau mengembangbiakkan tanaman. Kentang dapat diperbanyak dengan cara seksual (generatif) dan aseksual (vegetatif). Dalam perkembangbiakkan secara generatif, bibit dapat diperoleh dari benih yang disemaikan. Sementara perkembangbiakkan secara vegetatif bibit dapat diartikan sebagai bagian tanaman yang berfungsi sebagai alat reproduksi, misalnya umbi. Umbi kentang menyimpan cadangan makanan yang dimanfaatkan untuk konsumsi maupun benih. Kentang rentan terhadap berbagai penyakit, sehingga mengakibatkan produksinya rendah dan kualitas umbinya buruk (Otroshy, 2006).

Benih kentang dibudidayakan dengan berbagai macam teknik, seperti dengan penanaman konvensional dan teknik kultur jaringan. Penanaman benih kentang secara konvensional yakni yang dibudidayakan dengan media tanah memiliki kelemahan seperti membutuhkan area yang luas sekitar 1/3 wilayah tanam untuk produksi benih, memiliki resiko yang tinggi terhadap penyakit, hama, serta membutuhkan kontrol intensif (Ortosy, 2006). Teknik perbanyakan dengan sistem yang lebih modern yaitu dengan teknik *in vitro*/kultur jaringan. Hasil dari produksi dengan teknik tersebut yaitu plantlet berupa tanaman sangat kecil Dengan teknik kultur jaringan ini dapat dilakukan perbanyakan benih secara massal yang kemudian dilanjutkan dengan perbanyakan cepat menggunakan stek. Tanaman yang dibudidayakan dengan teknik *in vitro* ditumbuhkan dalam tabung gelas atau plastik transparan. Teknik ini dikenal juga sebagai mikro propagasi karena tanaman yang dihasilkan berupa tanaman mini (Pitojo, 2004). Plantlet hasil kultur jaringan ditumbuhkan di dalam tabung reaksi sehingga memiliki akar, batang, daun dan tunas. Plantlet dapat digunakan pada sistem budidaya dengan teknologi aeroponik dan hidroponik substrat (Struik, 2008)

2.4 Varietas Kentang

Suatu varietas dapat dibedakan antara satu dengan yang lain melalui pendeskripsian yang jelas dan benar. Saat ini Indonesia belum mampu menghasilkan varietas kentang unggul. Varietas kentang unggul di Indonesia, yaitu kentang Granola yang dikonsumsi sebagai sayur dan kentang Atlantis yang dimanfaatkan sebagai keripik (chip) dan kentang goreng (fries). Dalam ECPD (*The European Cultivated Potato Database*) (2011), varietas Granola diketahui berasal dari Jerman. Varietas Atlantis dilepaskan pada 16 Juli 1976 oleh *Agricultural Research Service* dari Departemen Pertanian Amerika Serikat (Webb *et al.*, 1978).

Salah satu hasil pengembangan varietas unggul di Indonesia yaitu kentang varietas Granola. Kentang Granola merupakan salah satu varietas unggul lokal di daerah Manado. Hardjanto (2008) menyatakan bahwa kentang varietas Granola muncul karena ditemukan pada tahun 1992 oleh seorang warga Manado bernama Jon Walukow. Satu pohon kentang Granola yang setelah tiga kali musim tanam mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dari yang lainnya. Kemudian dilakukan pengamatan dan setelah memasuki masa panen ternyata tanaman kentang tersebut belum menunjukkan tanda-tanda siap panen. Masa pemanenan ditunda hingga tanaman tersebut siap dipanen. Ketika dipanen ternyata dari satu tanaman tersebut menghasilkan 25 umbi. Hasil tersebut lebih banyak dari hasil tanaman kentang varietas lainnya yang hanya menghasilkan 10-15 umbi. Tahun 1999 bibit kentang hasil pengembangannya sudah tersebar luas pada masyarakat sekitarnya dan menjadi produk andalan Kabupaten Minahasa. Kentang Granola sudah banyak digunakan oleh petani Indonesia. Keunggulannya memenuhi kriteria sebagai dimanfaatkan untuk kentang industri, karena kentang Granola mampu menghasilkan lebih banyak (48%) umbi berukuran 60 g (Grade A) jika dibandingkan dengan varietas lainnya (Setiadi 2009). Umbi kentang Granola berbentuk oval hampir bulat, halus, rata-rata panjang 79,1 mm, lebar 73,2 mm, dan ketebalannya 60,7 mm dan daging kentang berwarna putih dengan kulit bersisik bersih (Webb *et al.*, 1978).

2.5 Faktor Lingkungan Tanaman Kentang

Faktor lingkungan sangat mempengaruhi proses pertumbuhan kentang yakni suhu, lama penyinaran, intensitas cahaya, media tumbuh serta kelembaban (Smith, 1968). Menurut Lovatt (1997), tanaman kentang pada setiap fase menghendaki nilai suhu berbeda - beda. Pada fase vegetatif, suhu sekitar 25 °C tanaman akan mempunyai pertumbuhan vegetatif yang baik akan tetapi pertumbuhan umbi akan terhambat. Batang, daun dan akar kentang dapat tumbuh lebih cepat (Smith, 1968). Pada fase inisiasi dan pembesaran umbi, suhu ideal pembentukan umbi 15-20°C. Kombinasi suhu rendah dengan penyinaran matahari yang relatif pendek dapat berpengaruh baik terhadap pembentukan dan perkembangan umbi kentang (Lovatt, 1997).

Kelembaban rata-rata tanaman kentang yakni sekitar 80-90%. Kelembaban berpengaruh terhadap evapotranspirasi yaitu tenaga pengisap untuk mengangkat air dan hara (nutrisi) dari akar ke tajuk tanaman. Bila kelembaban udara terlalu tinggi maka evapotranspirasi akan kecil. Kelembaban yang tinggi dapat disebabkan oleh jarak tanam yang terlalu rapat dan tajuk tanaman yang terlalu rimbun, sehingga akan mengundang penyakit cendawan. Apabila kelembaban terlalu rendah, maka evapotranspirasi akan meningkat. Air yang menguap akan lebih banyak diserap oleh akar. Hal tersebut berakibat sel tanaman kehilangan tekanan turgor, jaringan mengkerut dan tanaman akan menjadi layu. Cahaya diperlukan oleh tanaman untuk melakukan proses fotosintesis, disamping intensitas cahaya, lama pencahayaan akan mempengaruhi jumlah energi matahari yang sampai ke bumi. Intensitas cahaya merupakan jumlah cahaya yang diterima pada setiap titik waktu. Intensitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman memerlukan tingkat intensitas cahaya yang berbeda-beda. Kentang merupakan salah satu tanaman yang memerlukan intensitas cahaya tinggi untuk dapat tumbuh dengan baik. Pemberian cahaya akan mempengaruhi bentuk dan ukuran daun. *Photoperiod* atau lama pencahayaan merupakan durasi atau lama tanaman mendapatkan cahaya sehari-hari (Runkle, 2006).

2.6 Umbi Mikro Kentang

Usaha untuk memperbaiki kualitas kentang di Indonesia telah dilaksanakan dengan beberapa program kegiatan. Salah satunya adalah melalui perbanyakan mikro, diantaranya penanaman stek secara *in vitro* yang merupakan aspek yang menarik dari penerapan kultur jaringan. Metode kultur jaringan merupakan cara untuk menghasilkan kentang bebas virus, disamping itu tanaman dapat diperbanyak setiap saat tanpa tergantung musim karena dilakukan diruang tertutup, daya multiplikasinya tinggi dari bahan tanaman yang kecil, tanaman yang dihasilkan seragam, dan bebas penyakit terutama bakteri dan cendawan. Untuk mendapatkan umbi mikro kentang yang bermutu dalam waktu yang relatif pendek perlu pemberian zat pengatur tumbuh pada media, karena pembentukan umbi mikro secara *in vitro* tergantung dari nisbah zat tumbuh pendorong dan penghambat pengumbian. Nisbah ini dapat dilakukan dengan pemberian pendorong, mengurangi penghambat, atau kombinasi keduanya. Zat penghambat tumbuh yang berperan dalam pengumbian diantaranya adalah coumarin dan aspirin, sedangkan zat pendorongnya adalah sitokinin (Wattimena dalam Sakya, 2003).

Perbanyakan tanaman kentang secara *in vitro* dapat dilakukan melalui tunas mikro dan umbi mikro. Umbi mikro memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan tunas mikro antara lain : (1) mudah ditangani, (2) mudah ditransportasikan dalam jarak jauh tanpa merusak daya kecambah dan (3) lebih tahan bila dipindahkan ke media non aseptik. Adapun kriteria kualitas umbi mikro yang baik yang harus dipenuhi adalah diameter umbi 5 –10 mm, persentase bahan kering umbi 14 –15 %, dan bobot basah umbi 100 –150 mg/umbi. Masing–masing kultivar kentang akan memberikan respon yang berbeda dalam pembentukan umbi. Kecepatan pembentukan umbi disamping dipengaruhi oleh media juga ditentukan oleh genotipe kentang tersebut (Wattimena dalam Warmina, 2009).

2.7 Penerapan Sistem Hidroponik substrat dalam Budidaya Sayuran

Sistem budidaya secara hidroponik substrat sering diterapkan untuk mengatasi kekurangan lahan pertanian, yang dalam hal ini adalah tanaman pangan

dalam khususnya sayuran. Budidaya pertanian yang menggunakan teknologi hidroponik substrat tidak lepas dari sarana yang dapat menunjang optimalisasi dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Mengingat hidroponik substrat ini bukan suatu keharusan, melainkan suatu jalan keluar, maka komoditi yang ditanam pun harus mempunyai pasar khusus dengan harga khusus pula (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Prinsip dasar hidroponik substrat dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu hidroponik substrat substrat dan NFT. Hidroponik substrat substrat adalah teknik hidroponik substrat yang tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi, air, dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti halnya tanah. Hidroponik substrat NFT (*Nutrient filmtechnique*) adalah teknik hidroponik substrat yang menggunakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran dapat tumbuh dan berkembang didalam media air tersebut (Untung, 2001).

Bertanam secara hidroponik substrat dapat berkembang dengan cepat, karena cara ini mempunyai banyak kelebihan. Kelebihan yang utama adalah tanaman dapat tumbuh dan berproduksi lebih baik dibandingkan dengan teknik penanaman biasa. Kelebihan lainnya yaitu perawatan lebih praktis dan gangguan hama lebih terkontrol, pemakaian pupuk lebih hemat, tanaman yang mati lebih mudah diganti dengan tanaman yang baru, tidak membutuhkan tenaga kasar karena metode kerja lebih hemat dan memiliki standardisasi, tanaman dapat tumbuh lebih pesat dan dengan keadaan yang tidak kotor dan rusak (Lingga, 2002). Keuntungan hidroponik substrat antara lain banyak variasi penanaman, pengendalian lebih baik, tanpa media tanah, hasil lebih besar, hasil seragam, lebih bersih, lebih sedikit tenaga kerja, hampir tidak ada rumput liar dan sebagai suatu pengembangan hobi. Menurut Resh dalam Wijayani dan Widodo (2005), keuntungan dari sistem hidroponik substrat antara lain: kemudahan sterilisasi media, penanganan nutrisi tanaman, menghemat luasan lahan, mudah penanganan gulma dan serangan hama penyakit, kemudahan dalam hal penyiraman, kualitas produk bagus, menghemat pupuk dan panen lebih besar.

Keberhasilan dalam penerapan sistem hidroponik substrat harus memperhatikan beberapa faktor penting. Adapun beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam budidaya sayuran hidroponik substrat adalah antara lain :

1. Unsur hara

Pemberian larutan hara yang teratur sangatlah penting pada hidroponik substrat, karena media hanya berfungsi sebagai penopang tanaman dan sarana meneruskan larutan atau air yang berlebihan. Larutan hara dibuat dengan cara melarutkan garam-garam pupuk dalam air. Berbagai garam jenis pupuk dapat digunakan untuk larutan hara, pemilihannya biasanya atas harga dan kelarutan garam pupuk tersebut.

2. Media tanam

Jenis media tanam yang digunakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Media yang baik membuat unsur hara tetap tersedia, kelembaban terjamin dan drainase baik. Media yang digunakan harus dapat menyediakan air, zat hara dan oksigen serta tidak mengandung zat yang beracun bagi tanaman.

3. Oksigen

Keberadaan Oksigen dalam sistem hidroponik substrat sangat penting. Rendahnya oksigen menyebabkan permeabilitas membran sel menurun, sehingga dinding sel makin sukar untuk ditembus, Akibatnya tanaman akan kekurangan air. Hal ini dapat menjelaskan mengapa tanaman akan layu pada kondisi tanah yang tergenang.

4. Air

Kualitas air yang sesuai dengan pertumbuhan tanaman secara hidroponik substrat mempunyai tingkat salinitas yang tidak melebihi 2500 ppm, atau mempunyai nilai EC tidak lebih dari 6,0 mmhos/cm serta tidak mengandung logam-logam berat dalam jumlah besar karena dapat meracuni tanaman. (Agriculture Online, 2009).

2.8 Pentingnya Nutrisi dalam Sistem Hidroponik substrat

Perbedaan paling menonjol antara hidroponik substrat dan budidaya konvensional adalah terletak pada penyediaan nutrisi tanaman. Pada budidaya konvensional penyediaan nutrisi tanaman sangat bergantung pada kemampuan tanah menyediakan unsur hara dalam jumlah cukup dan lengkap. Pada budidaya hidroponik substrat, semua kebutuhan nutrisi diupayakan tersedia dalam jumlah yang tepat dan mudah diserap oleh tanaman. Nutrisi itu diberikan dalam bentuk larutan yang bahannya dapat berasal dari bahan organik maupun anorganik. Beberapa nutrisi atau pupuk yang digunakan dalam sistem hidroponik substrat pada umumnya meliputi Growmore, hyponex, vitabloom, vitagrow, gandapan, gandasil, baypolan dan lain-lain (Tim Karya Tani Mandiri, 2009).

Untuk tanaman sayuran hidroponik substrat nutrisi atau pupuk yang umum digunakan adalah yang mengandung unsur nitrogen tinggi atau dominan, hal ini dikarenakan tanaman sayuran yang diutamakan adalah pertumbuhan vegetatifnya. Adapun nutrisi hidroponik substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah Hyponex merah, Hyponex hijau, Baypolan, Growmore dan Super Vit.

Hyponex adalah pupuk daun anorganik makro berbentuk Kristal, hyponex merah untuk pertumbuhan vegetative. Vitabloom adalah pupuk yang digunakan untuk pertumbuhan generatif. Super-Vit adalah pupuk mikrobiokimia berbentuk cairan yang proses pemupukannya melalui penyemprotan pada daun, batang dan tanah secara merata. Khusus tanaman keras dapat dilakukan dengan cara infus melalui akar. Pupuk tersebut dapat menyediakan nutrisi makro dan mikro lengkap, senyawa organik kompleks (enzim dan asam-asam organik kompleks), serta mikroorganisme menguntungkan. Bayfolan adalah pupuk cair lengkap yang berfungsi sebagai bahan nutrisi yang diaplikasikan melalui daun atau akar. Pupuk ini bisa diaplikasikan langsung pada air irigasi, juga sebagai hormon mencegah stres pada tanaman yang baru dipindahkan. Growmore adalah pupuk daun lengkap dalam bentuk kristal berwarna biru, sangat mudah larut dalam air. Pupuk ini dapat diserap dengan mudah oleh tanaman baik itu melalui penyemprotan daun maupun disiram ke dalam tanah. Growmore mengandung hara lengkap dengan konsentrasi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan. Adapun kandungan unsur

hara yang terdapat pada Growmore didominasi oleh unsur nitrogen dan beberapa kandungan unsur hara mikro lain (Anonim, 2010).

Berikut beberapa kandungan yang terdapat di dalam pupuk Hyponex merah, Vitabloom, Baypolan, Growmore, dan Super Vit.

Tabel 2.1 Kandungan hara makro dan mikro di dalam pupuk Hyponex Merah, Vitabloom, Baypolan, Growmore, dan Super Vit

Kandungan Hara Makro dan Mikro	Hyponex Merah	Vitabloom	Bayfolan	Growmore	Super Vit
N	25%	30%	24%	32%	11%
P	10%	10%	17%	10%	20%
K	20%	10%	13%	10%	30%
Mg	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Fe	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
B	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Cu	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Zn	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Co	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada

2.9 Hipotesis

1. Terdapat pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap pembentukan umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat.
2. Terdapat pengaruh konsentrasi jenis pupuk terhadap total umbi mikro tanaman kentang secara hidroponik substrat.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Juli 2015 di Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah media MS (*Murashige dan Skoog*) sebagai media perbanyakan plantlet, plantlet tanaman kentang varietas Granola. Pipa paralon, selang dan klep infus untuk saluran irigasi hidroponik substrat, ember untuk penampungan larutan hara hidroponik substrat. Pasir dan tanah steril sebagai media tanam aklimatisasi, serta pupuk pelengkap cair sebagai perlakuan.

Alat yang digunakan terdiri dari Laminar air flow (LAF), autoklaf, timbangan analitik, magnetic stirrer, erlenmeyer, botol kultur, skalpel, cawan petri, gelas ukur, gelas piala, pinset, gunting, alat-alat hidroponik substrat, bak plastik, botol alkohol, jangka sorong, lampu spiritus, ember, handsprayer, alat ukur, label, alat-alat perkakas seperti palu, paku, meteran, gergaji, tang dan alat lainnya, peralatan tulis serta peralatan lainnya.

3.3 Rancangan penelitian

Penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap aklimatisasi dan tahap percobaan. Tahap persiapan dilaksanakan untuk memperbanyak plantlet kentang di Laboratorium Kultur Jaringan sebagai bahan tanam. Tahap aklimatisasi dilaksanakan untuk melatih plantlet agar dapat beradaptasi dan tidak kaget pada lingkungan luar. Tahap percobaan yaitu melaksanakan uji pengaruh pemberian beberapa konsentrasi jenis pupuk terhadap pembentukan umbimikro tanaman kentang secara hidroponik substrat. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, Setiap unit perlakuan dalam percobaan ini terdiri dari 1 tanaman dalam satu wadah (media tanam). Data hasil pengamatan dianalisis statistik dengan uji F. Jika F hitung perlakuan lebih besar

dari F tabel 5% maka dilanjutkan dengan uji Duncan (UJD) pada taraf kesalahan 5%.

Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini adalah :

Growmore (A)	= 0,006 ppm
Hyponex Merah (B)	= 0.003 ppm
Vitabloom (C)	= 0.002 ppm
Baypolan (D)	= 0.009 ppm
Super Vit (E)	= 0.002 ppm

Setiap jenis pupuk di atas memiliki konsentrasi yang berbeda, selain itu dosis yang diberikan per tanaman juga berbeda. Perbedaan tersebut mengakibatkan perbedaan kandungan hara yang diberikan terhadap tanaman terutama NPK. Aplikasi pupuk dilakukan dua kali tiap minggu, sehingga terdapat 24 kali aplikasi pupuk selama tiga bulan. Lampiran 1 menunjukkan jumlah hara NPK pada masing-masing pupuk yang diberikan pada tanaman kentang selama 3 bulan.

Berikut denah perlakuan penelitian :

B4	D1	A1	D3	E1
C1	A3	D2	B2	A4
E3	B3	C2	A2	E4
B1	E2	C4	D4	C3

Terdapat 20 rancangan percobaan, setiap perlakuan terdapat 3 planlet kentang.

- A : Growmore
- B : Hyponex Merah
- C : Vitabloom
- D : Baypolan
- E : Super Vit
- 1- 4 : Ulangan

Model dan asumsinya yaitu :

$$Y_{ij} : \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

i : 1, 2, 3, 4, 5 (perlakuan)

j : 1, 2, 3, 4 (ulangan)

Y_{ij} : Nilai pengamatan pada percobaan ke- i yang memperoleh perlakuan ke- j

μ : Nilai rata-rata umum

τ_i : Pengaruh perlakuan ke- i

ϵ_{ij} : Galat percobaan

Tabel 3.1 Anova percobaan

SK	db	JK	KT	F-hit	F-table 5%
Perlakuan	$t-1=4$	JKP	JKP/4	KTP/KTG	
Galat	$t(r-1)=15$	JKG	JKG/15		
Total	$tr-1=19$	JKT			

Keterangan :

F-hit > 5% : Berbeda nyata

F-hit < 5% : Berbeda tidak nyata

Apabila terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Media Kultur

Media yang digunakan adalah media MS (murashige and skoog) yang meliputi stok A (NH_4NO_3) 20 ml/l, stok B (KNO_3) 20 ml/l, stok C ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 10 ml/l, stok D ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan KH_2PO_4) 19 ml, stok E ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan Na_2EDTA) 5 ml/l, stok F ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , KI , $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 5 ml/l, stok vitamin (tiamin HCL, asam nikotinat, piridoksin HCl, dan glisin) 1 ml/l, stok IAA 1 ml/l dan Stok BAP 10 ml/l. Lalu tambahkan aquadest 1 l dan mencampur gula 30 gram dengan stirrer kemudian didihkan larutan di atas kompor sambil memasukkan agar 8 gram sambil di aduk rata, angkat bila homogen. Cairan dimasukkan kedalam botol steril, tutup botol. Setelah itu sterilisasi dengan autoklaf dan letakkan dalam inkubator jika sudah selesai.

3.4.2 Perbanyak Planlet Secara Steril

Perbanyak planlet dilakukan didalam *laminar air flow*. Alat dan bahan yang perlu disiapkan di dalam LAF adalah pinset, pisau, gelas piala berisi alkohol, Aquadest, cawan petri, tissue, planlet yang akan di perbanyak dan media kultur. Pertama sterilisasi LAF dengan menekan tombol UV selama 30 menit, setelah itu matikan lampu UV dan menghidupkan kembali LAF dengan menekan tombol blower. Lalu tangan di semprot alcohol 75% kemudian nyalakan lampu spirtus. Mengeluarkan planlet dari botol kultur secara hati-hati dengan menggunakan pinset dan meletakkan ke dalam cawan petri, lalu diberi aquadest secukupnya dan obat merah 7 tetes kemudian melakukan pemotongan di dalam cawan petri tersebut dan memindahkan potongan dari bagian planlet ke media kultur baru dengan menggunakan pinset, dimana dalam satu botol media kultur terdapat tiga potongan bagian dari planlet. Planlet yang sudah tumbuh normal artinya botol sudah penuh, perakaran banyak, tunas ada, daun lebih dari 2 pasang sudah bisa di pindahkan ke media aklimatisasi.

3.4.3 Aklimatisasi Planlet dan Pemberian Perlakuan

Aklimatisasi merupakan suatu tahapan yang penting karena pada tahap ini tanaman (planlet) akan diadaptasikan agar dapat hidup di lapang sehingga mampu menjadi tanaman yang normal, berikut langkah-langkah planlet yang akan di aklimatisasi:

1. Menyiapkan planlet kentang, mengeluarkan planlet dari botol kultur secara hati-hati dengan menggunakan pinset
2. Mencuci planlet pada air yang mengalir sehingga tidak ada agar yang menempel di akarnya
3. Menanamkan planlet tersebut dengan segera pada media pasir dan tanah steril serta langsung menutup kembali dengan gelas aqua lainnya.
4. Meletakkan gelas-gelas aqua yang berisi planlet tersebut pada rak-rak yang telah disiapkan
5. Mengamati pertumbuhannya (jumlah daun, tunas, tinggi tunas, warna daun, jumlah cabang dan anakan).

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tinggi tanaman diukur pada saat awal pemindahan planlet yang sudah di aklimatisasi ke media hidroponik substrat dengan interval satu minggu sekali menggunakan penggaris.
2. Jumlah cabang dihitung pada saat awal pemindahan planlet yang sudah di aklimatisasi ke media hidroponik substrat dengan interval satu minggu sekali secara manual.
3. Jumlah Daun dihitung pada saat awal pemindahan planlet yang sudah di aklimatisasi ke media hidroponik substrat dengan interval satu minggu sekali secara manual.
4. Panjang akar diukur pada akhir pengamatan menggunakan penggaris.
5. Jumlah Umbi Per Tanaman dihitung pada akhir panen secara manual.
6. Berat Umbi Per Tanaman diukur pada akhir panen dengan menggunakan timbangan analitik.
7. Volume umbi diukur pada akhir panen.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil F-hitung dari tujuh parameter pengamatan (Tabel 4.1) menunjukkan konsentrasi jenis pupuk yang berbeda berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi, volume umbi, dan panjang akar, serta berpengaruh sangat nyata terhadap berat umbi, namun berbeda tidak nyata pada parameter jumlah cabang tanaman.

Tabel 4.1 Rangkuman F-hitung semua parameter pengamatan

No	Parameter Pengamatan	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
1	Tinggi Tanaman	4,73 *	3,06	4,89
2	Jumlah Daun	3,15 *	3,06	4,89
3	Jumlah Umbi	4,25 *	3,06	4,89
4	Berat Umbi	6,36 **	3,06	4,89
5	Volume Umbi	3,24 *	3,06	4,89
6	Jumlah Cabang	1,56 tn	3,06	4,89
7	Panjang Akar	3,12 *	3,06	4,89

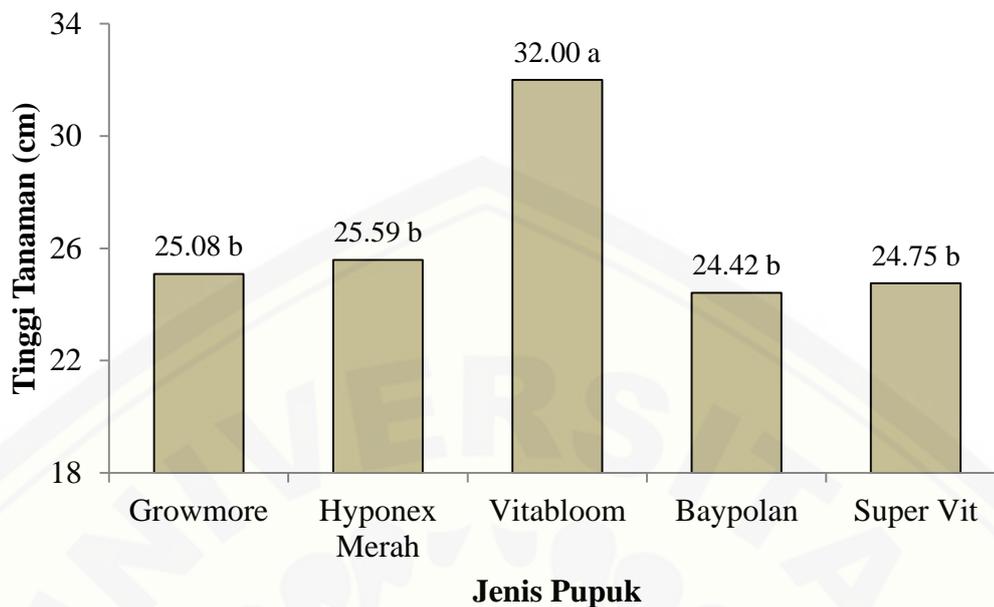
Keterangan :

** = berbeda sangat nyata, * = berbeda nyata, tn = berbeda tidak nyata

4.1.1 Tinggi Tanaman

Berdasarkan rangkuman F-hitung semua parameter pengamatan (Tabel 4.1), konsentrasi jenis pupuk berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Berdasarkan gambar 4.1, tinggi tanaman terbaik adalah perlakuan Vitabloom 0.002 ppm sebesar 32 cm, sedangkan perlakuan pupuk lainnya menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Perlakuan pupuk Baypolan menunjukkan tinggi tanaman paling rendah (24,42 cm). Tinggi tanaman kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm lebih besar 7,58 cm (23,7%) dibandingkan perlakuan Baypolan 3 ml/liter (24,42 cm).



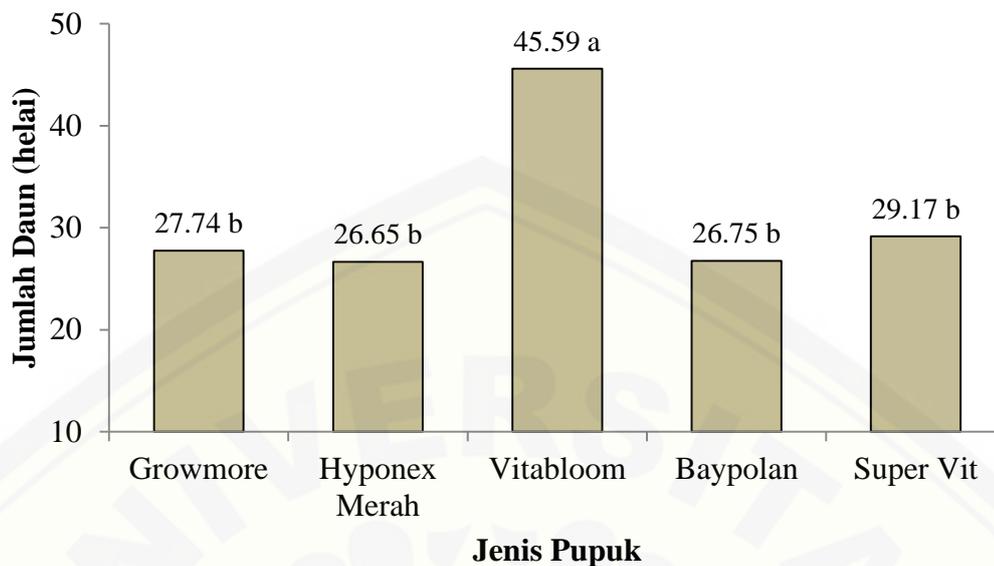
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Gambar 4.1 Rata-rata tinggi tanaman pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda

4.1.2 Jumlah Daun

Konsentrasi jenis pupuk pada penelitian ini berpengaruh nyata terhadap jumlah daun (Tabel 4.1). Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Berdasarkan gambar 4.2, rata-rata jumlah daun terbanyak adalah perlakuan Vitabloom 0,002 ppm yakni sebesar 45,59 helai dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan Growmore 0,006 ppm, Hyponex Merah 0,003 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Rata-rata jumlah daun paling sedikit adalah perlakuan Hyponex Merah 0,003 ppm yakni sebesar 26,65 helai. Rata-rata jumlah daun kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm lebih besar 18,94 helai (41,5%) dibandingkan perlakuan Hyponex Merah 0,003 ppm (26,65 helai).



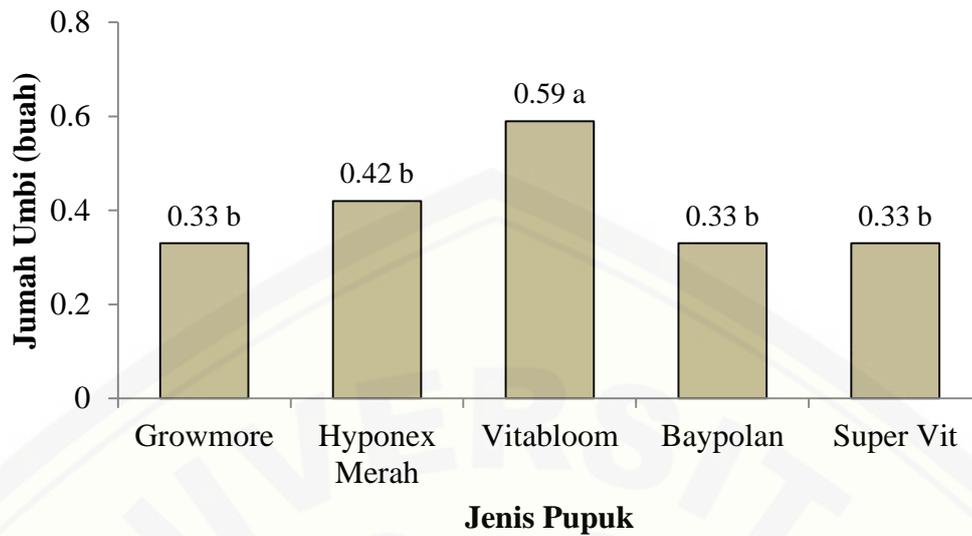
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Gambar 4.2 Rata-rata jumlah daun pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda

4.1.3 Jumlah Umbi

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi jenis pupuk berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi. Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada Gambar 4.3.

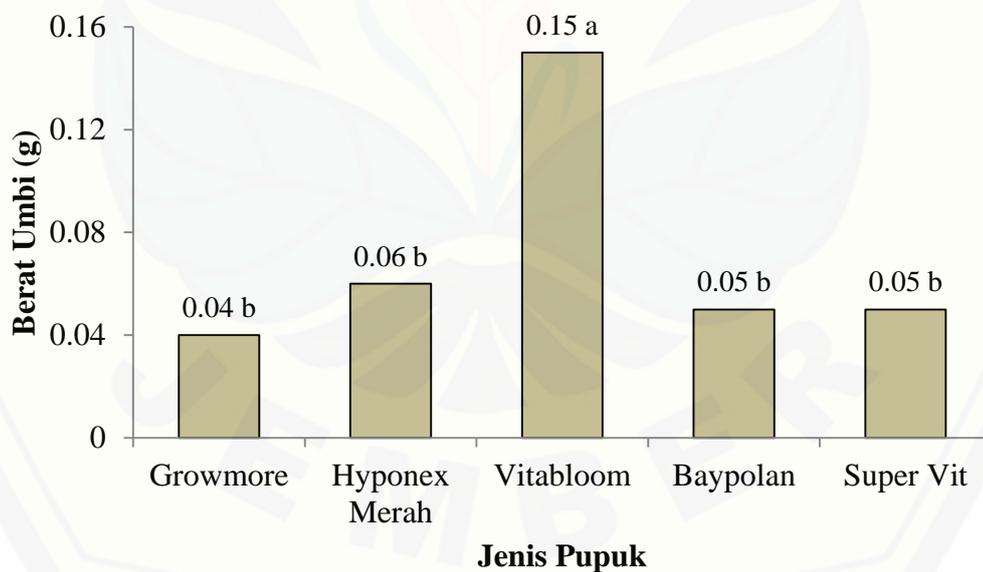
Berdasarkan gambar 4.3, rata-rata jumlah umbi terbanyak adalah perlakuan Vitabloom 0,002 ppm yakni sebesar 0,59 buah dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan Growmore 0,006 ppm, Hyponex Merah 0,003 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Rata-rata jumlah umbi kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm (0,59 buah) lebih besar 44,1% dibandingkan perlakuan Growmore 0,006 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm yang masing-masing jumlahnya sama yakni 0,33 buah.



Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Gambar 4.3 Rata-rata jumlah umbi pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda

4.1.4 Berat Umbi



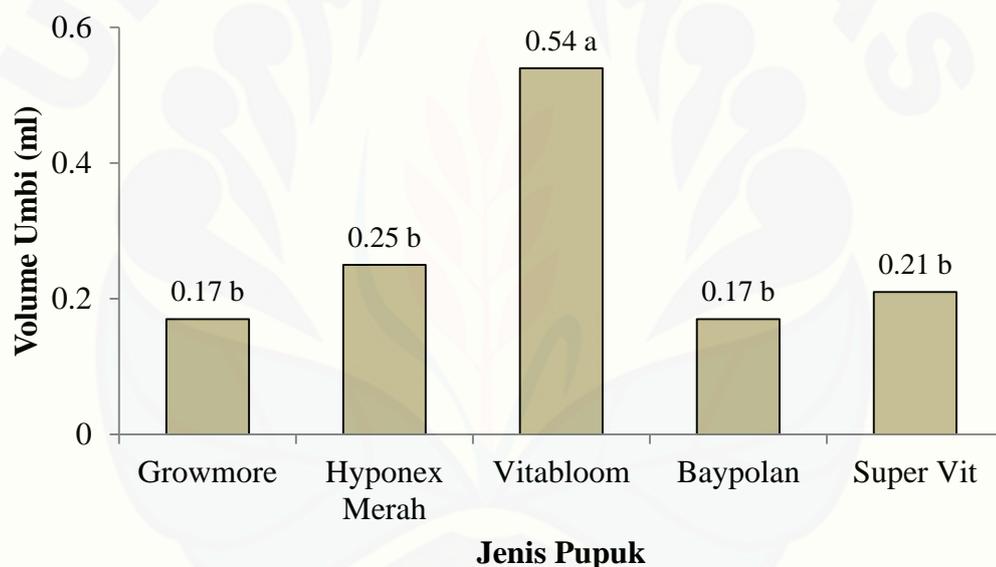
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Gambar 4.4 Rata-rata berat umbi pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda

Konsentrasi jenis pupuk berpengaruh sangat nyata terhadap berat umbi (Tabel 4.1). Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Berdasarkan gambar 4.4, rata-rata berat umbi terbesar adalah perlakuan Vitabloom 0,002 ppm yakni sebesar 0,15 g dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan Growmore 0,006 ppm, Hyponex Merah 0,003 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Rata-rata berat umbi kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm (0,15 g) lebih besar 73,3% dibandingkan perlakuan Growmore 0,006 ppm (0,04 g).

4.1.5 Volume Umbi



Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Gambar 4.5 Rata-rata volume umbi pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda

Berdasarkan Tabel 4.1, konsentrasi jenis pupuk berpengaruh nyata terhadap volume umbi. Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada Gambar 4.5.

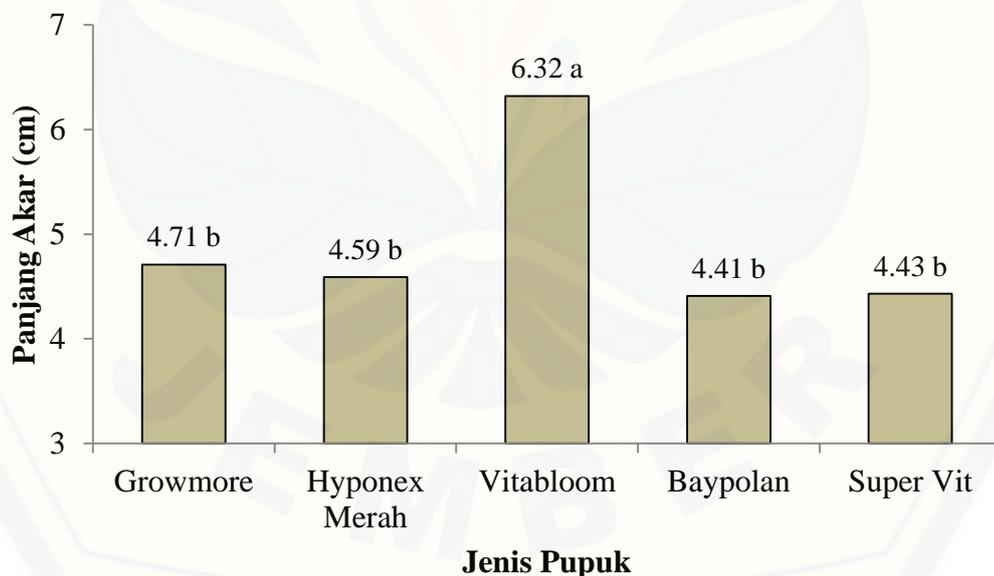
Berdasarkan gambar 4.5, rata-rata volume umbi terbesar adalah perlakuan Vitabloom 0,002 ppm yakni sebesar 0,54 ml dan berbeda nyata dengan perlakuan

lainnya. Perlakuan Growmore 0,006 ppm, Hyponex Merah 0,003 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Volume umbi kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm (0,54 ml) lebih besar 68,5% dibandingkan perlakuan Growmore 0,006 ppm (0,17 ml) dan Bayolan 0,009 ppm (0,17 ml).

4.1.6 Panjang Akar

Berdasarkan Tabel 4.1, konsentrasi jenis pupuk berpengaruh nyata terhadap panjang akar. Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Berdasarkan gambar 4.6, rata-rata panjang akar terbesar adalah perlakuan Vitabloom 0,002 ppm yakni sebesar 6,32 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan Growmore 0,006 ppm, Hyponex Merah 0,003 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Rata-rata panjang akar kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm (6,32 cm) lebih besar 30,2% dibandingkan perlakuan Bayolan 0,009 ppm (0,17 ml).



Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Gambar 4.6 Rata-rata panjang akar pada konsentrasi jenis pupuk yang berbeda

4.2 Pembahasan

Tanaman kentang dalam penelitian ini memiliki respon yang berbeda terhadap perlakuan berbagai jenis pupuk. Perbedaan respon tersebut disebabkan oleh perbedaan kandungan unsur hara masing-masing pupuk. Unsur hara utama (makro primer) dalam semua jenis pupuk yang digunakan adalah nitrogen, fosfor, dan kalium. Ketiga unsur hara tersebut memiliki peran yang berbeda dalam metabolisme tanaman yang nantinya mempengaruhi pertumbuhan tanaman kentang.

Perlakuan pupuk Vitabloom 0,002 ppm menunjukkan rata-rata tinggi tanaman (32 cm), jumlah daun (45,59 helai), panjang akar (6,32 cm), jumlah umbi (0,59 buah), berat umbi (0,15 g) dan volume umbi (0,54 ml) paling baik dibandingkan perlakuan pupuk lainnya. Kandungan nitrogen, fosfor dan kalium dalam Vitabloom 0,002 ppm masing-masing sebesar 30%, 10%, dan 10%. Ketiga unsur hara yang terkandung dalam pupuk tersebut memiliki peranan yang berbeda dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman kentang.

Nitrogen menjadi komponen penyusun klorofil yang berperan dalam fotosintesis tanaman kentang. Tingginya kapasitas fotosintesis tanaman dapat ditunjukkan oleh tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar. Menurut Lingga dan Marsono (2006), nitrogen merupakan unsur yang berperan utama dalam merangsang pertumbuhan, seperti batang, cabang, dan daun jika jumlah yang diberikan optimum. Selain itu, N juga sebagai penyusun hormon auksin yang mampu meningkatkan sintesis ATP-ase. Peningkatan sintesis ATP-ase pada akhirnya dapat meningkatkan tekanan turgor, sehingga mengakibatkan sel mengembang dan jika pengembangan sel berlangsung searah, maka mengakibatkan pemanjangan sel.

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro primer karena dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Unsur nitrogen termasuk unsur hara esensial karena fungsinya tidak dapat tergantikan dan ketidakhadirannya mengakibatkan tanaman tidak dapat menyelesaikan siklus hidupnya. Nitrogen berfungsi sebagai komponen penyusun klorofil, hormon auksin, dan enzim. Hal ini sesuai dengan pernyataan

Tisdale *et al.* dalam Aristian (2010) bahwa nitrogen berperan sebagai komponen molekul klorofil, unsur protein, asam amino, dan komponen enzim.

Salah satu fungsi nitrogen adalah sebagai komponen penyusun klorofil. Klorofil merupakan pigmen yang berperan dalam proses fotosintesis karena dapat menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Klorofil terdiri atas klorofil a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) dan klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$). Kedua jenis klorofil tersebut memiliki unsur N sebagai penyusunnya.

Kandungan klorofil daun merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kapasitas fotosintesis tanaman kentang. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Dwidjoseputro (1980) bahwa hasil fotosintesis dipengaruhi oleh kandungan klorofil dan kandungan N daun. Hasil fotosintesis tanaman berupa senyawa glukosa yang akan disebarkan ke seluruh bagian tanaman dalam bentuk sukrosa.

Selama fase vegetatif, hasil fotosintesis tanaman kentang lebih banyak digunakan sebagai energi untuk pertumbuhannya. Sukrosa lebih banyak ditransfer ke titik tumbuh untuk selanjutnya diubah menjadi glukosa, kemudian glukosa akan dirombak melalui proses respirasi di dalam mitokondria guna menghasilkan ATP. ATP yang dihasilkan akan digunakan dalam proses metabolisme tanaman terutama pembelahan dan pemanjangan sel.

Nitrogen juga berperan sebagai komponen penyusun hormon auksin. Auksin berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Noggle and Fritz (1983) bahwa pemberian auksin akan meningkatkan pemanjangan sel ke arah vertikal, sehingga dapat meningkatkan tinggi tanaman. Pemberian auksin dapat meningkatkan sintesis enzim ATP-ase, sehingga ion H^+ akan dipompa keluar membran. Peristiwa tersebut mengakibatkan lingkungan menjadi asam. Pada kondisi ini, enzim-enzim yang dapat memotong ikatan antara dinding sel akan aktif, sehingga terjadi pelonggaran pada dinding sel. Akibatnya air akan masuk ke dalam sel dan tekanan turgor meningkat. Peningkatan tekanan turgor dapat mengakibatkan sel mengembang dan jika pengembangan sel berlangsung searah, maka mengakibatkan pemanjangan sel (Taiz and Zeiger, 1998). Secara visual, tanaman kentang yang memiliki kemampuan pembelahan

dan pemanjangan sel yang besar dapat dilihat dari tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar.

Pembentukan umbi sangat dipengaruhi oleh kapasitas fotosintesis tanaman. Sebagian hasil fotosintesis akan dikirim ke bagian akar untuk menginisiasi pengumbian. Semakin besar hasil fotosintesis, maka semakin besar pula sukrosa yang dapat ditransfer ke bagian umbi. Hasil fotosintesis salah satunya dipengaruhi kandungan klorofil daun. Kandungan klorofil yang semakin tinggi dapat meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman.

Besarnya jumlah umbi, bobot umbi, dan volume umbi pada dosis N optimum disebabkan oleh peningkatan pertumbuhan luas daun, sehingga fotosintesis meningkat (Zelalem *et al.*, 2009). Perlakuan Vitabloom 0,002 ppm meningkatkan pembentukan umbi yang disebabkan peningkatan aktivitas fotosintesis tanaman, sehingga jumlah umbi, bobot umbi, dan volume umbinya paling besar dibandingkan perlakuan pupuk lainnya.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan N Vitabloom 0,002 ppm sebesar sebesar 30% memberikan pengaruh paling baik pada semua parameter pengamatan. Berbeda dengan hasil penelitian ini, hasil penelitian Dianawati dkk. (2013) menunjukkan bahwa dosis optimum N yang memberikan pengaruh terbaik terhadap bobot umbi kentang sebesar 2173 ppm. Perbedaan hasil tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan metode yang digunakan. Penelitian Dianawati dkk. (2013) menggunakan planlet yang ditanam pada media tanam arang sekam dan pupuk kandang kuda steril (1 : 1) menggunakan sistem hidroponik NFT (*nutrient film technique*), sedangkan untuk produksi umbi mini kentang dilakukan secara aeroponik (nutrisi disemprotkan melalui springkler).

Unsur hara lain yang memiliki peran penting selain nitrogen adalah fosfor. Fosfor termasuk unsur hara makro primer yang esensial karena perannya tidak dapat tergantikan dalam metabolisme tumbuhan. Fosfor merupakan salah satu unsur yang mobilitasnya tinggi pada jaringan tanaman, sehingga unsur ini dapat dialirkan dari jaringan tua ke jaringan yang lebih muda dengan mudah. Di dalam tubuh tumbuhan, fosfor merupakan penyusun ATP (senyawa berenergi tinggi dalam metabolisme), fosfolipid (komponen membran plasma dan kloroplas), dan

asam nukleat (komponen utama DNA dan RNA inti sel). Menurut Lakitan (1993), fosfor merupakan bagian yang esensial dari gula fosfat yang berperan dalam reaksi pada fase gelap fotosintesis, respirasi, dan proses metabolisme lainnya.

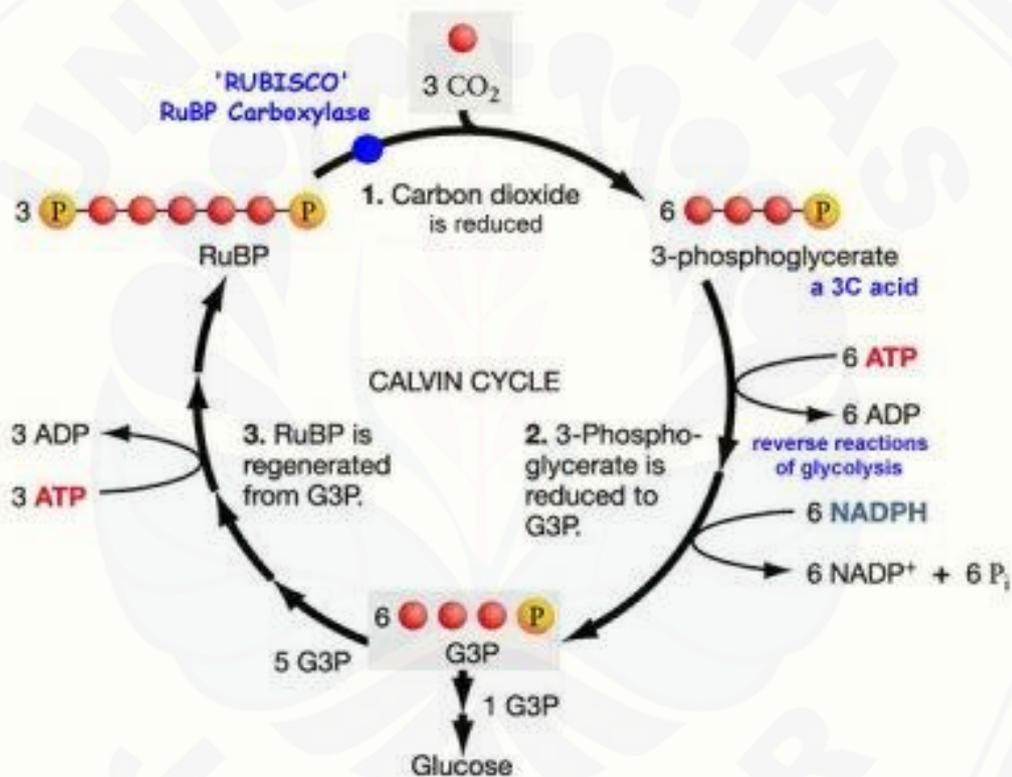
Fosfor sebagai komponen ATP memiliki fungsi yang sangat vital dalam semua metabolisme tumbuhan. Salah satu fungsi ATP yakni berkaitan dengan pembelahan dan pemanjangan sel. Peningkatan pembelahan dan pemanjangan sel salah satunya disebabkan oleh peningkatan jumlah ATP. Di samping itu, fosfor juga menjadi komponen ATP-ase. Peningkatan sintesis enzim ATP-ase mengakibatkan ion H^+ akan dipompa keluar membran, sehingga mengakibatkan lingkungan menjadi asam. Pada kondisi ini, enzim-enzim yang dapat memotong ikatan antara dinding sel akan aktif, sehingga terjadi pelonggaran pada dinding sel dan air akan masuk ke dalam sel yang mengakibatkan tekanan turgor meningkat. Peningkatan tekanan turgor dapat mengakibatkan terjadinya pemanjangan sel (Taiz and Zeiger, 1998). Pada penelitian ini, hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar.

Fosfor memiliki peran penting sebagai ATP dalam semua proses metabolisme tanaman kentang, seperti fotosintesis, respirasi, dan pembelahan serta pemanjangan sel. Peningkatan peran ATP dalam semua proses tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kentang yang secara visual dapat dilihat dari tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar. Selain itu, fosfor sebagai penyusun ATP-ase dapat memberikan pengaruh positif karena dapat meningkatkan tekanan turgor sel, sehingga terjadi pemanjangan sel. Pemanjangan sel dapat diketahui berdasarkan tinggi tanaman dan panjang akar.

Fosfor merupakan energi yang digunakan dalam sintesis dan pengangkutan karbohidrat. Menurut Inawati dalam Ni'mah dkk (2012), asimilat karbon ditranslokasi ke umbi dalam bentuk sukrosa, kemudian digunakan sebagai bahan dalam sintesis pati. Pembentukan pati diawali dengan meningkatnya aktivitas sintesis pati yang berarti terjadi peningkatan aktivitas enzim ADP-glukosa pirofosforilase dan UDP-glukosa pirofosforilase. Peningkatan sintesis pati dapat meningkatkan jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi kentang. Perlakuan

Vitabloom 0,002 ppm menunjukkan nilai tertinggi pada parameter jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi.

Umbi kentang terbentuk akibat penumpukan amilum di bagian umbi. Amilum tersebut merupakan bahan simpan yang menjadi hasil akhir dari fotosintesis. Pada fotosintesis, terdapat 2 reaksi utama yakni reaksi terang dan reaksi gelap (siklus Calvin). Reaksi terang terjadi di membran tilakoid dimana pada bagian ini terdapat klorofil. Pada proses ini terjadi konversi energi cahaya menjadi energi kimia (ATP dan NADPH). Kedua energi tersebut akan digunakan dalam siklus Calvin di stroma (gambar 4.7).

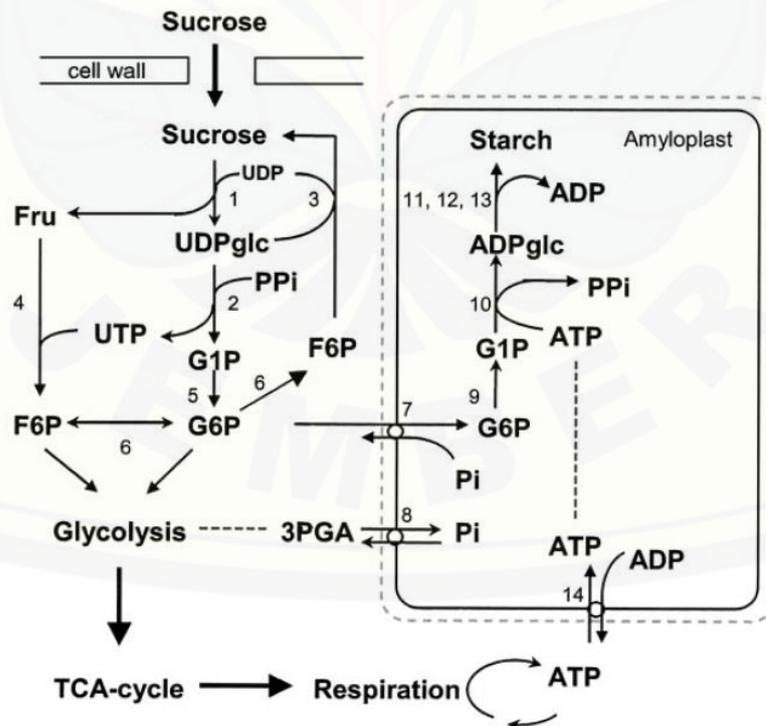
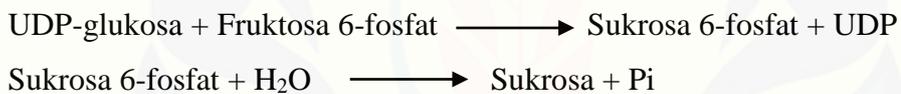


Gambar 4.7 Siklus Calvin

ATP dan NADPH digunakan dalam siklus Calvin untuk menghasilkan glukosa. Siklus Calvin terdiri atas 3 tahap, yakni fiksasi karbon, reduksi, dan regenerasi. Karbon yang difiksasi akan bergabung dengan RUBP (Ribolusa 1,5 bifosfat) dan membentuk 3-fosfogliserat. Tahap kedua adalah reaksi yang menggunakan elektron dari NADPH dan beberapa ATP untuk mereduksi karbondioksida menjadi gliseraldehid 3-fosfat. Pada tahap akhir, RUBP

diregenerasi untuk digunakan kembali pada tahap awal siklus Calvin. Gliseraldehid 3-fosfat tersebut akan digunakan untuk membentuk glukosa. Pembentukan 1 molekul glukosa-fosfat membutuhkan 2 molekul gliseraldehid 3-fosfat. Molekul glukosa-fosfat akan melepas fosfat dan bergabung dengan fruktosa untuk membentuk sukrosa. Sukrosa tersebut akan diangkut ke seluruh bagian tanaman untuk digunakan dalam pertumbuhan maupun bahan simpan dalam bentuk amilum.

Pertumbuhan umbi kentang telah digunakan sebagai model untuk menyelidiki pengaturan sintesis amilum. Hal ini dikarenakan masuknya sukrosa ke dalam metabolisme sangat sederhana dan proses degradasinya melalui sukrosa sintase, serta jalur konversi sukrosa menjadi amilum telah diketahui (Geigenberger, 2003). Sukrosa adalah salah satu disakarida yang dihasilkan di dalam sitosol. Sukrosa disintesis dari UDP-glukosa dan fruktosa 6-fosfat yang dikatalisis oleh enzim sukrosa fosfat sintase (SPS). Berikut adalah jalur pembentukan sukrosa :



Gambar 4.8 Jalur konversi sukrosa menjadi amilum

Sukrosa yang telah terbentuk akan ditransfer ke semua bagian tanaman, baik sebagai energi untuk pertumbuhan maupun sebagai bahan simpanan (amilum). Pembentukan umbi kentang berkaitan dengan sintesis amilum yang terjadi di amiloplas. Gambar 4.8 menunjukkan pembentukan amilum dari sukrosa. Sukrosa diubah menjadi glukosa 6-fosfat melalui beberapa tahap dengan bantuan berbagai enzim. Glukosa 6-fosfat akan masuk ke dalam amiloplas untuk kemudian diubah menjadi amilum melalui serangkaian proses enzimatik. Glukosa 6-fosfat akan diubah menjadi glukosa 1-fosfat, kemudian menjadi ADP glukosa. ADP glukosa kemudian diubah menjadi amilum. Pembentukan amilum dari sukrosa membutuhkan banyak enzim. Menurut Buchanan *et al.* (2000), sintesis amilum diatur oleh ADP-glukosa pirofosforilase, sehingga enzim ini memiliki peranan besar dalam sintesis amilum. Enzim tersebut juga menjadi enzim utama dalam sintesis amilum. Peningkatan sintesis amilum di amiloplas pada akhirnya mengakibatkan umbi kentang terbentuk dan membesar. Gambar 4.9 menunjukkan umbi mikro kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm.



Gambar 4.9 Umbi mikro kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm

Kalium juga termasuk unsur hara makro primer dan esensial bagi tumbuhan. Berbeda dengan unsur lainnya, kalium tidak disintesis menjadi senyawa organik, sehingga unsur ini tetap dalam bentuk ion di dalam tubuh tumbuhan (Lakitan, 1993). Kalium berperan sebagai aktivator berbagai enzim yang esensial dalam reaksi fotosintesis dan respirasi, serta enzim yang terlibat dalam sintesis protein dan pati. Kalium juga berperan dalam mengatur potensial osmotik sel, sehingga berfungsi dalam mengatur tekanan turgor sel.

Kalium berperan dalam pengaturan osmotik sel. Pengaturan potensial osmotik sel berpengaruh terhadap tekanan turgor sel. Peningkatan tekanan turgor dapat meningkatkan pemanjangan sel yang ditunjukkan secara visual oleh tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar. Selain itu, kalium juga berperan dalam translokasi hasil asimilasi dan pembentukan protein serta tepung (karbohidrat). Kalium dalam jumlah yang cukup akan menjamin ketegaran tanaman dan merangsang pertumbuhan akar. Kalium cenderung meniadakan pengaruh buruk nitrogen serta dapat mempengaruhi kematangan yang dipercepat oleh fosfor (Soepardi dalam Aristian, 2010). Perlakuan Vitabloom 0,002 ppm menunjukkan hasil yang terbaik pada parameter jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi. Hasil tersebut dipengaruhi oleh kandungan kalium dalam pupuk Vitabloom yang berperan dalam translokasi fotosintat dan pembentukan karbohidrat.

Perlakuan pupuk Growmore 0,006 ppm, Hyponex Merah 0,003 ppm, Baypolan 0,009 ppm, dan Super Vit 0,002 ppm menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi kentang. Keempat perlakuan tersebut berbeda nyata dibandingkan perlakuan Vitabloom 0,002 ppm pada semua parameter pengamatan. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kandungan NPK pada masing-masing pupuk.

Kandungan N pada Super Vit sebesar 10%, Hyponex Merah 25%, Baypolan 11%, dan Growmore 32%. Kandungan N yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi mengakibatkan hambatan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Ruhnayat (2007) bahwa konsentrasi larutan hara N di atas titik optimum menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat. Rosmarkam

dan Yuwono (2002) menyatakan bahwa pemberian nitrogen di atas titik optimal mengakibatkan nitrogen yang diasimilasi akan memisahkan diri sebagai amida, sehingga hanya akan menaikkan kadar N dalam tanaman tetapi mengurangi sintesis karbohidrat. Penurunan sintesis karbohidrat akan berdampak pada rendahnya tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar. Selain itu, terjadi akumulasi nitrat di bagian tanaman tertentu.

Ketersediaan nitrogen yang rendah mengakibatkan hambatan pertumbuhan daun tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zebarth and Rosen (2007) bahwa peningkatan dosis N di atas dosis optimum dapat menurunkan pertumbuhan daun dan tinggi tanaman. Selain itu, nitrogen juga berperan dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman, seperti panjang akar (Goffart *et al.*, 2008). Kandungan N yang terlalu rendah juga menghambat pembentukan umbi, sehingga jumlah umbi, bobot umbi, dan volume umbi rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Goffart *et al.* (2008) bahwa unsur hara N berperan penting dalam menstimulasi pertumbuhan dan ukuran umbi, sehingga kekurangan N dapat menghambat pembentukan umbi kentang.

Kandungan nitrogen yang terlalu tinggi justru mengakibatkan hambatan pembentukan umbi tanaman kentang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ritter *et al.* (2001) bahwa penundaan pengumbian tanaman kentang disebabkan oleh suplai nitrogen yang tidak terbatas atau berlebihan. Hasil penelitian Dianawati dkk (2013) menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk daun N yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi dari dosis optimum dapat menurunkan bobot umbi per tanaman.

Dosis pupuk daun yang terlalu tinggi dapat meracuni tanaman, sedangkan dosis terlalu rendah tidak dapat memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Hasil penelitian Dianawati dkk (2013), menunjukkan bahwa tingginya dosis pupuk daun N sebesar 4000 ppm pada 5 MST cenderung menghambat terjadinya inisiasi umbi. Jackson (1990) juga melaporkan bahwa pemberian N yang tinggi dapat menunda atau mencegah pengumbian. Hasil penelitian Correa *et al.* (2009) juga menunjukkan terjadinya penundaan pembentukan umbi akibat N yang

berlebihan disebabkan oleh translokasi karbon dari daun ke umbi rendah, sedangkan translokasi N ke daun lebih tinggi daripada ke umbi.

Goffart *et al.* (2008) melaporkan bahwa kandungan N terlalu tinggi dapat menurunkan bobot kering umbi, hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan karbohidrat dalam umbi (Zebarth and Rosen 2007). Hasil penelitian Belanger *et al.* (2002) menunjukkan bahwa tingginya dosis pupuk N dapat menekan pertumbuhan umbi, sehingga bobot umbi rendah dan ukuran umbi lebih banyak yang kecil.

Selain nitrogen, kandungan unsur hara P yang terlalu rendah ataupun tinggi juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang. Kandungan P yang tinggi memungkinkan sebagian dari unsur tersebut tidak berikatan (bebas) dalam bentuk ion fosfat. Kondisi ini dapat menurunkan potensial osmotik, sehingga air dapat bergerak keluar sel dan kemudian mengakibatkan tekanan turgor sel menurun. Penurunan turgor dapat menghambat pemanjangan sel, yang dapat ditunjukkan oleh rendahnya tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar.

Di sisi lain, fosfor pada dosis yang rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Menurut Marschner dalam Wijayani dan Widodo (2005), pada dosis yang terlalu rendah pengaruh hara tidak nyata. Hal ini dimungkinkan rendahnya kandungan P di dalam pupuk tersebut dapat mengurangi sintesis ATP maupun ATP-ase, sehingga terjadi hambatan pembelahan dan pemanjangan sel yang berakibat pada rendahnya tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi.

Unsur kalium juga memberikan pengaruh berbeda jika jumlahnya tinggi ataupun rendah. Jumlah K yang tinggi justru mengakibatkan terganggunya pengaturan osmotik sel. Kondisi ini memungkinkan terjadinya plasmolisis yang ditandai oleh keluarnya cairan dari dalam sel karena tertarik oleh larutan hara yang lebih pekat. Oleh karena itu, tekanan turgor sel akan menurun, sehingga pemanjangan sel terhambat dan secara visual dapat dilihat pada rendahnya tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar. Selain itu, kondisi tersebut juga

menghambat translokasi fotosintat dan pembentukan karbohidrat, sehingga jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi kentang rendah.

Di sisi lain, kandungan K yang terlalu rendah juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Hambatan tersebut salah satunya disebabkan oleh menurunnya kapasitas fotosintesis tanaman. Unsur k berperan sebagai aktivator enzim dalam reaksi fotosintesis, sehingga kekurangan K dapat menurunkan kapasitas fotosintesis tanaman kentang. Kondisi tersebut dapat dilihat dari rendahnya tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, jumlah umbi, berat umbi, dan volume umbi kentang.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Konsentrasi pupuk Vitabloom 0,002 ppm mampu membentuk umbi mikro paling baik dibandingkan konsentrasi jenis pupuk lainnya.
2. Total umbi mikro paling banyak yakni pada perlakuan konsentrasi pupuk Vitabloom 0,002 ppm sebesar 0,59 buah.

5.2 Saran

Pemahaman mengenai pemberian konsentrasi jenis pupuk harus benar-benar diperhatikan. Di samping itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan karbohidrat dan gula pada umbi kentang sebagai respon pemberian konsentrasi jenis pupuk yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ani, N. 2004. Pengaruh Konsentrasi Packlobutrazol dan Urean pada Stek Kentang terhadap Produksi Tuberlet Varietas Granola. *J. Penelitian*, 2(1): 29-35.
- Aristian A K. 2010. Pertumbuhan dan Produksi tanaman Jarak (*Jatropha curcas* L) pada Berbagai Taraf Dosis Pemukan Nitrogen dan Kalium. *Skripsi*. : Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Balitbang. 2002. Uji Tanah untuk Pemupukan Berimbang Spesifik Lokasi. [Serial online] <http://www.pustaka-deptan.go.id/publ/warta/w2425.html>, diakses 12 Desember 2014.
- Buchanan, B.B., W. Gruissem, and R.L. Jones. 2000. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologist. Rockville, Maryland.
- Belanger, G., J.R. Walsh, J.E. Richards, P.H. Milburn, and N. Ziadi. 2002. Nitrogen Fertilization and Irrigation Affects Tuber Characteristic of Two Potato Cultivars. *Am. J. Pot. Res.*, 79(2): 69-79.
- Correa, R.M., J.E.B.P Pinto, V. Faquin, C.A.B.P Pinto, and E. Reis. 2009. The Production of Seed Potato by Hydroponic Methods in Brazil. *Fru. Veg. Cer, Sci. Biotech.*, 3(1): 133-39.
- Dianawati, M., S. Ilyas, G.A. Wattimena, dan A.D. Susilo. 2013. Produksi Umbi Mini Kentang Secara Aeroponik Melalui Penentuan Dosis Optimum Pupuk Daun Nitrogen. *J. Hort.*, 23(1): 47-55.
- Goffart, J.P., M. Olivier, and M. Frankinet. 2008. Potato Crop Nitrogen Status Assessment to Improve N Fertilization Management and Efficiency: Past-Present-Future. *Pot. Res.*, 51: 355-83.
- Jackson, S.D. 1990. Multiple Signaling Pathways Control Tuber Induction in Potato. *Pl. Physiol.*, 119: 1-8.
- Geigenberger, P. 2003. Regulation of Sucrose to Starch Conversion in Growing Potato Tubers. *Journal of Experimental Botany*, 54(382): 457-465.
- Gonggo B. M., dkk. 2006. Peran Pupuk N Dan P Terhadap Serapan N, Efisiensi N dan Hasil Tanaman Jahe Di Bawah Tegakan Tanaman Karet. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. (8) 1 : 61-68.
- Lakitan, B. 1993. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Rajawali Pers.

- Lingga, P. dan Marsono. 2006. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Love, S.L., J.C. Stark, and T. Salaiz. 2005. Response of Four Potato Cultivars to Rate and Timing of Nitrogen Fertilizer. *Am. J. Pot. Res.*, 82: 21-30.
- Mariana, M. 2009. Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Bibit Kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada berbagai Konsentrasi Pupuk Daun Super ACI dengan Sistem Aeroponik. *Prosiding Seminar Nasional Pekan Kentang 2008*. Puslitbang Hortikultura, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Ritter, E., B. Angulo, P. Riga, C. Herran, J. Relloso, and M.S. Jose. 2001. Comparison of Hydroponic and Aeroponic Cultivation Systems for the Production of Potato Minitubers. *Pot. Res.*, 44: 127-35.
- Ni'mah, F., E. Ratnasari, dan L.S. Budipramana. 2012. Pengaruh Pemberian Berbagai Kombinasi Konsentrasi Sukrosa dan Kinetin terhadap Induksi Umbi Mikro Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Kultivar Granola Kembang secara *In-Vitro*. *LenteraBio*, 1(1): 41-48.
- Noggle, G.R. and G.J. Fritz. 1983. *Introductory Plant Physiology*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Rosmarkam, A. Dan N.W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius, Yogyakarta.
- Ruhnayat, A. 2007. Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N, P, K Untuk Pertumbuhan Tanaman Panili (*Vanilla Planifolia* Andrews). Buletin Littro [Serial online] <http://balittro.litbang.deptan.go.id/ind/images/stories/Buletin//5-panili.pdf>, diakses tanggal 12 Desember 2014.
- Soelarso R B. 1997. *Budidaya Kentang Bebas Penyakit*. Kanisius, Yogyakarta.
- Taiz, L. And E. Zeiger. 1998. *Plant Physiology*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Vos, J. 2009. Nitrogen Responses and Nitrogen Management in Potato. *Pot. Res.*, 52: 305-17.
- Wijayani A. dan W. Widodo. 2005. Usaha Meningkatkan Kualitas Beberapa Varietas Tomat Dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *Ilmu Pertanian*, (12) 1 : 77-83.
- Zebarth, B.J. and C.J. Rosen. 2007. Research Perspective on Nitrogen BMP Development for Potato. *Am. J.Pot. Res.*, 84: 3-18.

Zelalem, A., T. Tekalign, and D. Nigussie. 2009. Response of Potato (*Solanum tuberosum* L.) to Different Rates of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on Vertisols at Debre Berhan, in the Central Highlands of Ethiopia. *Afr. J. Pl. Sci.*, 3(2): 16-24.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan kandungan NPK pada masing-masing pupuk

Jenis Pupuk	Kandungan Hara	Konsentrasi 2000 ppm	Dosis (3 ml/tan)	Aplikasi 24 Kali
Growmore	N	$32\% = 32/100 \times 2000 = 640 \text{ ppm}$	0,00192 ppm	0,04608 ppm
	P	$10\% = 10/100 \times 2000 = 200 \text{ ppm}$	0,0006 ppm	0,0144 ppm
	K	$10\% = 10/100 \times 2000 = 200 \text{ ppm}$	0,0006 ppm	0,0144 ppm

Jenis Pupuk	Kandungan Hara	Konsentrasi 1000 ppm	Dosis (3 ml/tan)	Aplikasi 24 Kali
Hyponex Merah	N	$25\% = 25/100 \times 1000 = 250 \text{ ppm}$	0,00075 ppm	0,018 ppm
	P	$5\% = 5/100 \times 1000 = 50 \text{ ppm}$	0,00015 ppm	0,0036 ppm
	K	$20\% = 20/100 \times 1000 = 200 \text{ ppm}$	0,0006 ppm	0,0144 ppm

Jenis Pupuk	Kandungan Hara	Konsentrasi 1000 ppm	Dosis (2 ml/tan)	Aplikasi 24 Kali
Vitabloom	N	$30\% = 30/100 \times 1000 = 300 \text{ ppm}$	0,0006 ppm	0,0144 ppm
	P	$10\% = 10/100 \times 1000 = 100 \text{ ppm}$	0,0002 ppm	0,0048 ppm
	K	$10\% = 10/100 \times 1000 = 100 \text{ ppm}$	0,0002 ppm	0,0048 ppm

Jenis Pupuk	Kandungan Hara	Konsentrasi 3000 ppm	Dosis (3 ml/tan)	Aplikasi 24 Kali
Baypolan	N	$11\% = 11/100 \times 3000 = 330 \text{ ppm}$	0,00099 ppm	0,02376 ppm
	P	$8\% = 8/100 \times 3000 = 240 \text{ ppm}$	0,00072 ppm	0,01728 ppm
	K	$6\% = 6/100 \times 3000 = 180 \text{ ppm}$	0,00054 ppm	0,01296 ppm

Jenis Pupuk	Kandungan Hara	Konsentrasi 1000 ppm	Dosis (2 ml/tan)	Aplikasi 24 Kali
Super Vit	N	$11\% = 11/100 * 1000 = 110 \text{ ppm}$	0,00022 ppm	0,00528 ppm
	P	$20\% = 20/100 * 1000 = 200 \text{ ppm}$	0,0004 ppm	0,0096 ppm
	K	$40\% = 40/100 * 1000 = 400 \text{ ppm}$	0,0008 ppm	0,0192 ppm



Lampiran 2. Hasil analisis varian seluruh parameter pengamatan

Tinggi Tanaman

SK	DB	JK	KT	F-hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	161.67	40.42	4.73*	3,06	4,89
Galat	15	128.04	8.54			
Total	19	289.71				

Jumlah Daun

SK	DB	JK	KT	F-hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	1080.45	270.11	3.15*	3,06	4,89
Galat	15	1285.35	85.69			
Total	19	2365.80				

Jumlah Umbi

SK	DB	JK	KT	F-hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.20	0.05	4.25*	3,06	4,89
Galat	15	0.17	0.01			
Total	19	0.37				

Berat umbi

SK	DB	JK	KT	F-hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.03	0.008	6.36**	3,06	4,89
Galat	15	0.02	0.001			
Total	19	0.05				

Volume Umbi

SK	DB	JK	KT	F-hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.39	0.10	3.24**	3,06	4,89
Galat	15	0.45	0.03			
Total	19	0.36				

Panjang Akar

SK	DB	JK	KT	F-hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	17.37	4.34	3.12**	3,06	4,89
Galat	15	20.86	1.39			
Total	19	38.23				

Keterangan :

SK = Sumber Keragaman

DB = Derajat Bebas

JK = Jumlah Kuadrat

KT = Kuadrat Tengah

Lampiran 3. Hasil uji Duncan 5%

Tinggi Tanaman

Perlakuan			Notasi
C	32.00		a
B	25.59		b
A	25.08		b
E	24.75		b
D	24.42		b

Jarak	2	3	4	5
Duncan 5%	4.40	4.62	4.75	4.84

Jumlah Daun

Perlakuan			Notasi
C	45.59		a
E	29.17		b
A	27.34		b
D	26.75		b
B	26.25		b

Jarak	2	3	4	5
Duncan 5%	13.95	14.63	15.04	15.33

Jumlah Umbi

Perlakuan			Notasi
C	0.59		a
B	0.42		b
E	0.33		b
A	0.33		b
D	0.33		b

Jarak	2	3	4	5
Duncan 5%	0.16	0.17	0.17	0.18

Berat Umbi

Perlakuan			Notasi
C	0.15		a
B	0.06		b
E	0.05		b
D	0.05		b
A	0.04		b

Jarak	2	3	4	5
Duncan 5%	0.05	0.06	0.06	0.06

Volume Umbi

Perlakuan			Notasi
C	0.54		a
B	0.25		b
E	0.21		b
D	0.17		b
A	0.17		b

Jarak	2	3	4	5
Duncan 5%	0.26	0.27	0.28	0.29

Panjang Akar

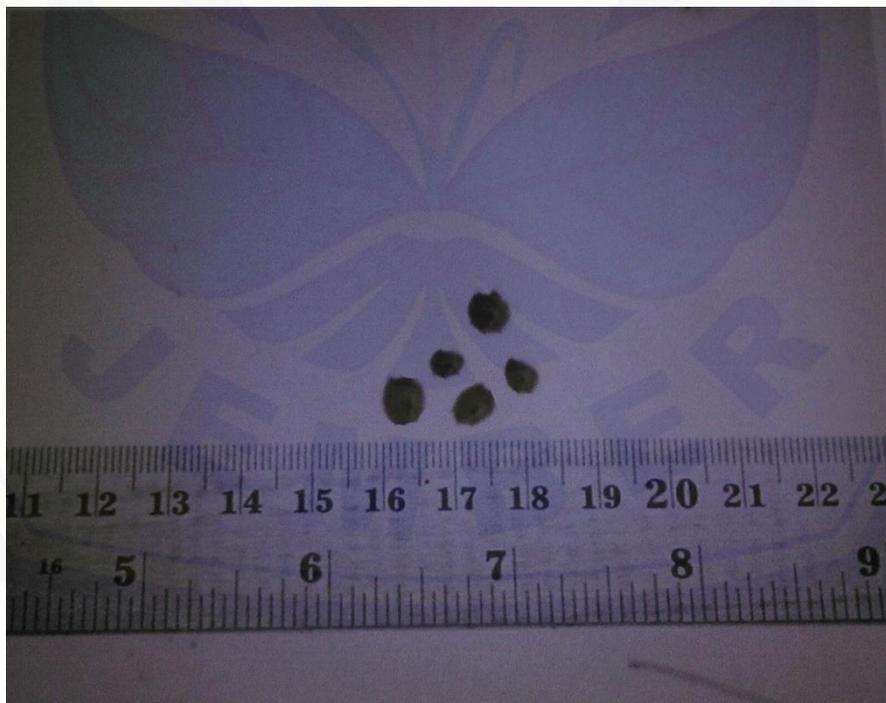
Perlakuan			Notasi
C	6.32		a
A	4.71		b
B	4.59		b
E	4.43		b
D	4.41		b

Jarak	2	3	4	5
Duncan 5%	1.78	1.86	1.92	1.95

Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



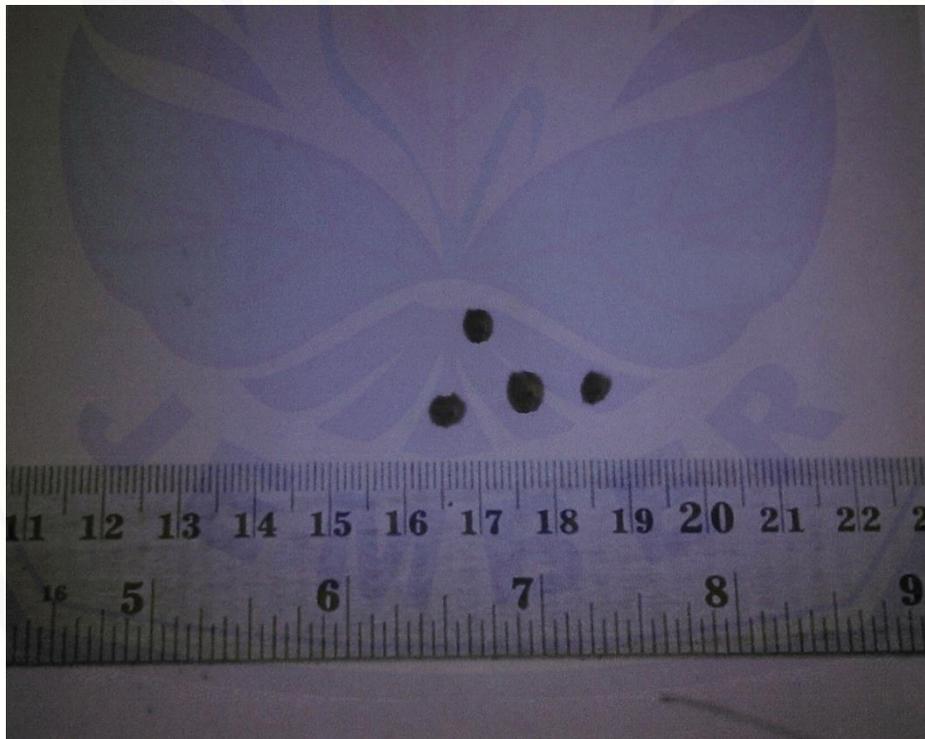
Umbi kentang pada perlakuan Vitabloom 0,002 ppm



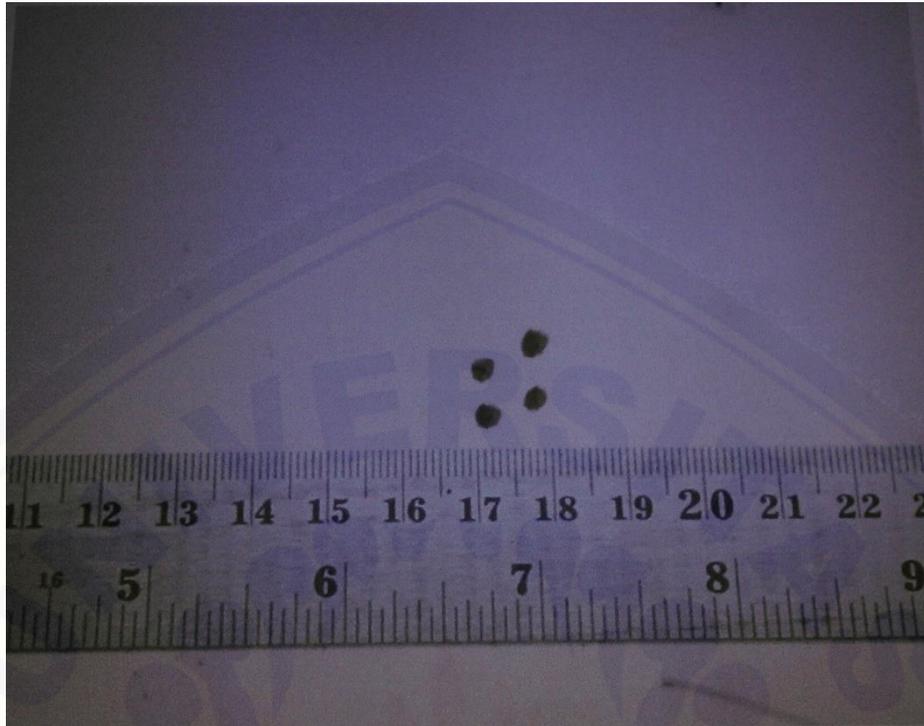
Umbi kentang pada perlakuan Hyponex Merah 0,003 ppm



Umbi kentang pada perlakuan Super Vit 0,002 ppm



Umbi kentang pada perlakuan Baypolan 0,009 ppm



Umbi kentang pada perlakuan Growmore 0,006 ppm