



**PENGARUH PUPUK DAUN SILIKA DAN CEKAMAN NaCl TERHADAP  
PERTUMBUHAN, PRODUKSI, DAN KUALITAS TOMAT (*Lycopersicum  
esculentum* Mill) PADA MEDIA HIDROPONIK SUBSTRAT**

**TESIS**

**Oleh:**

**Distiana Wulanjari  
NIM 141520101008**

**JURUSAN AGRONOMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PENGARUH PUPUK DAUN SILIKA DAN CEKAMAN NaCl TERHADAP  
PERTUMBUHAN, PRODUKSI, DAN KUALITAS TOMAT (*Lycopersicum  
esculentum* Mill) PADA MEDIA HIDROPONIK SUBSTRAT**

**TESIS**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Magister Pertanian (S2)  
pada Program Studi Magister Agronomi  
Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Oleh:**

**Distiana Wulanjari  
NIM 141520101008**

**JURUSAN AGRONOMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan untuk:

1. Suami tercinta Ro'sil Qohhar Leogimah Wakhada, terimakasih atas dukungan, semangat, do'a, ketelatenan, kesabaran dan kasih sayangnya dalam membimbingku selama menuntut ilmu hingga pengerjaan tugas akhir.
2. Ayahanda Gathot Susilo dan Ibunda Sumiati, terima kasih atas do'a yang mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, dukungan, kegigihan, kesabaran, pengorbanan, dan curahan kasih sayang yang diberikan selama ini.
3. Ayahanda Mahrus Syamsul dan Ibunda Lilik Sugiarti, terima kasih atas do'a yang mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, dukungan, kegigihan, kesabaran, pengorbanan, dan curahan kasih sayang yang diberikan selama ini.
4. Kakakku tercinta Wahyu Ari Nurdiana, Ilman Tafdhila, dan adikku tersayang Mufti Satriya Prambudi, Qouamunas Tsani Nuargimah, terima kasih atas semangat, dukungan, dan selalu menghiburku hingga saat ini.
5. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran.
6. Almamater Fakultas Pertanian-Universitas Jember.

## MOTO

Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). (terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-7) <sup>\*)</sup>

Kita adalah apa yang berulang-ulang kita lakukan. Karena itu, keunggulan bukanlah suatu tindakan yang sering kali kita lakukan, tapi kebiasaan. *Aristoteles*

Celakalah bagi orang-orang yang curang (dalam menakar dan menimbang).  
(terjemahan Surat *Al-Muthaffifin* ayat 1) <sup>\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Distiana Wulanjari

NIM : 141520101008

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: **“Pengaruh Pupuk Daun Silika dan Cekaman NaCl terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Kualitas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) pada Media Hidroponik Substrat”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Juni 2016

Yang menyatakan,

Distiana Wulanjari  
NIM 141520101008

**TESIS**

**PENGARUH PUPUK DAUN SILIKA DAN CEKAMAN NaCl TERHADAP  
PERTUMBUHAN, PRODUKSI, DAN KUALITAS TOMAT (*Lycopersicum  
esculentum* Mill) PADA MEDIA HIDROPONIK SUBSTRAT**

Oleh:

Distiana Wulanjari  
NIM 141520101008

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Sigit Soeparjono, MS.,Ph.D  
NIP 196005061987021001

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Rer.hort. Ir. Ketut Anom Wijaya  
NIP 195807171985031002

**PENGESAHAN**

Tesis berjudul “**Pengaruh Pupuk Daun Silika dan Cekaman NaCl terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Kualitas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) pada Media Hidroponik Substrat**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian-Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Kamis, 23 Juni 2016

tempat : Fakultas Pertanian-Universitas Jember

**Dosen Pembimbing Utama,**

**Ir. Sigit Soeparjono, MS.,Ph.D**  
**NIP 196005061987021001**

**Dosen Penguji Utama,**

**Tri Handoyo, S.P., M.Agr.,Ph.D**  
**NIP 197112021998021001**

**Dosen Pembimbing Anggota,**

**Dr. Rer. hort. Ir. Ketut Anom Wijaya**  
**NIP 195807171985031002**

**Dosen Penguji Anggota,**

**Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, MS**  
**NIP 196003171989032001**

**Mengesahkan,**

**Dekan**

**Dr. Ir. Jani Januar, MT**  
**NIP 195901021988031002**

## RINGKASAN

**Pengaruh Pupuk Daun Silika dan Cekaman NaCl terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Kualitas Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) pada Media Hidroponik Substrat;** Distiana Wulanjari, 141520101008; 2016: 32 halaman; Program Studi Magister Pertanian – Fakultas Pertanian – Universitas Jember.

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu buah yang sering dikonsumsi segar, karena banyak mengandung vitamin dan mineral. Tomat termasuk buah yang memiliki daya simpan rendah, oleh karena itu petani memanen tomat lebih awal. Pemanenan lebih awal bertujuan untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan fisik tomat agar dalam kondisi baik ketika sampai kepada konsumen. Pemanenan yang demikian menyebabkan kualitas buah tomat lebih rendah dari kualitas tomat yang di panen pada fase masak fisiologis optimal. Beberapa literatur menyatakan bahwa cekaman NaCl pada konsentrasi moderat dapat meningkatkan kualitas buah tomat (Rahmawati dkk, 2011; Siregar, 2010; Iglesias *et al*, 2015), namun memiliki dampak negatif berupa plasmolisis jika konsentrasi NaCl berlebih dalam tubuh tanaman. Penggunaan pupuk daun silika dapat meningkatkan kekerasan buah melalui pembentukan polimer silika pada dinding sel. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi perlakuan antara konsentrasi pupuk daun Si dan garam NaCl pada media hidroponik substrat yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat.

Percobaan dilaksanakan di green house Jurusan Agronomi – Fakultas Pertanian – Universitas Jember mulai bulan Nopember 2015 – April 2016. Analisis variabel kualitas buah tomat dilaksanakan di laboratorium Fakultas Pertanian, Fakultas Teknologi Hasil Pertanian, dan Laboratorium CDAST – Universitas Jember. Percobaan disusun menggunakan RAK Faktorial 4x4 dengan 3 ulangan terhadap 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi pupuk daun silika (S) sebanyak 4 taraf yaitu S1 (Si 0 mg L<sup>-1</sup>), S2 (Si 200 mg L<sup>-1</sup>), S3 (Si 400 mgL<sup>-1</sup>), S4 (Si 600 mg L<sup>-1</sup>). Faktor kedua adalah konsentrasi NaCl (N) sebanyak 4 taraf



N1 (NaCl 0 mg L<sup>-1</sup>), N2 (NaCl 50 mg L<sup>-1</sup>), N3 (NaCl 100 mg L<sup>-1</sup>), N4 (Konsentrasi NaCl 150 mg L<sup>-1</sup>). Data yang dihasilkan dianalisis keragamannya (ANOVA) dan dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT pada taraf signifikan 95% jika terdapat pengaruh yang berbeda antar perlakuan.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh berbeda sangat nyata terhadap variabel kekerasan buah, berbeda nyata terhadap persentase bunga jadi dan waktu simpan buah tomat akibat perlakuan pupuk daun silika dan cekaman NaCl. Pengaruh pupuk daun silika pada konsentrasi 600 mg L<sup>-1</sup> menghasilkan panjang akar hingga 37,16 cm. Variabel persentase bunga jadi tertinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan S1N4 (tanpa pupuk daun silika dan cekaman NaCl 150 mg L<sup>-1</sup>). Berat segar perbuah dipengaruhi oleh perlakuan tunggal pupuk daun silika konsentrasi 200 mg L<sup>-1</sup> dan konsentrasi NaCl 50 mg L<sup>-1</sup>. Variabel waktu simpan dan kekerasan buah tomat tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan S2N3 (pupuk daun silika 200 mg L<sup>-1</sup> dan cekaman NaCl 100 mg L<sup>-1</sup>), sedangkan kombinasi S3N3 (pupuk daun silika 200 mg L<sup>-1</sup> dan cekaman NaCl 100 mg L<sup>-1</sup>) menghasilkan total protein, total asam tertitrasi, dan kandungan vitamin C tertinggi pada buah tomat. Analisa regresi digunakan untuk mengetahui hubungan pupuk daun silika dan cekaman NaCl pada berbagai variabel. Semakin tinggi pupuk daun silika yang diaplikasikan akan meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kualitas buah tomat yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin tinggi cekaman NaCl akan menurunkan pertumbuhan, produksi, dan kualitas buah tomat.

Berdasar pada hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi pupuk daun silika dan cekaman NaCl berpengaruh terhadap variabel persentase bunga jadi, kekerasan buah pasca satu minggu penyimpanan, dan masa simpan buah. Kombinasi pupuk daun silika 200 mg L<sup>-1</sup> dan NaCl 100 mg L<sup>-1</sup> (S2N3) meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat.

## SUMMARY

**The Effect of Silica Foliar Fertilizer and NaCl Stress on Growth, Production, and Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in Hydroponic Substrate Media;** Distiana Wulanjari, 141520101008; 2016: 32 Pages; Departement of Agronomi – Magister Agronomy Study Program – Faculty of Agriculture – Jember University.

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) is a kind of fruit that consume freshly, because it was contains vitamins and minerals. Tomato had the short shelf life, so it harvested earlier by the farmer. The early harvested to increasing the shelf life period and physical maintain of tomato in order to had good condition until delivered to consument. This harvested caused the lower quality of tomato than harvested in the optimal physiologically stage. Some literature explain that NaCl treatment in moderate concentration could increase tomato quality (Rahmawati dkk, 2011; Siregar, 2010; Iglesias *et al*, 2015), but it had negative effect like plasmolysis on excessive concentration in plant. Application of silica foliar fertilizer increasing fruits firmness through silica polymer formation in the cell wall. The aim of this research was to find combination of treatment between silica foliar fertilizer concentration and NaCl stress concentration in hydroponic substrate media that affected on growth, production, and quality of tomato.

This experiment conducted in green house of Agronomy Departement – Agriculture Faculty – University of Jember since Nopember 2015 – Mei 2016. Quality analyze of fruits conducted in laboratory of Agriculture Faculty, Agricultural Product Technology Faculty, and CDAST laboratory – University of Jember. The experiment arranged by factorial RAK 4 x 4 with 3 replication between two factors. The first factor was silica foliar fertilizer concentration consist of 4 levels, S1 (Si 0 mg L<sup>-1</sup>), S2 (Si 200 mg L<sup>-1</sup>), S3 (Si 400 mgL<sup>-1</sup>), S4 (Si 600 mg L<sup>-1</sup>). The second factor was NaCl stress concentration consist of 4 levels, N1 (NaCl 0 mg L<sup>-1</sup>), N2 (NaCl 50 mg L<sup>-1</sup>), N3 (NaCl 100 mg L<sup>-1</sup>), N4

(Konsentrasi NaCl 150 mg L<sup>-1</sup>). The collected data was analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), then followed by DMRT of 95 % significant level for the treatment mean test.

The result of this experiment explain that there was highly significant effect in fruit firmness, significant effect in percentage of flower into fruit and shelf life of tomato as the result of silica foliar fertilizer and NaCl stress treatment. The single effect of silica foliar fertilizer on 600 mg L<sup>-1</sup> concentration generated the root length reach 37,16 cm. The highest percentage of flower into fruits variable generated by S1N4 treatment combination (without silica foliar fertilizer and NaCl stress concentration 150 mg L<sup>-1</sup>). Fresh weight each fruit affected by single treatment silica foliar fertilizer on concentration 200 mg L<sup>-1</sup> and NaCl stress on concentration 50 mg L<sup>-1</sup>. The highest shelf life variable and tomato firmness generated on treatment combination S2N3 (silica foliar fertilizer concentration 200 mg L<sup>-1</sup> dan NaCl stress concentration 100 mg L<sup>-1</sup>), while S3N3 combination (silica foliar fertilizer concentration 400 mg L<sup>-1</sup> dan NaCl stress concentration 100 mg L<sup>-1</sup>) generated the highest protein total, total titratable acid, and vitamin C on tomato fruits. Regression analysis used to inform the relation between silica foliar fertilizer and NaCl stress treatment at any variable. The higher concentration of silica foliar fertilizer applied while increase the growth, production, and quality of tomatoes. The other wise the higher concentration of NaCl stress treatment will decrease the growth, production, and quality of tomatoes.

Based on the data analysis and discussion, it could conclude the silica foliar fertilizer and NaCl stress treatment affected in percentage flower into fruits, fruit firmness after one week shelf life, and shelf life. Overall the combination of silica foliar fertilizer and NaCl stress treatment S2N3 (silica foliar fertilizer concentration 200 mg L<sup>-1</sup> dan NaCl stress concentration 100 mg L<sup>-1</sup>) increase the growth, production, and quality of tomatoes.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengaruh Pupuk Daun Silika dan Cekaman NaCl terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Kualitas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) pada Media Hidroponik Substrat”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata dua (S2) pada Program Studi Magister Pertanian-Fakultas Pertanian-Universitas Jember.

Penulisan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Jani Januar, M.T., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, MS., selaku Ketua Program Studi Magister Pertanian, Dosen Penguji Anggota, dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Rer. Hort. Ir. Ketut Anom Wijaya selaku Dosen Pembimbing Anggota, dan Tri Handoyo, S.P., M.Agr., Ph.D selaku Dosen Penguji Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan tesis ini;
4. Suami Tercinta Ro'sil Qohhar Leogimah Wakhada, Ayahanda Gathot Susilo dan Ibunda Sumiati sekeluarga, Ayahanda Mahrus Syamsul dan Ibunda Lilik Sugiarti sekeluarga yang telah memberikan do'anya hingga terselesaikannya tesis ini;
5. Rekan seangkatan Master Agro 2014 yang telah berjuang bersama;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tesis ini. Penulis berharap, semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Jember, 23 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	x
PRAKATA .....	xii
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Tujuan .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Manfaat .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Deskripsi Tanaman Tomat .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Cekaman Garam NaCl .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Pupuk Daun Silika .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Hipotesis .....</b>	<b>9</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1. Tempat dan Waktu Percobaan .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Bahan dan Alat Percobaan .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3. Rancangan Percobaan .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4. Pelaksanaan Percobaan .....</b>	<b>11</b>

3.4.1. Tahap Pendahuluan.....	11
3.4.2. Tahap Aplikasi.....	12
3.4.3. Tahap Analisis Hasil Percobaan .....	13
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Hasil .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2. Pembahasan .....</b>	<b>16</b>
4.2.1. Pengaruh Pupuk Daun Silika terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill) .....	16
4.2.2. Pengaruh Pupuk Daun Silika terhadap Produksi Tanaman Tomat ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill).....	19
4.2.3. Pengaruh Pupuk Daun Silika terhadap Kualitas Buah Tomat ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill).....	25
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1. Kesimpulan.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2. Saran .....</b>	<b>33</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>34</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Rangkuman Nilai Kuadrat Tengah Variabel Pengamatan .....	14
4.2 Pengaruh Aplikasi Pupuk Daun Silika terhadap Panjang Akar dan Berat Segar Tanaman .....	17
4.3 Pengaruh Aplikasi Pupuk Daun Silika dan NaCl terhadap Persentase Bunga Jadi .....	20
4.4 Data Suhu Harian Awal Tanam, Fenomena Equinox, dan Tiga Hari Setelah Fenomena Equinox .....	21
4.5 Pengaruh Aplikasi Pupuk Daun Silika dan NaCl terhadap Berat Segar Perbuah .....	23
4.6 Pengaruh Aplikasi Pupuk Daun Silika dan NaCl terhadap Masa Simpan Buah .....	28
4.7 Pengaruh Aplikasi Pupuk Daun Silika dan Cekaman NaCl terhadap Kekerasan Buah .....	31

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Tanaman Tomat .....	4
4.1 Perbedaan Panjang Akar Akibat Perlakuan Pupuk Daun Silika .....	17
4.2 Hubungan Konsentrasi Pupuk Daun Silika dan Konsentrasi NaCl terhadap Berat Kering Tanaman .....	19
4.3 Hubungan Konsentrasi Pupuk Daun Silika dan Konsentrasi NaCl terhadap Berat Segar Buah Pertanaman .....	24
4.4 Kandungan Protein Buah Tomat Akibat Aplikasi Pupuk Daun Silika dan NaCl .....	25
4.5 Kandungan Total Asam Titrasi Akibat Aplikasi Pupuk Daun Silika dan NaCl .....	26
4.6 Kandungan Vitamin C Buah Tomat Akibat Aplikasi Pupuk Daun Silika dan NaCl .....	27
4.7 Hubungan Konsentrasi Pupuk Daun Silika dan NaCl terhadap Waktu Simpan Buah Tomat.....	30
4.8 Uji Kekerasan Buah Tomat pada Konsentrasi 200 mg L <sup>-1</sup> .....	31
4.9 Kepekatan Endapan Pupuk Daun Silika di Permukaan Daun .....	32
4.10 Kadar Air Buah Tomat Akibat Aplikasi Pupuk Daun Silika dan NaCl .....	32



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Denah Percobaan .....	38
Lampiran 2. Contoh Analisis Ragam Tinggi Tanaman (cm).....	39
Lampiran 3. Klasifikasi Warna yang Sudah Dimodifikasi untuk Tomat dari USDA 1975 (Cahyono, 1998) .....	40
Lampiran 4. Analisis Total Asam Tertitrasi Metode Titrasi NaOH .....	41
Lampiran 5. Analisis Vitamin C Metode Titrasi Kalium Iodida .....	42
Lampiran 6. Analisis Protein Total Metode Kjeldahl .....	44
Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan Percobaan.....	46

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu buah yang sering dikonsumsi segar, karena banyak mengandung vitamin dan mineral. Peningkatan penduduk menyebabkan kebutuhan tomat semakin meningkat, namun tidak diimbangi dengan peningkatan produksi. Produksi tomat mengalami fluktuasi pada lima tahun terakhir akibat penurunan luas lahan pertanaman tomat (BPS, 2014), disamping tomat masih cenderung dibudidayakan di dataran tinggi. Alternatif budidaya tomat pada media hidroponik dapat menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan produksi tomat di lahan sempit.

Tomat termasuk buah yang memiliki daya simpan rendah (mudah busuk) jika dipanen pada fase masak optimal (indeks kematangan 6), oleh karena itu petani memanen tomat sebelum masak optimal. Pemanenan lebih awal bertujuan untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan fisik tomat agar dalam kondisi baik ketika sampai kepada konsumen. Pemanenan yang demikian menyebabkan kualitas buah tomat lebih rendah dari kualitas tomat yang dipanen pada fase masak fisiologis optimal.

Dewasa ini berbagai lembaga dan perusahaan produk olahan tomat (seperti Jersey Fresh, USDA, dan Household Food) telah menetapkan standar kualitas tomat yang akan diproses secara komersil. Hasil studi literatur menyebutkan bahwa cekaman garam Natrium Klorida (NaCl) pada konsentrasi moderat dapat meningkatkan kualitas tomat yang dipanen sebelum masak optimal (Rahmawati, 2011; Siregar, 2010; Iglesias *et al*, 2015). Pada konsentrasi tertentu garam NaCl dapat menghasilkan konduktivitas larutan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman tomat, sehingga dapat meningkatkan kualitas buah tomat yang dihasilkan seperti total padatan terlarut, total asam tertitrasi, dan kandungan vitamin C.

Dampak negatif konsentrasi garam NaCl yang berlebih dalam tubuh tanaman menyebabkan kerusakan sel akibat perbedaan konsentrasi cairan didalam dan diluar sel (plasmolisis), sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman tomat. Rahmawati (2011) menjelaskan plasmolisis menyebabkan diameter buah

tomat yang dihasilkan lebih kecil. Penambahan pupuk daun silika (Si) dapat meningkatkan kekerasan buah melalui pembentukan membran silika selulosa pada dinding sel. Silika juga terdeposit pada lapisan atas dan bawah kutikula daun sehingga dapat mengontrol terjadinya transpirasi, maka tekanan turgor dalam sel tubuh tanaman lebih terjaga. Penambahan silika diharapkan dapat meningkatkan diameter buah, kekerasan buah, dan meningkatkan ketahanan tanaman (*plant defense*) terhadap penyakit layu bakteri akibat *Fusarium oxysporum*.

Varietas tymoti digunakan karena memiliki daerah adaptasi di dataran rendah (memungkinkan ditanam pada lahan tercekam NaCl / salin yang sebagian besar berada di dataran rendah), varietas baru yang belum banyak diketahui adaptabilitas terhadap cekaman garam, dan memiliki masa simpan buah lebih rendah dibandingkan varietas tomat lainnya seperti Warani, Ratna, Monica, Jelita, Zamrud, Tanyta, Opal, Servo dan lain sebagainya (Setiawati dkk, 2007).

### **1.2. Rumusan Masalah**

Peningkatan kualitas tomat menggunakan garam NaCl menghasilkan diameter buah tomat lebih kecil akibat terjadinya plasmolisis. Salah satu inovasi untuk menghindari terjadinya plasmolisis adalah aplikasi pupuk daun silika yang dapat meningkatkan kekerasan buah melalui pembentukan polimer silika pada dinding sel, namun belum diketahui konsentrasi optimal pupuk daun Si pada tomat untuk meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat yang tercekam NaCl. Sehingga perlu dicari konsentrasi optimal untuk meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat yang dipanen sebelum masak fisiologis optimal pada kondisi tercekam NaCl.

### **1.3. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi perlakuan antara konsentrasi pupuk daun Si dan garam NaCl pada media hidroponik substrat yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat.

### 1.1. Manfaat

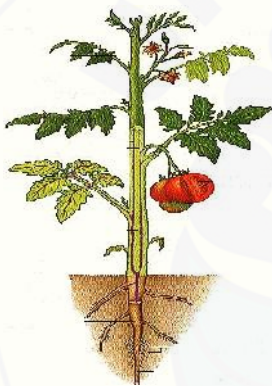
Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, diantaranya:

1. Mendapatkan anjuran inovasi budidaya tomat pada media yang tercekam NaCl untuk peningkatan kualitas tomat.
2. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai masukan dan pertimbangan paket teknologi budidaya tanaman tomat pada lahan salin untuk menghasilkan tomat yang dapat berproduksi dan memiliki kualitas tinggi.
3. Bagi peneliti, dapat meningkatkan keahlian dalam melakukan percobaan, menambah pengalaman dan pengetahuan yang telah diperoleh.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Tanaman Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang dibutuhkan dalam jumlah tinggi. Tomat termasuk famili *Solanaceae* yang berasal dari Amerika Tengah. Kandungan vitamin dan mineral pada tomat menurut Pusdatin (2014) dalam setiap 100 gram buah tomat mengandung 11 mg kalium, 6 mg besi, 27 mg vitamin C, 0,56 mg thiamine, 20 mg kalori, 1 g protein, 1000 UI vitamin A dan vitamin K, oleh karena itu tomat sangat dianjurkan untuk dikonsumsi. Secara botani susunan taksonomi tanaman tomat adalah sebagai berikut:



Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i> (berkeping dua)
Ordo	: <i>Solanales</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i> (suku terung-terungan)
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesies	: <i>Solanum lycopersicum</i> Mill

Gambar 2.1 Tanaman Tomat

Berdasarkan tipe pertumbuhannya tanaman tomat dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Tipe determinate : tanaman tomat yang pertumbuhannya diakhiri dengan tumbuhnya rangkaian bunga atau buah dan memiliki umur panen yang relatif pendek, contohnya varietas Tymoti dan Opal.
2. Tipe indeterminate : tanaman tomat yang pertumbuhannya tidak diakhiri dengan tumbuhnya bunga dan buah. Memiliki umur panen yang relatif lebih lama daripada tipe determinate. Contohnya varietas Warani.
3. Tipe semi determinate : tanaman tomat yang pertumbuhannya diakhiri dengan rangkaian bunga namun akhir pertumbuhan terjadi ketika tanaman telah *mature*. Tomat jenis ini merupakan hasil persilangan dari tomat determinate

dan indeterminate, sehingga memiliki umur panen yang lebih lama dari tipe determinate. Contohnya varietas servo.

Tomat termasuk buah yang memiliki daya simpan rendah sehingga mudah busuk, oleh karena itu tomat sering dipanen sebelum masak optimal. Proses pemanenan demikian menghasilkan tomat berkualitas rendah. Menurut Arias *et al* (2000) kualitas buah tomat bergantung pada beberapa faktor, diantaranya adalah kultivar, lingkungan tumbuh, dan fase kemasakan saat dipanen. Perbaikan kualitas tomat telah banyak diteliti menggunakan garam Natrium Klorida (NaCl). Tanaman tomat bersifat moderat sensitif terhadap salinitas dengan rentang toleransi  $1,3 \text{ dSm}^{-1} - 6 \text{ dSm}^{-1}$  (Cuartero dan Fernandez, 1999). Menurut Yien *et al* (2010) irigasi dengan konsentrasi garam moderat dapat meningkatkan mutu buah tomat. Hasil penelitian Iglesias *et al* (2015) menyebutkan kisaran daya hantar listrik (DHL) optimal kultivar tomat komersil antara  $1,5 \text{ dSm}^{-1} - 2,0 \text{ dSm}^{-1}$  dan maksimum DHL optimal tanaman tomat  $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ .

## 2.2 Cekaman Garam NaCl

Lingkungan tumbuh yang tidak sesuai dengan syarat tumbuh menyebabkan stress atau cekaman bagi tanaman. Cekaman kegaraman merupakan bentuk cekaman kelebihan garam pada media tanam. Beberapa mineral garam sangat diperlukan bagi pertumbuhan tanaman seperti Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan Natrium (Na). Tingginya kadar garam dalam suatu tanah dapat terjadi akibat tingginya masukan air yang mengandung garam, atau tanah yang mengalami tingkat evaporasi tinggi melebihi presipitasinya sehingga mineral-mineral garam terakumulasi di permukaan (Fitter dan Hay, 1991). Tanah-tanah yang demikian memiliki dominasi garam netral berupa Natrium Klorida (NaCl) (Tan, 1991).

Tanah-tanah yang memiliki kadar NaCl tinggi biasanya tidak produktif untuk pertanian (Siregar, 2010; Salisbury dan Ross, 1995) dan disebut tanah sodik (Tan, 1991). Kondisi garam tinggi dalam tanah menyebabkan tumbuhan menghadapi dua masalah yaitu kesulitan memperoleh air tanah yang memiliki potensial air negatif dan tingginya konsentrasi mineral garam seperti ion natrium, karbonat, dan klorida (Salisbury dan Ross, 1995). Konsentrasi garam tinggi yang

mudah larut dalam larutan tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menyebabkan terjadinya plasmolisis (Tan, 1991). Boudsocq dan Lauriere (2005) menjelaskan tingginya salinitas dalam tanah menyebabkan tanaman dehidrasi dan kekeringan. Pada kondisi demikian tanaman mengalami tekanan hiperosmotik yang diindikasikan dengan berkurangnya tekanan turgor dan hilangnya air dari jaringan tanaman.

Disamping memiliki dampak seperti terurai diatas, salinitas pada konsentrasi moderat dapat memperbaiki bagian fotosintesis dan meningkatkan total padatan terlarut pada buah melon dan tomat (Shannon, 1999). Aplikasi penambahan NaCl  $2 \text{ g l}^{-1}$  (setara 8,6 g per tanaman) menghasilkan berat kering dan kadar sari larut alkohol tertinggi pada interval penyiraman 2 hari sekali (Syakir dkk, 2008). NaCl menyebabkan peningkatan konsentrasi larutan tanah. Menurut Maathuis (2013) tanaman glikofit menyerap NaCl dengan bantuan oleh protein HKT dan masuk melalui xylem secara apoplast menuju jaringan fotosintesis.  $\text{Na}^+$  masuk kedalam sel tanaman dan mempengaruhi aktivitas enzim piruvat fosfat dikinase yang mengubah asam piruvat menjadi fosfoenol piruvat (Salisbury dan Ross, 1995). Pada jagung natrium juga mempengaruhi keseimbangan antara enzim *fosfoenol piruvat carboxylase* dan *ribulose bifosfat carboxilase* yang berperan dalam pembentukan asam piruvat pada proses respirasi di tahap glikolisis (Djukri, 2009). Beberapa fungsi  $\text{K}^+$  dapat digantikan oleh  $\text{Na}^+$  pada kondisi tercekam garam (Djukri, 2009). Ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ) diserap dalam tubuh tanaman dalam bentuk  $\text{Cl}^-$ . Ion  $\text{Cl}^-$  berfungsi sebagai pemicu oksidasi pada fotosistem II, mempengaruhi aktivitas pembukaan stomata (bersama dengan ion  $\text{K}^+$ ), serta meningkatkan pembelahan sel pada daun (Djukri, 2009). Peningkatan pembelahan sel pada daun akan meningkatkan indeks luas daun dan luasan area untuk memungkinkan terjadinya fotosintesis yang lebih banyak pula.

Konsentrasi garam yang tinggi di sitoplasma menyebabkan protein SOS (*Salt Over Sensitive*) meningkatkan aktivitas protein antiporter Na yang berperan menghambat penyerapan NaCl ke dalam sel. Selanjutnya protein CLB aktif dan menekan NaCl ke vakuola. Tingginya konsentrasi NaCl di dalam vakuola

menyebabkan tanaman mati. Adaptasi ketika konsentrasi NaCl yang berlebih dalam tubuh tanaman akan dikeluarkan melalui transpirasi dan menjadi gutasi.

### 2.3 Pupuk Daun Silika

Silika (Si) merupakan salah satu dari lima unsur yang dianggap benefisial bagi tanaman dan menjadi hara esensial pada beberapa tanaman (Potash and Phosphate Institute, 1995). Silika merupakan unsur kedua terbanyak setelah oksigen dengan persentase 27,7% (Yukamgo dan Yuwono, 2007; Anonim, 2010; Makarim dkk, 2007). Mineral silika bersifat inert (sangat tidak larut) sehingga fungsi unsur silika dalam berbagai proses biokimia dianggap tidak ada. Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007) silika dapat meningkatkan produksi tanaman karena silika dapat memperbaiki sifat fisik tanaman. Silika berperan dalam meningkatkan fotosintesis dan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik maupun abiotik (Anonim, 2010). Aplikasi silika secara foliar meningkatkan bukaan daun sehingga penerimaan cahaya lebih optimal (Sahebi *et al*, 2009). Menurut Makarim, dkk (2007) silika terdapat di dalam struktur dinding sel, yang berfungsi untuk memperkuat dinding sel hingga memperkuat jaringan (terutama jaringan epidermis dan jaringan pembuluh), mengurangi transpirasi sehingga turgor tanaman lebih terjaga, dan menghambat infeksi jamur.

Yukamgo dan Yuwono (2007) menjelaskan penambahan Si juga dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan sel. Aplikasi pupuk daun silika pada tanaman banyak digunakan untuk efisiensi pengangkutan silika. Tanaman menyerap pupuk daun silika dalam bentuk  $\text{Si(OH)}_4$  yang masuk melalui stomata, selanjutnya silika diangkut oleh xylem menuju sel korteks yang menyebabkan konsentrasi Si didalam tubuh tanaman tinggi. Si terpolimerisasi di dalam sel korteks sehingga terbentuk silika gel dan  $\text{SiO}_2$  yang tidak berberntuk (*amorf*). Si yang terbentuk selanjutnya terhidrolisis dari sel korteks dan diangkut oleh xylem menembus membran sel secara simplast dan ditranslokasikan ke sel – sel daun melalui transpirasi. Silika selanjutnya berintegrasi dengan selulosa di jaringan epidermis membentuk membran silika selulosa dan berasosiasi dengan Ca-pektat, sehingga terbentuk lapisan *double layer*. Terbentuknya double layer pada jaringan



epidermis daun dapat memperlambat kehilangan air dari tubuh tanaman melalui transpirasi, sehingga tekanan turgor di dalam tubuh tanaman dapat terjaga (Currie and Perry, 2007; Meena *et al*, 2014). Ma (2004) menjelaskan bahwa kehadiran Si pada tanaman yang tercekam dapat meningkatkan aktivitas antioksidan enzimatis *Superoxide Dismutase* (SOD) dan menekan *lipid peroxidase* yang dapat menghindarkan sel dari kerusakan, sehingga dapat meningkatkan struktur, integritas, dan fungsi plasma membran. Pada tanah penyerapan silika terjadi secara difusi maupun aliran massa dan masuk ke sel korteks melalui transpor radial.

Beberapa jenis tanaman dapat mengakumulasi silika pada jaringan tertentu. Famili *gramineae* mengakumulasi silika dalam bentuk silika gel ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) dalam daun dan batang, sehingga meningkatkan ketegakan daun untuk efisiensi fotosintesis dan memperkuat dinding batang tanaman (Djajadi, 2013). Peningkatan kandungan Si pada tanaman tebu dapat meningkatkan kekuatan mekanis jaringan dan menurunkan laju transpirasi (Yukamgo dan Yuwono, 2007). Menurut Djajadi (2013) silika dapat meningkatkan produksi tanaman melalui beberapa cara, yaitu:

1. Meningkatkan ketersediaan dan serapan unsur P.
2. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik.
3. Meningkatkan pertumbuhan batang dan daun.
4. Meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman.

Pada tanaman menurut Makarim, dkk (2007) pemberian silika pada stadia generatif berpengaruh sangat nyata untuk perpanjangan bakal bunga.

Silika juga berperan dalam ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan seperti kekeringan dan salinitas. Menurut Liang (2008) dalam Djajadi (2013) menjelaskan ada beberapa mekanisme silika untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, yaitu:

1. Memperkuat pertumbuhan tanaman melalui peningkatan fotosintesis dan aktivitas akar.
2. Meningkatkan tekanan osmosis melalui penurunan laju transpirasi.

3. Merangsang aktivitas dan sintesis antioksidan sebagai ketahanan dan mengurangi peroksidasi lemak.
4. Memperbaiki plasma membran sel.

Penambahan Si yang cukup dapat mengurangi kelayuan pada tanaman serealia akibat cekaman kekeringan. Hal ini disebabkan penurunan permeabilitas uap air dari dinding sel epidermal daun (Yukamgo dan Yuwono, 2007). Hasil penelitian Ashraf *et al* (2010) dalam Djajadi (2013) menyebutkan bahwa silika dapat berperan sebagai amelioran pada media hidroponik yang tercekam garam. Tanaman tebu yang ditanam pada media hidroponik dengan cekaman garam NaCl 100 mmol L<sup>-1</sup> ditambah larutan Si dan K sebanyak 2 mmol L<sup>-1</sup> menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dibanding dengan tanaman tebu yang tumbuh pada media tercekam garam tanpa Si dan K.

Dampak lain penambahan pupuk daun silika adalah meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (Tefagiorgis dan Laing, 2011). Kristal silika yang terakumulasi pada jaringan epidermis di sepanjang tubuh tanaman secara mekanis dapat menyebabkan aus pada mulut serangga penggerek dan menghalangi serangan hifa jamur penyebab karat, sehingga dapat meningkatkan ketahanan tanaman (Yukamgo dan Yuwono, 2007).

#### 2.4 Hipotesis

Berdasar pada kajian pustaka di atas, maka dapat dihipotesiskan bahwa terdapat pengaruh pupuk daun silika di setiap taraf garam NaCl pada media hidroponik substrat terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat. Sebaliknya, terdapat pengaruh garam NaCl di setiap taraf pupuk daun silika pada media hidroponik substrat yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat.

## BAB 3. METODOLOGI

### 3.1 Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan ini dilaksanakan di green house Jurusan Agronomi – Fakultas Pertanian – Universitas Jember mulai bulan Nopember 2015 – April 2016. Analisis variabel kualitas buah tomat dilaksanakan di laboratorium Fakultas Pertanian, Fakultas Teknologi Hasil Pertanian, dan Laboratorium CDAST – Universitas Jember.

### 3.2. Bahan dan Alat Percobaan

Percobaan ini menggunakan bahan seperti pasir, cocopeat, asam silisic ( $\text{Si(OH)}_4$ ), NaCl, bibit tomat varietas Tymoti dan larutan nutrisi hidroponik AB Mix. Alat yang digunakan diantaranya digital refractometer, set alat destruksi, destilasi, titrasi, penetrometer, jangka sorong dan moisture meter.

### 3.3. Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan rancangan percobaan faktorial dua faktor dengan pola dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama adalah konsentrasi pupuk daun silika (S) sebanyak 4 taraf yaitu S1 ( $\text{Si } 0 \text{ mg L}^{-1}$ ), S2 ( $\text{Si } 200 \text{ mg L}^{-1}$ ), S3 ( $\text{Si } 400 \text{ mg L}^{-1}$ ), S4 ( $\text{Si } 600 \text{ mg L}^{-1}$ ). Faktor kedua adalah konsentrasi NaCl (N) sebanyak 4 taraf N1 ( $\text{NaCl } 0 \text{ mg L}^{-1}$ ), N2 ( $\text{NaCl } 50 \text{ mg L}^{-1}$ ), N3 ( $\text{NaCl } 100 \text{ mg L}^{-1}$ ), N4 (Konsentrasi NaCl  $150 \text{ mg L}^{-1}$ ). Perlakuan pupuk daun silika diaplikasikan secara foliar dengan frekuensi 2 hari sekali dimulai pada 1 minggu setelah tanam hingga 10 hari sebelum dilakukan panen buah tomat ( $\pm 15$  kali aplikasi), sedangkan perlakuan cekaman garam NaCl diaplikasikan pada media dengan frekuensi 3 hari sekali dimulai pada 1 minggu setelah tanam hingga sebelum buah tomat pecah warna atau indeks warna 2 menurut USDA (1975) dalam Cahyono (1998) sehingga dapat dilakukan  $\pm 10$  kali aplikasi garam NaCl.

Model matematis dari rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_k + S_i + \delta_{ik} + N_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

dimana :

$Y_{ijk}$  = Nilai pengamatan pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor S dan taraf ke-j dari faktor N

$\mu$  = Nilai rata-rata yang sesungguhnya

$\rho_k$  = Pengaruh aditif dari kelompok/blok ke-k

$S_i$  = Pengaruh aditif dari taraf ke- i faktor S

$\delta_{ik}$  = Pengaruh galat yang muncul pada taraf ke-i dari faktor K dalam kelompok /blok ke-k

$N_j$  = Pengaruh aditif taraf ke- j faktor N

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Pengaruh interaksi taraf ke- i faktor S dan taraf ke-j faktor A

$\epsilon_{ijk}$  = Pengaruh galat pada kelompok/blok ke-k yang memperoleh taraf ke-i faktor S dan taraf ke-j faktor N.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan selanjutnya dilakukan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh antar kedua perlakuan maka akan dilanjutkan dengan uji jarak berganda (Uji Duncan) pada taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui kombinasi perlakuan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat. Apabila tidak terdapat pengaruh antar perlakuan, maka kesimpulan percobaan didasarkan pada hipotesis lain yang harus diuji menggunakan faktor tunggal.

### 3.4. Pelaksanaan Percobaan

#### 3.4.1. Tahap Pendahuluan

Media tanam hidroponik dengan komposisi pasir dan cocopeat bersifat masam, oleh karena itu sebelum digunakan media cocopeat diperlakukan melalui perendaman hingga memiliki pH netral. Larutan nutrisi, larutan garam NaCl, larutan silika dan media tanam yang akan digunakan di analisis terlebih dahulu daya hantar listriknya dan tingkat kemasamannya untuk menyesuaikan konsentrasi moderat sesuai dengan syarat tumbuh tanaman tomat (rentang 1,3 – 6,0 dSm<sup>-1</sup>).

### 3.4.2. Tahap Aplikasi

Tahap aplikasi ini merupakan pelaksanaan dari rancangan percobaan penambahan pupuk daun silika (S) dan garam NaCl (N). Media tanam yang digunakan adalah media hidroponik substrat, terdiri dari pasir dan cocopeat dengan perbandingan 1:2 dan dimasukkan kedalam pot percobaan sebanyak 7 kg tiap pot. Bibit tomat umur 3 minggu ditanam pada media hidroponik substrat. Selanjutnya melakukan pemupukan larutan nutrisi hidroponik AB Mix sesuai takaran anjuran ( $5 \text{ ml L}^{-1}$ ) pada minggu pertama setelah tanam. Minggu kedua setelah tanam dilakukan aplikasi perlakuan penambahan NaCl pada media dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan, sedangkan pupuk daun Si diaplikasikan secara foliar. Selanjutnya dilakukan pemeliharaan. Selama masa pemeliharaan dilakukan pengukuran terhadap nilai konduktivitas dan kemasaman media yang dianalisis setiap 7 hari sekali untuk mengetahui fluktuasi kandungan garam NaCl pada media dan pengukuran terhadap variabel pengamatan pertumbuhan dan produksi tanaman yang meliputi:

#### 1. Variabel pertumbuhan

VARIABEL	KETERANGAN
Jumlah daun (helai)	Dihitung jumlah daun yang telah berkembang penuh dan masih berwarna hijau.
Luas daun ( $\text{cm}^2$ )	Diukur menggunakan kertas milimeter blok di akhir masa panen.
Indeks luas daun	Dihitung dengan rumus = $\frac{\text{luas daun}}{\text{luas media tanam}} \times \text{fk.}$
Tinggi tanaman (cm)	Diukur dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi setiap 7 hari sekali.
Panjang akar (cm)	Diukur dari pangkal batang hingga ujung akar terpanjang.
Berat segar tanaman (gram)	Ditimbang setelah tanaman dan akar tanaman dibersihkan dari kotoran/sisa media yang menempel. Dilakukan setelah panen.
Berat kering tanaman (gram)	Ditimbang setelah tanaman dan akar tanaman dioven pada suhu $105^\circ\text{C}$ selama 4 jam.

## 2. Variabel Produksi

VARIABEL	KETERANGAN
Jumlah bunga	Dihitung berdasarkan banyaknya bunga yang terbentuk.
Persentase bunga jadi (%)	Dihitung dengan rumus = $\frac{\text{jumlah bunga jadi}}{\text{jumlah total bunga}} \times 100$ .
Jumlah buah per tanaman (buah)	Dihitung berdasarkan banyaknya buah yang terbentuk dalam satu tanaman.
Berat segar perbuah (gram)	Ditimbang setiap buah yang terbentuk dan di rata – rata.
Berat segar total buah per tanaman (gram)	Ditimbang semua buah yang terbentuk dalam satu tanaman.
Diameter buah (cm)	Diukur pada lebar buah (garis tengah) dimulai dari kulit terluar.

## 3.4.3. Tahap Analisa Hasil Percobaan

Tahap akhir percobaan ini adalah analisa hasil percobaan. Sekitar umur 50 HST hingga 75 HST, dilakukan panen tanaman tomat pada nilai indeks warna 2 menurut USDA (1975) secara bertahap. Selanjutnya dilakukan analisa kualitas hasil tanaman (buah) sebagai berikut:

VARIABEL	METODE
Total Padatan Terlarut (TSS)	Metode Digital Refractometer
Total Asam Tertitrasi (TAT)	Metode Titrasi NaOH
Vitamin C	Metode Titrasi Iodimetri (KI)
Kekerasan	Pnetrometer
Ketebalan daging buah	Jangka sorong (diukur pada 4 titik)
Kadar air	Metode Oven menggunakan Moisture Meter
Kandungan Protein Total	Metode Kjedahl
Masa Simpan Buah	Disimpan pada suhu ruang tanpa ada kendali atmosfer

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasar pada hasil analisis data dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi pupuk daun silika dan cekaman NaCl berpengaruh terhadap variabel persentase bunga jadi, kekerasan buah pasca satu minggu penyimpanan, dan lama simpan buah sampai nilai indeks warna 6. Kombinasi pupuk daun silika  $200 \text{ mg L}^{-1}$  dan NaCl  $100 \text{ mg L}^{-1}$  (S2N3) meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang telah didapatkan, maka dapat disarankan:

1. Diperlukan penelitian serupa dengan rentang konsentrasi pupuk daun silika lebih kecil untuk mendapatkan konsentrasi yang lebih tepat yang mempengaruhi pertumbuhan, produksi, dan kualitas tomat yang dicekam NaCl, serta mencari sumber silika lain yang relatif lebih murah dan mudah didapat.
2. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai dampak aplikasi pupuk daun silika dan cekaman NaCl terhadap hama dan penyakit tanaman, sehingga konsep peningkatan kualitas melalui cekaman NaCl dan aplikasi pupuk daun silika ini juga mampu menurunkan serangan hama maupun menyakit yang menyerang pertanaman tomat.
3. Cekaman NaCl untuk meningkatkan kualitas buah tomat tidak dianjurkan untuk diaplikasikan di lahan, karena dapat mengakibatkan peningkatan salinitas dan menjadikan lahan berstatus marginal.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, A., M. Afzal, A. U. H. Ahmad, dan M. Tahir. 2013. Effect of Foliar Application of Si on Yield and Quality of Rice. *Cercetary Agronomic* (XLVI) 3:21-28
- Anonim. 2010. Mengenal Silika sebagai Unsur Hara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanah* (32) 3:19-20
- Anthon, G. E., M. Lestrage, dan D. M. Barret. 2011. Changes in pH, Acids, Sugars, and Other Quality Parameters During Extended Vine Holding of Ripe Precessing Tomatoes. *Science Food Agriculture* (-) -:1-7
- Arias, R., T. C. Lee, D. Specca, dan H. Janes. 2000. Quality Comparison of Hydroponic Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) Ripened On and Off Vine. *Journal of Food Science* (65) 3: 545-548
- Arnanto, D., N. Basuki, dan Respatijarti. 2013. Uji Toleransi Salinitas terhadap Sepuluh Genotip F1 Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Produksi Tanaman* (1) 5:415-421
- Boudsocq, M dan C. Lauriere. 2005. Osmotic Signaling in Plants: Multiple Pathways Mediated by Emerging Kinase Families. *Plant Physiology* (38):-: 1185-1194
- BPS. 2014. Sub sektor Hortikultura (Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas). Kementerian Pertanian RI. [http://www.pertanian.go.id/ap\\_pages/mod/datahorti](http://www.pertanian.go.id/ap_pages/mod/datahorti) Diakses 29 Juli 2015
- Cahyono. B. 1998. *Tomat*. Yogyakarta: Kanisius
- Chookhampaeng, S., W. Pattanagul, dan P. Theerakulpisut. 2008. Effects of Salinity on Growth, Activity of Antioxidant Enzymes and Sucrose Content in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at the Reproductive Stage. *Science Asia* (34) 2008 :69-75
- Cuartero, J. R, dan M. Fernandez. 1999. Tomato and Salinity. *Scientia Horticulturae* (78):-: 83-125
- Currie, A. H and C. C. Perry. 2007. Silicon in Plant: Biological, Biochemical, and Chemical Studies. *Annals of Botany* (100):-:1383-1389
- Djajadi. 2013. Silika (Si): Unsur Hara Penting dan Menguntungkan bagi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Perspektif* (12) 1: 47-55
- Djukri. 2009. Cekaman Salinitas terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*. UNY. pp 49-55



- Fitter, A. H dan R. K. M. Hay. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: UGM Press
- Iglesias, M. J, G. Lopez, C. Lujan, L. Ortiz, M. Diaz, F. Toresano, dan F. Camacho. 2015. Differential Response to Environmental and Nutritional Factor of High-quality Tomato Varieties. *Food Chemistry* (176):-278-287
- Jones, L. H. P. 1978. Mineral Component of Plant Cell Walls. *The American Journal of Clinical Nutrition* (31):-S94-S98
- Lu, S., T. Li, dan J. Jiang. 2010. Effect of Salinity on Sucrose Metabolism during Tomato Fruit Development. *African Journal of Biotechnology* (9) 6:842-849
- Ma, J. F. 2004. Role of Silicon in Enhancing the Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses. *Soil Science and Plant Nutrition* (50)1:11-18
- Makarim, A. K., E. Suhartatik, dan A. Kartohardjono. 2007. Silikon Hara Penting pada Sistem Produksi Padi. *Iptek Tanaman Pangan* (2) 2:195-204
- Maathuis, F. J. M. 2013. Sodium in Plants: Perception, Signalling, and Regulation of Sodium Fluxes. *Experimental Botany* (-):1-10
- Meena, V.D., M. L. Dotaniya, V. Coumar, S. Rajendiran, Ajay, S. Kundu, dan A. S. Rao. 2014. A Case for Silicon Fertilizer to Improve Crop Yields in Tropical Soils. *Biology Science* (84)3:505-518
- Mozafariyan, M., K. Saghafi, A. E. Bayat, dan S. Bakhtiari. 2013. The Effects of Different Sodium Chloride Concentration on the Growth and Photosynthesis Parameters of Tomato (*Lycopersicum esculentum* cv. Foria). *Agri Crop Science* (6) 4:203-207
- Pangaribuan, D., dan H. Pujiwanto. 2008. Pemanfaatan Kompos Jerami untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Buah Tomat. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II* Universitas Lampung
- Pantastico, Er. B. 1997. *Fisiologi Pasca Panen*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Potash and Phosphate Institute. 1995. *International Soil Fertility Manual*. Potash and Phosphate Institute. 655 Engineering Drive Suite 110. Norcross, GA. 30092-2843
- Pusdatin. 2014. *Buletin Konsumsi Pangan Volume 5 No. 4*: Jakarta Selatan
- Rahmawati, H., E. Sulistyaningsih, dan E. T. S. Putra. 2011. Pengaruh Kadar NaCl terhadap Hasil dan Mutu Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Vegetalika* (1) 4:44-54
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid I*. Bandung: ITB

- Sahebi, M., M. M. Hanafi, A. S. N. Akmar, M. Y. Rafii, P. Azizi, F. F. Tengoua, J. N. M. Azwa, dan M. Shabanimofrad. 2015. Importance of Silicon and Mechanism of Biosilica Formation in Plants. *Biomed Reasearch* (2015) - :1-16
- Saito, T., C. Matsukura, Y. Ban, K. Shoji, M. Sugiyama, N. Fukuda, dan S. Nishimura. 2008. Salinity Stress Affects Assimilate Metabolism at the Gene-expression Level during Fruit Development and Improves Fruit Quality in Tomato. *Japan Soc. Hort. Science* (77) 1:61-68
- Setiawati, W., R. Murtiningsih, T. Handayani, dan G. A. Sopha. 2007. *Katalog Teknologi Inovatif Sayuran*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran
- Setyorini, D., D. Indradewa, dan E. Sulistyaningsih. 2009. Kualitas Buah Tomat pada Pertanaman dengan Mulsa Plastik Berbeda. *Hortikultura* (19) 4:407-412
- Shannon, M. C. 1999. Salinity and Horticulture. *The International Society for Horticultural Science* (78) -:1-4
- Shinozaki, K., dan K. Y. Shinozaki. 1997. Gene Expression and Signal Transduction in Eater Stress Response. *Plant Physiology* (1997) 115:327-334
- Shiyab, S. M., M. A. Shatnawi, R. A. Shibli, N.G. Alsmeirat, J. Ayad, dan M. W. Akash. 2013. Grow, Nutrient Acquisition, and Physiological Responses of Hydroponic Grown Tomato to Sodium Chloride Salt Induces Stress. *Plant Nutrition* (36)4:665-676
- Siregar, L. A. M., Rosmayati, dan Julita. 2010. Uji Beberapa Varietas Tomat (*Lycopersicum esculentum*) terhadap Salinitas. *Ilmu Pertanian Kultivar* (4) 2:1-8
- Syakir, M., N. Maslahah, dan M. Januwati. 2008. Pengaruh Salinitas terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees). *Buletin Littro* (XIX) 2:129 – 137
- Tan, K. H. 1991. *Dasar – dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Tesfagiorgis, H. B and M. D. Laing. 2011. Effect of Concentration, Frequency of Application, and Run Off of Foliar Applied Soluble Silicon on Powdery Mildew of Zucchini. *African Journal of Agricultural Research* (6) 10:2243-2248
- Yien, Y. G, Y. Kobayashi, A. Sanuki, S. Kondo, N. Fukuda, H. Ezura, S. Sugaya, dan C. Masukura. 2010. Salinity Induced Carbohydrate Accumulation and Sugar Regulated Starch Biosynthetic Genes in Tomato Fruits in An ABA-

and Osmotic Stress Independent Manner. *Experimental Botany* (61) 2:563-574

Yukamgo, E dan N. W. Yuwono. 2007. Peran Silikon Sebagai Unsur Bermanfaat pada Tanaman Tebu. *Ilmu Tanah dan Lingkungan* (7) 2:103-116



**Lampiran 1. Denah Percobaan**

<b>BLOK 1</b>	<b>BLOK 2</b>	<b>BLOK 3</b>
S1N1R1	S1N1R2	S1N1R3
S1N2R1	S1N2R2	S1N2R3
S1N3R1	S1N3R2	S1N3R3
S1N4R1	S1N4R2	S1N4R3
S2N1R1	S2N1R2	S2N1R3
S2N2R1	S2N2R2	S2N2R3
S2N3R1	S2N3R2	S2N3R3
S2N4R1	S2N4R2	S2N4R3
S3N1R1	S3N1R2	S3N1R3
S3N2R1	S3N2R2	S3N2R3
S3N3R1	S3N3R2	S3N3R3
S3N4R1	S3N4R2	S3N4R3
S4N1R1	S4N1R2	S4N1R3
S4N2R1	S4N2R2	S4N2R3
S4N3R1	S4N3R2	S4N3R3
S4N4R1	S4N4R2	S4N4R3

**Lampiran 2. Contoh Analisis Ragam Tinggi Tanaman (cm)**

## a. Data Tinggi Tanaman (cm)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	R1	R2	R3		
S1N1	77,00	79,40	71,50	227,90	75,97
S1N2	85,20	84,00	78,00	247,20	82,40
S1N3	96,50	83,20	73,70	253,40	84,47
S1N4	77,50	156,10	72,80	306,40	102,13
S2N1	82,60	86,00	82,90	251,50	83,83
S2N2	80,10	98,20	77,20	255,50	85,17
S2N3	75,70	61,40	84,00	221,10	73,70
S2N4	137,20	75,80	82,50	295,50	98,50
S3N1	86,00	175,70	77,20	338,90	112,97
S3N2	85,20	76,40	77,80	239,40	79,80
S3N3	69,70	140,80	81,50	292,00	97,33
S3N4	114,50	88,40	155,00	357,90	119,30
S4N1	76,70	140,00	82,90	299,60	99,87
S4N2	80,00	164,00	85,60	329,60	109,87
S4N3	118,30	148,40	73,30	340,00	113,33
S4N4	80,00	70,10	80,00	230,10	76,70
Total	1422,20	1727,90	1335,90	4486,00	1495,33
Rerata	88,89	107,99	83,49	280,38	93,46

## b. Analisis Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm)

SK	db	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Replikasi	2	5303,42	2651,71	3,44 *	3,32	5,39
Perlakuan	15	10192,93	679,53	0,88 ns	2,01	2,70
Silika (S)	3	2876,81	958,94	1,24 ns	2,92	4,51
NaCl (N)	3	616,38	205,46	0,27 ns	2,92	4,51
S x N	9	6699,74	744,42	0,97 ns	2,21	3,07
Galat	30	23109,11	770,30			
Total	47	38605,46				

sd 16,0

cv 2,9

Keterangan: ns : Berbeda tidak nyata  
 \* : Berbeda nyata  
 \*\* : Berbeda sangat nyata

**Lampiran 3. Klasifikasi Warna yang Sudah Dimodifikasi untuk Tomat dari  
USDA 1975 (Cahyono, 1998)**

Nilai Indeks Warna	Warna Kulit Buah	Deskripsi
1	Hijau masak ( <i>Mature green</i> )	Warna kulit buah hijau tua
2	Semburat/Pecah warna ( <i>Breaker</i> )	Kulit buah kelihatan sedikit warna kuning maksimum 10%
3	<i>Turning</i>	Kulit buah kelihatan ada sedikit warna kuning, merah jambu dan merah atau kombinasi dari ketiganya sebanyak 10 – 50% (hijau kemerahan)
4	Merah muda	50 – 60% warna kulit buah menjadi merah
5	Merah cerah	60 – 75% warna kulit buah menjadi merah
6	Merah penuh	75 – 100% warna kulit buah menjadi merah
7	Merah layu dan keriput	Keriput

**Lampiran 4. Analisis Total Asam Tertitrasi Metode Titrasi NaOH****Bahan:**

1. NaOH 0,1 N
2. Indikator pp
3. Aquadest

**Alat:**

1. Mortar dan stamper
2. Kertas saring
3. Erlenmayer 100 ml
4. Alat titrasi

**Cara Kerja:**

1. Menghaluskan sampel menggunakan mortar hingga homogen.
2. Menimbang sampel yang telah homogen sebanyak 5 g.
3. Melarutkan sampel dengan 50 ml aquadest, kemudian distirer hingga homogen.
4. Menyaring sampel menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dengan supernatan.
5. Memasukkan filtrat kedalam erlenmayer, kemudian menambahkan larutan indikator pp 2 – 3 tetes untuk mengetahui titik ekuivalen reaksi.
6. Melakukan titrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna pink yang bertahan selama 30 detik.
7. Mencatat jumlah NaOH yang digunakan untuk titrasi sampel.
8. Melakukan penghitungan:

$$\% \text{ TAT} = \frac{\text{volume NaOH} \times \text{normalitas NaOH}}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100$$

**Lampiran 5. Analisis Vitamin C Metode Titrasi Kalium Iodida****Bahan:**

4. Asam askorbat
5. KI (Kalium Iodida)
6. Iodine
7. Starch Soluble
8. Aquadest

**Alat:**

1. Alat titrasi
2. Erlenmayer
3. Gelas ukur
4. Mikro pipet

**Cara Kerja:****- Preparasi Sampel**

Menimbang 25 g sampel yang akan diukur, ditumbuk hingga halus menggunakan mortar, kemudian disentrifuse dan diukur volume supernatan (digunakan sebagai sampel yang akan diukur).

**- Pembuatan Standar Vitamin C**

Melarutkan 1 mg asam askorbat dalam 1 ml aquadest. Kosentrasi yang digunakan sebagai standar adalah 0, 10, 20, 30, 40.

Asam Askorbat	Volume Titrasi
0	0
10	1,2
20	1,5
30	2,1
40	2,4

Standar digunakan untuk menentukan persamaan  $y = 16,32x - 3,505$



- Pembuatan Iodine Solution

Menimbang 1 g Kalium Iodida dan 0,65 Iodine. Melarutkan kedalam 500 ml aquadest dan stirer hingga homogen. Memasukkan pada tabung titrasi dan naiikan larutan hingga batas 0 untuk memulai titrasi.

- Pembuatan Starch Soluble 0,5%

Menimbang 0,25 g tepung starch soluble, melarutkan pada 25 ml aquadest dan dipanaskan hingga larut.

- Pengukuran Kandungan Vitamin C

1. Mengambil 10 ml supernatan (sampel) lalu dituang pada erlenmayer ukuran 50 ml sebanyak 2 atau 3 ulangan.
2. Menambahkan 0,4 ml starch soluble 0,5 %.
3. Melakukan titrasi hingga terjadi perubahan warna menjadi kebiruan.
4. Mencatat larutan KI yang digunakan untuk titrasi.
5. Menghitung kandungan vitamin C buah menggunakan rumus persamaan  $y = 16,32x - 3,505$ .

**Lampiran 6. Analisis Protein Total Metode Kjeldahl****Bahan:**

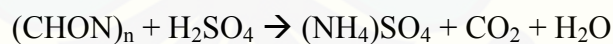
- |                                       |                 |                                   |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1. HCl 0,1 N                          | 4. Indikator PP | 7. Aquadest                       |
| 2. H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> 4%  | 5. Indikator mm | 8. CuSO <sub>4</sub>              |
| 3. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98% | 6. NaOH 50%     | 9. K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |

**Alat:**

- |   |                |
|---|----------------|
| 1. Alat destruksi, destilasi, dan titrasi | 4. Pipet tetes |
| 2. Erlenmayer                             | 5. Gelas ukur  |
| 3. Beaker glass                           | 6. Pipet volum |

**Cara Kerja:****- Destruksi**

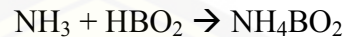
1. Menimbang sampel yang telah dihaluskan sebanyak 1 g dan memasukkan kedalam tabung destruksi.
2. Menimbang 0,009 g CuSO<sub>4</sub> dan 7,996 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai katalis. Menambahkan 0,8 g katalis pada masing – masing tabung destruksi.
3. Menambahkan 2,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%.
4. Melakukan pre heating pada suhu 70°C selama 5 menit, 240 °C selama 10 menit, dan suhu 370°C hingga larutan jernih. Reaksi yang terjadi:

**- Destilasi**

9. Menyalakan alat destilasi, saluran air, dan memastikan selang H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, dan NaOH telah terhubung sempurna.
10. Melakukan pre heating dan cleaning. Melakukan priming untuk mengecek bahwa selang telah berfungsi.
11. Menambahkan indikator pp pada tabung hasil destruksi, kemudian memasang pada alat destilasi.
12. Menambahkan indikator mm pada erlenmayer tempat menampung destilat.

13. Memilih menu method untuk mengukur jumlah  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{NaOH}$  yang diperlukan untuk destilasi, serta mengatur waktu destilasi pada destilator.

14. Menekan tombol start untuk memulai destilasi. Reaksi yang terjadi:



15. Destilasi selesai, destilat tertampung pada erlenmayer, dan mematikan alat.

- Titrasi

16. Melakukan titrasi menggunakan  $\text{HCl}$  0,1 N hingga destilat berwarna kuning keemasan.

17. Melakukan penghitungan:

$$\% \text{ N} = \frac{1,4 \times \text{Normalitas HCl} \times (\text{A} - \text{B}) \times \text{Faktor Konversi Sampel}}{\text{Berat Sampel}}$$

Keterangan:

1,4 = Berat N (secara analitik) ekuivalen untuk 1 ml  $\text{HCl}$  0,1 N

A = Jumlah  $\text{HCl}$  yang digunakan untuk titrasi sampel (ml)

B = Jumlah  $\text{HCl}$  yang digunakan untuk titrasi blanko (ml)

6,25 = Faktor konversi sampel tomat

**Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan Percobaan**



Pencucian media cocopeat menggunakan aquadest



Perkecambahan benih tomat varietas Tymoti umur 1 hari



Pembuatan media tanam (Campuran pasir dan cocopeat perbandingan 1:2)



*Transplanting* bibit tomat umur 21 hari



Aplikasi pupuk daun silika pada tomat umur 13 HST



Fase Inisiasi bunga (14 HST)



Pemeliharaan tanaman umur 30 HST



Fase Inisiasi buah (25 MST)



Contoh Buah terserang lalat buah



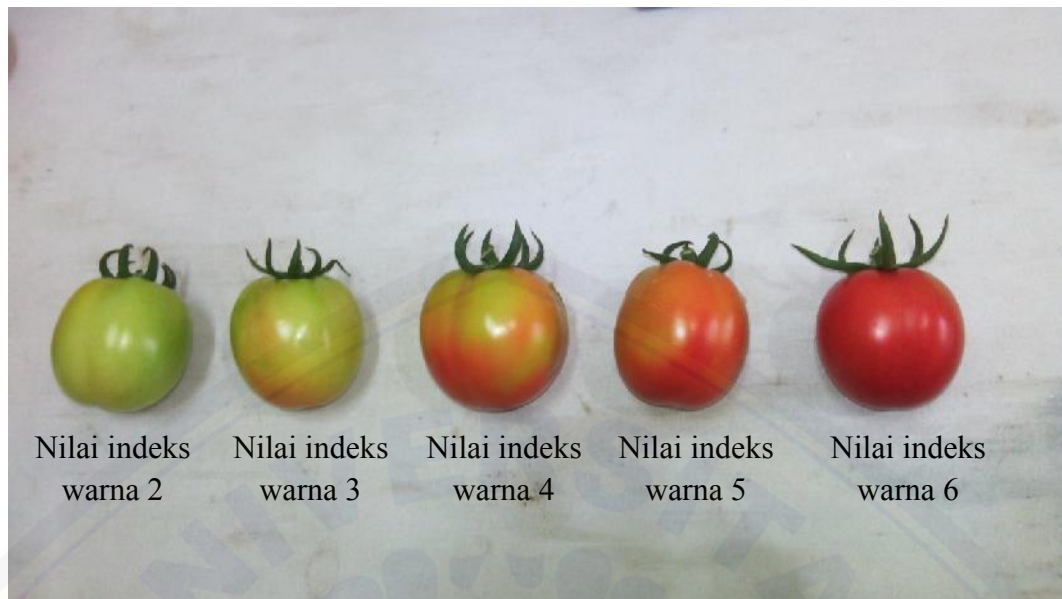
Tanaman tomat umur 50 HST



Panen buah tomat umur 69 HST



Pengukuran kadar air buah tomat menggunakan moisture meter

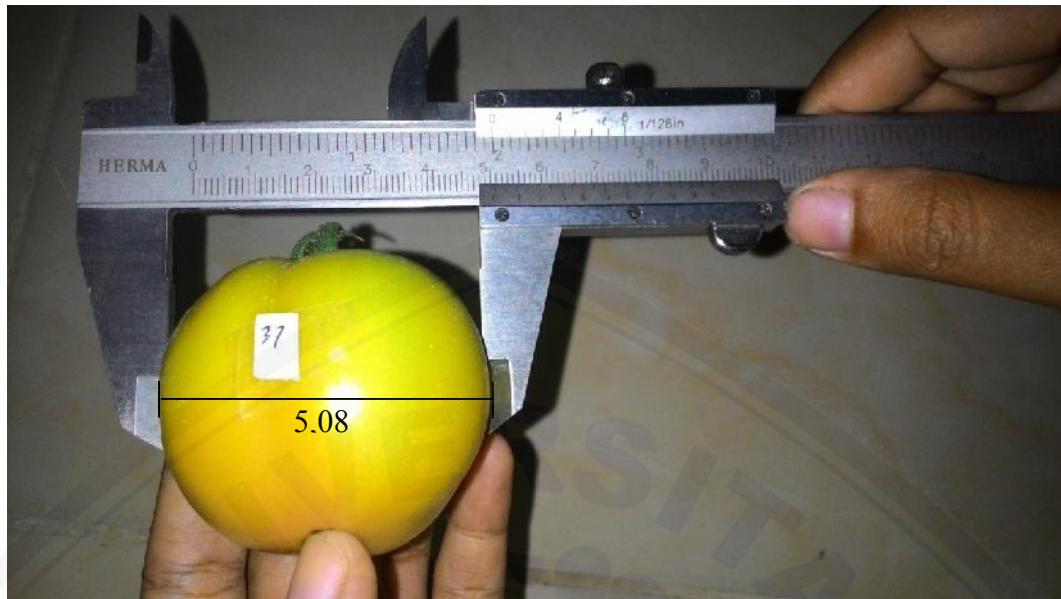


Berbagai fase kematangan buah tomat



Analisa total padatan terlarut menggunakan digital refractometer





Pengukuran diameter buah menggunakan jangka sorong pada 4 titik



Pengukuran kekerasan buah menggunakan penetrometer



Pengukuran Lama Simpan Buah sampai indeks nilai warna 6