



Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER

**PENGARUH PENGGUNAAN  $KMnO_4$  DAN JENIS PENGEMAS  
TERHADAP DAYA SIMPAN BUAH TOMAT**  
*(Lycopersicum esculentum Mill)*

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat dalam  
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu (S-1)  
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Oleh

**AGUS SATTRIYANTO**  
NIM. 001710101123

Handwritten notes and stamps:

- Top right:  $\int$
- Bottom right:  $\int$
- Bottom right: 637.642
- Bottom right: SAT
- Bottom right: P
- Bottom right: 170105
- Bottom right: self

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2004**

**DOSEN PEMBIMBING:**

**Ir. Hj. SITI HARTANTI, MS (DPU)**

**Ir. WIWIK SITI WINDRATI, MP (DPA I)**

**Ir. DJOKO PONTJO HARDANI (DPA II)**



HALAMAN PENGESAHAN

**DITERIMA OLEH:**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**SEBAGAI KARYA ILMIAH TERTULIS (SKRIPSI)**

---

Dipertanggungjawabkan pada:

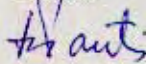
Hari : Kamis

Tanggal : 16 September 2004

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji:

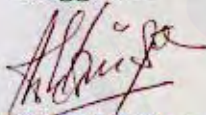
Ketua



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

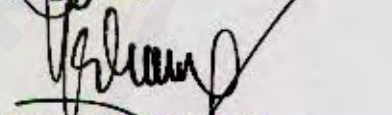
Anggota I



Ir. Wiwik Siti Windrati, MP

NIP. 130 787 732


Anggota II



Ir. Djoko Pontjo Hardani

NIP.130 516 244

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

*Motto*

*Dan berpeganglah kamu semuanya kepada tali (agama) Allah dan janganlah kamu bercerai berai dan ingatlah akan nikmat Allah kepadamu ketika kamu dahulu (masa jahiliyah) bermusuh-musuhan, maka Allah mempersatukan hatimu, lalu menjadilah kamu karena nikmat Allah orang-orang yang bersaudara, dan kamu telah berada ditepi jurang neraka, lalu Allah menyelamatkan kamu dari padanya. Demikian Allah menerangkan Ayat-ayatNya kepadamu, agar kamu mendapat petunjuk (QS. Ali 'Imran 103)*

*Sembahlah Allah dan janganlah kamu mempersatukanNya dengan sesuatupun. Dan berbuat baiklah kepada dua orang Ibu Bapa, karib-kerabat, anak-anak yatim, orang-orang miskin, tetangga yang dekat dan tetangga yang jauh, teman sejawat, ibnu sabil dan hamba sahayamu. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang sombong dan membanggakan diri (QS. Ann nisa' 36)*

*Dan diantara tanda-tanda kekuasaannya ialah menciptakan langit dan bumi dan berlainan bahasamu dan warna kulitmu. Sesungguhnya pada yang demikian terdapat tanda-tanda bagi orang yang mengetahui (QS. Ar ruum 22)*

*Ilmu pengetahuan itu cahaya yang memperkaya kehidupan kehidupan dan siapa saja boleh mencarinya (K, Ghibran)*

*Aku kini mengerti bahwa kekuatanku adalah hasil kelemahanku, kesuksesan adalah akibat kegagalanku berkaitan dengan keterbatasanku (Billy Joel)*



## *Kupersembahkan Karyaku ini Kepada:*

- ◆ *Kedua orang tuaku: Bapak Sugito dan Ibu Tumi Sulandari; Terima kasih atas kasih sayang yang telah tcurahkan denga tulus dan ikhlas, dukungan baik moral maupun material, petunjuk menuju jalan yang benar, pembelajaran tentang hidup, kehidupan dan bagaimana untuk itu, dan banyak hal yang sulit kudapatkan dari orang lain.*
- ◆ *Kakak dan adikku tersayang: mas Iwan Andrianto beserta istri, mas Luxi Hari Winanto "she H" dan dinda Dewi Kurnia Sari "Ninok"; dari kalian aku mendapat dorongan untuk terus maju dan berkembang dan karena kalian juga aku akan terus maju, aku banyak belajar dari kalian juga, dan masih banyak kata untuk kalian, mari kita bersama-sama maju dan berkembang.*
- ◆ *Dik Tri Komariani: yang telah memberikan kasih sayang, atas kebersamaan, petunjuk dan kesabarannya, semoga kita semua menjadi lebih baik (amin) dan entahlah masih banyak hal yang sulit kuungkapkan.*
- ◆ *Keluarga Subakjr Jember, yang telah memberi dorongan dan doa restunya.*
- ◆ *Almamaterku tercita.*



## Special Thanks to:

- × Windra "tawang alun" Afrianti beserta keluarga; terima kasih untuk doa restunya, kebersamaan, dorongan dan segalanya yang pernah terjadi, semoga kamu dapatkan apa yang kau cari, aku tak akan lupa akan tahu campur dan rujaknya.
- × Annisa "pak jendral" Solikha beserta keluarga, tawamu warnai kehidupan, aku tak akan lupa itu, semoga kamu dapatkan lelaki pujaanmu (selamat berjuang!).
- × Wassutur "gendhuk" Risqi beserta keluarga panti, Terima kasih atas segalanya, aku tak akan melupakan nasi timbel bikinan Ibu" yang datang hampir tiap minggu mensuplai anak kost, semoga kamu bisa jalin keluarga yang seperti kalian inginkan bersama yulianto.
- × Dian Andarini, terima kasih untuk kebersamaan kita selama ini dan tak lupa doa yang telah kau panjatkan, semoga kita semua dapat memperoleh kebahagiaan.
- × Yulianto "joko pagah", terima kasih untuk kebersamaan ini, tolong jaga genduk dan terima kasih untuk pepatah 'urusanmu karo keluargamu' nya.
- × Dedi "mogoroku" jusuf efendi terima kasih untuk kebersamaan, komik dan ngopi bersamanya.
- × Rahmad "somad bin indun" agung yang telah menjalin kebersamaan dan menemaniku dikost'an dan main kartu disaat susah tidur.
- × Reza "gendut" sofyan, terima kasih atas tawa canda kita bersama, jangan putus asa berjuang.
- × M. Chairul "aan" Anwar, terima kasih untuk kerja sama kita selama ini dan canda tawa kita.
- × Wina terima kasih untuk doa restunya, kebersamaan, segalanya yang pernah terjadi, semoga kamu dapatkan apa yang kau cari.
- × Adi purwanto; terimakasih untuk canda tawa serta keseriusannya.
- × Ashar "gundul kriting" Mansyuri; terima kasih atas kebersamaan kita selama ini.
- × Saiq "gopleng" Fahmi; terima kasih atas canda tawa, curhat, persahabatan kita yang terjalin semenjak kita SMA yang terus tersambung semoga kan abadi.
- × Lusi "monyet" Prihatini, Terima kasih atas gosip-gosipnya dan sok gaulnya, *cilik-cilik megeli!*



- x Heri "anak gunung" Siswanto; terima kasih untuk kebersamaan dan canda tawa, semoga kita dapat yang terbaik.
- x Erick Regen; terimakasih untuk kebersamaan, kerjasama, bukunya, dan segalanya yang tak mungkin kutulis semuanya.
- x Lukman, Yudo, Wiwid, Lilia, Kiki, Evi, Dani martin, Bahrul munir, Azizah, Gati, Heri, Tris, Ika, mbah maul, cahyono dan teman-teman THP dan TEP angkatan 2000 yang tak mungkin aku sebut satu-persatu; terimakasih untuk kebersamaan kita, kita sama-sama belajar dan berkembang, aku banyak tahu berbagai karakter dari kalian, sekali lagi terimakasih untuk segalanya, *Kowe kabeh koncoku sing aneh.*
- x Teknisi yang telah membantu saya belajar dan menyelesaikan apa yang harus kuselesaikan: Mbak Wim, mas Mistar, mbak Ketut, mbak Sari, mas dian, mutasor dan yang lainnya, terimakasih.
- x Orang-orang yang ada di akademik dan pengajaran: mbak anik, mbak Sri, mas Dwi, dan lainnya, terimakasih untuk bantuannya
- x Teman-teman penghuni kost "tape manis" kalimantan IV/86, Keluarga Supono, Memed, master, paklek, paidi, pak eko, kemal, edi', mas heri bandung, tiko, bank ucok, ismed, ipoenk, ferdi, somad, dedi, dani'kacong', rofik, Ari'twins', ivo, dhana, mas hari, adi; terima kasih atas kebersamaan kita selama ini dan turut membantu hilangkan jenuh dan stresku.
- x Penghuni Kost'an kalimantan IV/74, mba' nurul dan mas dwi'nya, mba' udah, mariyam, rosa'joko', nuri, ida, ari, yuli'nyong', didin, ulfa, mila, mufit, sus, lina, vivin, titus.
- x Mbak Mujaidah yang telah membantu mencari buah tomat yang sangat menentukan ini.
- x Teman-teman di FKMT: *jogo pasedulurane lan terus Ngraketake paseduluran.*
- x Sepeda Honda Astrea Star; yang telah mengantarku kesana kemari.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (skripsi) yang berjudul **Pengaruh penggunaan  $KMnO_4$  dan jenis pengemas terhadap daya simpan buah tomat (*Lycopersicum esculentum Mill* )**. Karya Ilmiah Tertulis ini merupakan syarat untuk menyelesaikan program strata satu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung atau tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember.
3. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU), Ibu Ir. Wiwik Siti Windrati, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota I (DPAI) dan Ir. Djoko Pontjo Hardani selaku Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II), atas bimbingan dan arahannya.
4. Ibu Ir. Wiwik Siti Windrati, MP selaku Dosen Wali.
5. Seluruh Teknisi Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Pengendalian Mutu Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
6. Staf pengajar dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat bagi kita semua.

Jember, September 2004

Penulis,



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN DOSEN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>RINGKASAN</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Tomat .....	4
2.1.1 Mengenal Tanaman Tomat .....	4
2.1.2 Manfaat dan Nilai Gizi Tomat .....	6
2.2 Fisiologi Pasca Panen .....	7
2.2.1 Metabolisme .....	7
2.2.2 Perubahan Kimia dan Fisik Pasca Panen Buah Tomat .....	9
2.3 Penanganan Pasca Panen .....	13
2.3.1 Pengaruh Etilen Terhadap Pematangan .....	13
2.3.2 Pengendalian Etilen .....	13



2.4 Pengemasan.....	15
2.4.1 Pengemas Plastik.....	16
2.4.2 Kotak Kayu (Triplek).....	17
2.4.3 Karton (Kardus).....	17
2.5 Hipotesa.....	18
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	19
3.1.1 Bahan.....	19
3.1.2 Alat.....	19
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2.1 Waktu Penelitian.....	19
3.2.2 Tempat Penelitian.....	19
3.3 Metodologi Penelitian.....	19
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.5 Parameter Pengamatan.....	22
3.5.1 Susut Berat.....	23
3.5.2 Warna.....	23
3.5.3 Tekstur.....	23
3.5.4 Kadar Air.....	23
3.5.5 Analisa Vitamin C.....	24
3.5.6 Gula Reduksi.....	24
3.5.7 Total Padatan Terlarut (%Brix).....	25
3.5.8 Total Asam.....	26
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Penelitian Tahap I.....	27
4.2 Penelitian Tahap II (Utama).....	27
4.1.2 Susut Berat.....	27
4.2.2 Warna.....	31



4.2.3 Tekstur.....	33
4.2.4 Kadar Air .....	37
4.2.5 Kadar Vitamin C .....	40
4.2.6 Gula Reduksi.....	42
4.2.7 Total Padatan Terlarut .....	46
4.2.8 Total Asam.....	48
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>55</b>

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Kandungan dan komposisi gizi buah tomat tiap 100 gram .....	7
2.	Data hasil penelitian pendahuluan .....	27
3.	Hasil sidik ragam susut berat .....	28
4.	Uji beda susut berat .....	30
5.	Hasil sidik ragam warna .....	31
6.	Uji beda warna .....	33
7.	Hasil sidik ragam tekstur .....	34
8.	Uji beda tekstur .....	36
9.	Hasil sidik ragam kadar air .....	37
10.	Uji beda kadar air .....	39
11.	Hasil sidik ragam kadar vitamin C .....	40
12.	Uji beda faktor tunggal A kadar vitamin C .....	42
13.	Uji beda faktor tunggal B kadar vitamin C .....	42
14.	Hasil sidik ragam kadar gula reduksi .....	43
15.	Uji beda kadar gula reduksi .....	45
16.	Hasil sidik total padatan terlarut .....	46
17.	Uji beda faktor tunggal A total padatan terlarut .....	48
18.	Uji beda faktor tunggal B total padatan terlarut .....	48
19.	Hasil sidik ragam total asam .....	49
20.	Uji beda total asam .....	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.	Diagram alir percobaan .....	22
2.	Histogram susut berat buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis pengemas.....	29
3.	Histogram warna buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis bahan pengemas.....	32
4.	Histogram tekstur buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis pengemas .....	35
5.	Histogram kadar air buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis bahan pengemas .....	38
6.	Histogram kadar vitamin C buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis bahan pengemas.....	41
7.	Histogram gula reduksi buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis bahan pengemas.....	44
8.	Histogram total padatan terlarut buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis bahan pengemas .....	47
9.	Histogram total asam buah tomat selama penyimpanan pada berbagai jenis bahan pengemas.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Susut berat .....	55
2.	Warna .....	57
3.	Tabel Dua Arah A dan B Warna .....	58
4.	Tekstur.....	59
5.	Kadar Air.....	60
6.	Kadar Gula Reduksi .....	61
7.	Total Padatan Terlarut.....	62
8.	Total Asam .....	63



Agus Satriyanto, NIM 001710101123, Pengaruh Penggunaan  $KMnO_4$  Dan Jenis Pengemas Terhadap Daya Simpan Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill), Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, universitas Jember, Dosen Pembimbing: Ir. Siti Hartanti, MS (DPU); Ir. Wiwik Siti Windrati, MP (DPA I); Ir. Djoko Pontjo Hardani (DPA II).

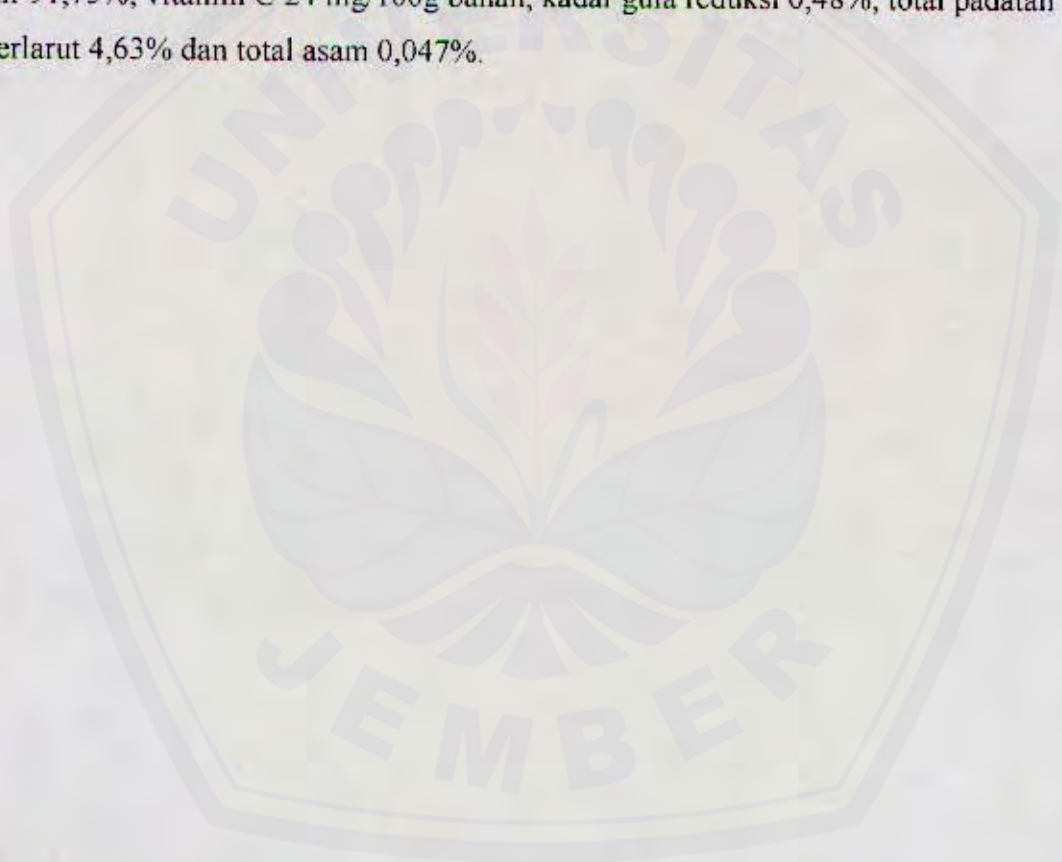
## RINGKASAN

Tomat merupakan hasil hortikultura yang dapat dimanfaatkan sebagai sayuran maupun buah-buahan dan banyak dikonsumsi dalam bentuk segar. Data statistik perdagangan Indonesia menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun produksi tomat terus meningkat, pada tahun 1990 produksi tomat sebesar 207.546 ton dan tahun 1991 produksi meningkat menjadi 235.285 ton memperlihatkan bahwa kebutuhan akan buah tomat yang terus meningkat, namun harga tomat fluktuatif terutama pada saat terjadi panen raya dan pengaruh musim. Kegagalan juga disebabkan kesalahan penanganan pasca panen, dengan tingkat kerusakan mencapai 50%. Kerusakan ini dapat terjadi sejak panen, penyimpanan dan sampai pada konsumen karena sifatnya yang mudah rusak baik adanya pengaruh fisik, mekanis maupun aktivitas fisiologis tomat itu sendiri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi  $KMnO_4$  terbaik untuk penyimpanan buah tomat, mengetahui pengaruh penggunaan  $KMnO_4$  dan jenis pengemas terhadap sifat fisiko kimia buah tomat selama penyimpanan dan mendapatkan penggunaan  $KMnO_4$  dan jenis pengemas yang paling tepat untuk meningkatkan daya simpan buah tomat.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) secara faktorial, dengan menggunakan 2 faktor, yaitu faktor A adalah jenis bahan pengemas (Tanpa pengemas, plastik, karton, kotak kayu) dan faktor B adalah lama penyimpanan (0, 7, 14 dan 21 hari). Parameter yang diamati adalah susut berat, kekerasan (tekstur), warna, kadar air, kadar vitamin C, kadar gula reduksi, total padatan terlarut, dan total asam. Data yang diperoleh di analisa secara statistik dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan digunakan uji Duncan.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  terbaik untuk penyimpanan buah tomat adalah 75%. Penggunaan  $\text{KMnO}_4$  terbaik dan jenis pengemas berpengaruh sangat nyata terhadap susut berat, warna, tekstur, kadar air, vitamin C, kadar gula reduksi dan total asam. Jenis berpengaruh berbeda nyata terhadap total padatan terlarut. Perlakuan paling tepat adalah penyimpanan menggunakan pengemas plastik disertai penambahan  $\text{KMnO}_4$  dengan konsentrasi 75% sampai pengamatan 21 hari dengan susut berat sebesar 8,8%, warna merah kekuningan (nilai a: 0,1933), tekstur yang cukup keras (13,55 mm/10 detik), kadar air 91,75%, vitamin C 24 mg/100g bahan, kadar gula reduksi 0,48%, total padatan terlarut 4,63% dan total asam 0,047%.







## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nilai komersial dari buah-buahan dan sayuran semakin meningkat dari tahun ke tahun, walaupun jumlah produksinya juga meningkat pesat. Hal ini terutama karena semakin disadari oleh manusia akan peranan buah-buahan dan sayuran sebagai kebutuhan sehari-hari yang bisa menyediakan kebutuhan akan varietas, rasa, minat dan tampilan estetika dan sebagai salah satu alternatif pemenuhan kebutuhan unsur-unsur gizi tertentu (Anonim, 2002).

Tomat merupakan hasil hortikultura yang dapat dimanfaatkan sebagai sayuran maupun buah-buahan dan banyak dikonsumsi dalam bentuk segar. Dari data statistik perdagangan Indonesia dari tahun ke tahun produksi tomat terus meningkat. Pada tahun 1990 produksi tomat sebesar 207.546 ton dengan luas areal tanam 40.306 ha dan pada tahun 1991 produksi meningkat menjadi 235.285 ton dengan luas areal tanam 43.436 ha ini memperlihatkan bahwa kebutuhan akan buah tomat yang terus meningkat. Selain karena konsumsi yang terus meningkat juga karena kemajuan dalam bidang pengolahan (Trisnawati dan Setiawan, 2002).

Harga tomat dapat naik turun secara drastis terutama pada saat terjadi panen raya dan pengaruh musim, budidaya tanaman tomat masih cukup menguntungkan, karena kebutuhan masyarakat tiap tahun terus meningkat. Pada umumnya petani mengalami kegagalan disebabkan karena tidak bisa memprediksi harga yang terjadi pada saat tanaman mulai panen dan salah dalam budidaya. Pada saat panen melimpah harga tomat turun drastis tetapi pada saat panen kurang harga tomat akan menurun drastis pula. Kegagalan juga disebabkan kesalahan penanganan pasca panen, dengan tingkat kerusakan mencapai 50%. Kerusakan ini dapat terjadi sejak panen, penyimpanan dan sampai pada konsumen karena sifatnya yang mudah rusak baik adanya pengaruh fisik, mekanis maupun aktivitas fisiologis tomat itu sendiri (Anonim, 2001).

Permasalahan tersebut dapat diatasi, salah satu cara adalah dengan cara memperpanjang umur simpan tomat. Tomat merupakan sayuran buah yang



bersifat klimaterik, sehingga dapat disimpan dalam keadaan buah belum masak penuh (berwarna kekuningan) (Imdad dan Nawangsih, 1999). Untuk mengatasi kerusakan yang terjadi pada buah-buahan dan sayuran dapat dilakukan dengan mengendalikan sifat fisiologisnya karena penyebab utama kerusakan adalah kandungan air cukup tinggi sehingga kerusakan terjadi karena peristiwa respirasi dan transpirasi, diiringi dengan penyebab yang mengikutinya, apabila disertai juga oleh kerusakan akibat mekanik atau fisis (Anonim, 2002).

Penelitian Qomarrudin (1994) pisang segar yang disimpan dalam kantong plastik diberi  $\text{KMnO}_4$  dapat dihambat kematangannya sampai 21 hari pada suhu ruang. Hasil penelitian Novijanto (1984) pepaya yang disimpan dalam plastik tertutup rapat diberi  $\text{KMnO}_4$  dapat dihambat kematangannya sampai 18 hari. Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian sebagai usaha untuk memperpanjang daya simpan buah tomat dengan penggunaan  $\text{KMnO}_4$  sebagai penghambat kerja etilen diaplikasikan dalam beberapa jenis bahan pengemas untuk menurunkan laju respirasi. Winarno (1993) menjelaskan bahwa cara Penyimpanan produk hortikultura segar dianggap berhasil bila mampu mereduksi laju proses pematangan, atau mencegah terjadinya pembusukan dan penyimpangan lain sehingga "kesegaran" dapat dipertahankan pada tingkat yang dapat diterima konsumen.

Pantastico (1993) menyatakan bahwa pengemasan buah-buahan dan sayuran segar berfungsi memperpanjang daya gunannya dan dalam keadaan tertentu memperbaiki mutunya, selain itu juga menghindarkan melimpahnya produk ke pasar, memberi kesempatan yang luas untuk buah-buahan dan sayuran sepanjang tahun, membantu pemasaran yang teratur dan mempertahankan produk yang masih hidup.

## 1.2 Permasalahan

Permasalahan yang mendasari dilakukannya penelitian ini adalah belum diketahui konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  paling tepat dan pengaruh jenis pengemas yang dikombinasikan dengan  $\text{KMnO}_4$  terbaik terhadap daya simpan buah tomat.



### 1.3 Tujuan Penelitian



Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  terbaik untuk penyimpanan buah tomat.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan jenis pengemas dan  $\text{KMnO}_4$  terhadap sifat fisiko kimia buah tomat selama penyimpanan.
3. Mendapatkan penggunaan jenis pengemas dan  $\text{KMnO}_4$  yang paling tepat untuk meningkatkan daya simpan buah tomat.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat khususnya pada petani tentang upaya untuk memperpanjang daya simpan buah tomat menggunakan bahan pengemas dan  $\text{KMnO}_4$ .
2. Meningkatkan nilai jual buah tomat.
3. Memberikan informasi kepada dunia pertanian sebagai salah satu inovasi baru dalam penanganan pasca panen buah tomat.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tomat

#### 2.1.1 Mengenal Tanaman Tomat

Sejarah pertomatan dimulai dari daratan Amerika latin, lebih tepatnya disekitar Peru, Equador. Dari daerah ini tanaman tomat mulai menyebar keseluruh bagian daerah tropis Amerika. Tidak lama kemudian orang Meksiko mulai membudidayakan tanaman ini (Trisnawati dan Setiawan, 2002). Tanaman tomat telah tersebar didaerah pegunungan Indonesia sejak tahun 1811. Daerah penanamannya mencapai 800 hektar yang tersebar di berbagai wilayah, terutama dataran tinggi (Istiyastuti dan Yanuharso, 1996).

Penggunaan tomat sebagai bahan baku makanan secara besar-besaran mulai dilakukan di Eropa, terutama dijadikan bumbu masak. Sampai sekarang, pendayagunaan tanaman tomat telah meluas, dijadikan bahan baku industri makanan dan minuman, pada mulanya tomat dikenal sebagai tanaman liar beracun yang tidak banyak manfaatnya (Rukmana, 1994).

Dalam ilmu botani atau tumbuh-tumbuhan, tanaman tomat diklasifikasikan sebagai berikut:

Devisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdevisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Sub kelas	: <i>Mettachlamidae</i>
Ordo	: <i>Tubiflorae</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Lycopersicum</i>
Spesies	: <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill (Rukmana, 1994).

Tomat termasuk tanaman setahun, berbentuk perdu atau semak dan termasuk tanaman berbunga. Bentuk daunnya bercerah menyirip tanpa daun penumpu. Bentuk buahnya bermacam-macam ada yang bulat, bulat pipih, dan seperti bola lampu. Akan tetapi semuanya berdaging, banyak mengandung air dan tersusun dalam tandan-tandan (Istiyastuti dan Yanuharso, 1996).



Menurut Cahyono (1998) organ penting tanaman tomat meliputi bagian akar, batang, daun, bunga dan buah. Tanaman tomat memiliki akar tunggang yang tumbuh menembus kedalam tanah dan akar serabut yang tumbuh menyebar kearah samping tetapi dangkal. Berdasar sifat perakaran ini, maka tanaman akan tumbuh baik ditanam pada tanah yang gembur dan porous.

Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat hingga bulat, berbatang lunak tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus dan diantara bulu-bulu tersebut terdapat rambut kelenjar. Batang tanaman berwarna hijau, pada ruas-ruas batang mengalami penebalan, dan pada ruas bagian bawah tumbuh akar-akar pendek. Daun tanaman tomat berbentuk oval, bagian tepi daun bergerigi dan membentuk celah-celah yang menyirip serta agak melengkung ke dalam. Daun berwarna hijau dan merupakan daun majemuk ganjil yang berjumlah sekitar 5 sampai 7. Ukuran daun sekitar (15 cm – 30 cm) X (10 cm – 25 cm) dengan panjang tangkai 3 – 6 cm.

Bunga tanaman tomat berukuran kecil, berdiameter sekitar 2 cm dan berwarna kuning cerah. Kelopak bunga yang berjumlah 5 buah dan berwarna hijau terdapat pada bagian bawah atau pangkal bunga. Mahkota bunga tomat berwarna kuning cerah, berjumlah sekitar 6 buah dan berukuran sekitar 1 cm. Bunga tanaman tomat merupakan bunga sempurna, karena benang sari atau tepung sari dan kepala benang sari atau kepala putik terletak pada bunga yang sama. Bunga tomat tumbuh dari batang (cabang) yang masih muda.

Buah tomat memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi, tergantung varietasnya. Buah tomat yang masih muda berwarna hijau-muda, bila telah matang warnanya menjadi merah. Buah tomat yang masih muda memiliki rasa getir dan aroma atau bau yang kurang enak, sebab masih mengandung zat *lycopersicin* yang berbentuk lendir. Bau tersebut akan hilang dengan sendirinya pada saat buah memasuki fase pematangan hingga matang. Rasanya juga akan berubah menjadi manis-manis agak asam yang menjadi ciri khas buah tomat.

Buah tomat banyak mengandung biji lunak berwarna putih kekuning-kungan yang tersusun berkelompok yang dibatasi oleh daging buah. Biji saling melekat karena adanya lendir pada ruang-ruang tempat biji tersusun. Daging buah



lunak agak keras, berwarna merah apabila buah telah matang, dan banyak mengandung air. Buah tomat juga memiliki kulit yang sangat tipis dan dapat dikelupas bila buahnya telah matang. Namun buah tomat tidak harus dikelupas kulitnya terlebih dahulu apabila hendak dimakan. Kulit buah tomat dapat langsung dimakan dengan daging buah dan biji yang terdapat didalamnya.

Pemanenan tomat tergantung pada tujuan penanaman dan waktu pengapalan. Biasanya dibedakan tiga tingkat kemasakan; hijau masak, merah jambu atau keadaan yang disebut tingkat pecah warna, dan tingkat matang merah. Buah sudah mencapai tingkat hijau masak bila warna gading telah tampak pada ujung buah. Apabila diiris melintang daging buah disekitar biji bersifat seperti gudir dan bijinya menyamping pada pengirisan. Buah untuk pengapalan ketempat yang jauh dipanen pada tingkat hijau masak. Buah tomat mencapai tingkat pecah warna kalau ujung buah mulai berwarna merah jambu atau merah. Buah masih tetap tegar pada tingkat pecah warna dan matang. Buah dalam keadaan demikian dipanen untuk pasaran dekat-dekat saja, untuk pengalengan (Pantastico, 1993).

### 2.1.2 Manfaat dan Nilai Gizi Tomat

Tomat sebagai salah satu komoditas pertanian sangat bermanfaat bagi tubuh karena mengandung vitamin dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan. Buah tomat mengandung zat pembangun jaringan tubuh manusia dan zat yang dapat meningkatkan energi untuk beraktivitas. Zat-zat tersebut adalah karbohidrat, protein, lemak dan kalori (Cahyono, 1998). Kandungan dan komposisi gizi buah tomat terdapat dalam **Tabel 1**.

Sebagai sumber vitamin, buah tomat sangat baik untuk mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit, seperti sariawan karena kekurangan vitamin C; xerophalmia pada mata akibat kekurangan vitamin A; beri-beri, radang syaraf, lemahnya otot-otot, dermatitis, bibir menjadi merah dan radang lidah akibat kekurangan vitamin B. Sebagai sumber mineral, buah tomat dapat bermanfaat untuk pembentukan tulang dan gizi (zat kapur dan fosfor), sedangkan zat besi (Fe) yang terkandung didalam buah tomat dapat berfungsi untuk pembentukan sel darah merah atau hemoglobin. Buah tomat juga mengandung serat yang berfungsi



memperlancar proses pencernaan makanan didalam perut, membantu memudahkan buang kotoran. Selain itu tomat mengandung zat *potasium* yang sangat bermanfaat untuk pemulihan gejala tekanan darah tinggi (Cahyono, 1998).

**Tabel 1.** Kandungan dan komposisi gizi buah tomat tiap 100 gram bahan.

Kandungan Gizi	Macam Tomat			
	Buah muda	Buah masak		Sari buah
		1)	2)	
Energi (kal)	23,00	20,00	19,00	15,00
Protein (gr)	2,00	1,00	1,00	1,00
Lemak (gr)	0,70	0,30	0,20	0,20
Karbohidrat (gr)	2,30	4,20	4,10	3,50
Serat (gr)	-	-	0,80	-
Abu (gr)	-	-	0,60	-
Calcium (mg)	5,00	5,00	18,00	7,00
Fosfor (mg)	27,00	27,00	18,00	15,00
Zat besi (mg)	0,50	0,50	0,80	0,40
Natrium (mg)	-	-	4,00	-
Kalium (mg)	-	-	266,00	-
Vitamin A (SI)	320,00	1500,00	735,00	600,00
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	0,07	0,06	0,06	0,05
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	-	-	0,04	-
Niacin (mg)	-	-	0,60	-
Vitamin C (mg)	30,00	40,00	29,00	10,00
Air (gr)	93,00	94,00	-	94,00

Sumber: 1) Direktorat Gizi DepKes R.I (1981), 2) Food and Nutrition Research Centre – Hand Book No.1 Manila (1964) dalam Rukmana (1994).

## 2.2 Fisiologi Pasca panen

### 2.2.1 Metabolisme

Menurut Affandi (1984) buah dan sayur merupakan struktur hidup, oleh karena selalu mengalami perubahan kimia dan biokimiawi yang disebabkan oleh aktivitas metabolisme setelah dipisahkan dari tanaman. Jaringan buah-buahan dan sayuran tidak mendapatkan air, mineral dan lain-lain seperti halnya ketika masih berada di dalam tanaman. Fotosintesis tidak terjadi lagi, yang terjadi adalah transformasi metabolisme pada bahan organik yang telah ada. Proses metabolisme sesudah panen adalah respirasi yang meliputi perombakan substansi organik. Namun demikian tidak selalu aktivitas metabolisme ini bersifat katabolik



merugikan, melainkan juga bisa menguntungkan seperti sintesis pigmen, enzim dan lain-lain.

#### a. Respirasi

Respirasi merupakan perombakan bahan-bahan yang kompleks dalam sel (seperti pati, gula dan asam-asam organik) menjadi molekul yang lebih sederhana ( $\text{CO}_2$ , air, energi dan molekul baru lainnya yang bisa digunakan oleh sel dalam biosintesa). Respirasi buah dan sayur dapat sebagai indeks aktivitas fisiologis, yang berhubungan langsung dengan maturasi, *handling*, transpirasi dan penyimpanan. Respirasi buah dan sayur termasuk proses oksidasi enzimatis dari gula menjadi  $\text{CO}_2$ , air dan energi terkait. Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:



Sedangkan substrat yang lain seperti asam organik, lemak dan protein juga berperan penting selama proses respirasi. Produksi energi molekul oksidasi gula dikonversi menjadi energi ATP (*Adenosine triphosphate*) sebagai pembawa energi dalam reaksi selanjutnya (Anonim, 2002).

Pada umumnya bahan hasil pertanian setelah dipanen masih melakukan proses respirasi serta metabolisme lain sampai bahan tersebut menjadi rusak dan proses kehidupan berhenti (Syarief dan Irawati, 1989). Laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk daya simpan buah sesudah dipanen. Intensitas respirasi dianggap sebagai ukuran laju jalannya metabolisme dan oleh karena itu sering dianggap sebagai petunjuk mengenai daya simpan buah. Laju nrespirasi yang tinggi biasanya disertai oleh umur simpan yang pendek (Pantastico, 1993).

Berdasarkan respirasinya buah-buahan dibedakan menjadi dua kelompok yaitu klimaterik dan non klimaterik. Pada buah-buahan yang tergolong klimaterik, proses respirasi yang terjadi selama pematangan mempunyai pola yang sama yaitu mengalami peningkatan  $\text{CO}_2$  yang mendadak (Syarief dan Irawati, 1989). Menurut Anonim (2002) bersamaan dengan itu pula produksi etilen mencapai puncaknya sesudah  $\text{CO}_2$  maksimum. Namun saat terjadinya produksi maksimum  $\text{CO}_2$  dan etilen bervariasi setiap komoditi. Respirasi klimaterik dan masa *ripening*



bisa berlangsung pada saat buah masih dipohon atau setelah dipetik. Buah yang tergolong klimaterik antara lain: pisang, pepaya, tomat, mangga dan apel.

Buah-buahan yang tergolong non klimaterik seperti semangka, ketimun, anggur, limun, jeruk, nenas dan arbei, setelah dipanen proses respirasi  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan tidak terus meningkat, tetapi langsung turun perlahan-lahan begitu juga dengan etilen yang dihasilkan akan konstan (Syarief dan Irawati, 1989). Tolak ukur lain yang penting untuk membedakan buah klimaterik dan non klimaterik adalah tanggapannya terhadap pemberian etilen ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ). Etilen yaitu suatu gas hidrokarbon yang secara alami dikeluarkan oleh buah-buahan, mempunyai pengaruh yang meningkatkan respirasi. Buah non klimaterik akan bereaksi terhadap pemberian etilen pada tingkat manapun pada kehidupan prapanen dan pasca panen. Sedangkan buah klimaterik hanya akan mengadakan reaksi respiratik bila etilen diberikan dalam tingkat praklimaterik, dan tidak peka lagi terhadap etilen setelah permulaan kenaikan klimaterik dilampaui (Pantastico, 1993).

#### **b. Transpirasi**

Transpirasi adalah penguapan air dari tanaman. Bagian tertentu dari dinding sel hanya terdiri dari material dinding primer yang bentuknya bervariasi yang disebut noktah dan merupakan tempat peraluan benda sel ke sel atau saluran pertukaran (Fahn, dalam Zaman, 2003).

Tempat transpirasi pada tanaman adalah hipotoda, mulut daun dan kutikula. Diperkirakan bentuk dan struktur berbagai lapisan lilin alami merupakan faktor utama yang menentukan laju kehilangan air, makin rumit bentuknya dan semakin panjang semakin sukar jalan yang ditempuh oleh air yang berasal dari dalam, dan makin efektiflah daya kedap air buah. Berbagai komponen lilin, fraksi lilin yang lunaklah yang menentukan laju transpirasi (Pantastico, 1993).

#### **2.2.2 Perubahan Kimia dan Fisik Pasca Panen Buah Tomat**

Perubahan yang terjadi selama masa penyimpanan buah antara lain perubahan fisiko-kimia meliputi susut berat, kekerasan, total asam, kadar gula, kadar vitamin C, perubahan laju respirasi dan produksi etilen serta perubahan sensorik meliputi rasa, aroma, warna kulit, warna daging buah dan tekstur (Prasana, 2000).



### a. Perubahan Kimia

Karbohidrat pertama-tama akan terbentuk melalui proses fotosintesis, yang selanjutnya akan disimpan pada sel-sel penyimpanan dalam bentuk tepung. Zat tepung akan berubah menjadi Sukrosa dan gula-gula reduksi (glukosa, fruktosa) melalui proses metabolisme dengan bantuan enzim-enzim terutama sekali ketika hasil tanaman itu berada dalam penyimpanan (Kartasapoetra, 1994). Gula, baik yang bebas maupun terikat pada zat-zat lain merupakan komponen yang penting untuk mendapatkan flavor buah yang menyenangkan melalui perimbangan antara gula dan asam, warna yang menarik (sebagai derivat antosianin), dan tekstur yang utuh (bila serasi tergabung dengan polisakarida struktural) (Pantastico, 1993). Senyawa polimer lainnya adalah senyawa pektin dan hemiselulosa yang menyebabkan dinding sel menjadi kuat. Tingkat degradasi dari senyawa pektin mempunyai hubungan dengan tingkat pelunakan buah (Wills, *et al.*, 1981).

Kadar lemak pada hasil pertanian dapat dikatakan rendah, lemak ini mengalami perubahan setelah hasil tanaman diambil atau dipanen, antara lain yang umum berlangsung kenaikan kadar dari asam lemak yang tidak jenuh dan penurunan kadar dari asam lemak yang jenuh (Kartasapoetra, 1994). Kandungan lemak yang rendah pada buah-buahan dan sayur-sayuran mempunyai peranan penting dalam mempertahankan tekstur, rasa dan bau, zat warna, dan lain-lain. Pada buah tomat kandungan fosfolipida tampaknya meningkat pada fase permulaan pemasakan tetapi lambat laun berkurang pada fase perubahan warna dan selama penyimpanan (Pantastico, 1993).

Tentang protein yang terkandung dalam hasil tanaman, terjadinya perubahan-perubahan sejak masih berada pada tahapan klimaterik. Perubahan tersebut berupa kenaikan kadar protein dan kenaikan ini berlangsung terus bertambah sampai pada tahapan klimaterik. Sedangkan perubahan yang berupa penurunan kadar protein akan berlangsung sejak hasil tanaman diambil atau dipanen, penurunan kadar protein berlangsung secara lambat (Kartasapoetra, 1994).

Biasanya asam-asam organik menurun selama proses pematangan karena digunakan untuk respirasi. Asam-asam organik dapat dianggap sebagai sumber



cadangan energi dari buah-buahan, sehingga karenanya diharapkan menurun selama kegiatan metabolik yang lebih besar terjadi selama pematangan (Wills, *et al.*, 1981). Sehubungan dengan aktivitas enzim asam askorbat oksidase maka pada hasil tanaman setelah dipanen akan berlangsung penurunan kadar vitamin C-nya (Kartasapoetra, 1994).

Terdapatnya asam sitrat, asam malat dan asam suksinat pada jaringan tanaman sangat berpengaruh pada hasil tanaman. Total asam atau keasamannya diketahui akan semakin bertambah sampai saat-saat hasil tanaman itu diambil atau dipanen, akan tetapi setelah hasil tanaman itu dipanen dan dalam penyimpanan keasaman itu diketahui akan semakin menurun (Kartasapoetra, 1994). Menurut Pantastico (1993) bahwa asam malatlah yang hilang pertama-tama, disusul oleh asam sitrat yang memberi petunjuk adanya kemungkinan katabolisme sitrat melalui malat. Pada buah tomat jumlah sitrat dan malat kira-kira sebesar 60% dari jumlah asam keseluruhan, dan perbandingan antara asam malat dan asam sitrat berkurang pada pemasakan buah.

#### **b. Perubahan Fisik**

Perubahan kimia dan fisiologi pada buah-buahan erat sekali kaitannya dengan perubahan warna. Proses perubahan warna hasil tanaman merupakan proses yang berlangsung kearah masakny hasil tanaman tersebut, yang mana selama proses itu terjadi pembongkaran klorofil yang menimbulkan warna-warna lainnya yang menunjuk tingkat masakny hasil tanaman (buah), antara lain warna kuning, merah jambu, merah tua (Kartasapoetra, 1994). Menurut Wills, *et al.* (1981) faktor utama yang menyebabkan degradasi klorofil adalah perubahan pH (terutama disebabkan keluarnya asam-asam organik dari vakuola), sistem oksidasi, dan klorofilase.

Klorofil, terutama pada medium asam seperti yang terdapat dalam buah tomat yang sedang masak, dapat pula kehilangan  $Mg^{++}$  yang ada dipusat gugus porfirinnya dan berubah menjadi feofitin, barulah akan terjadi perubahan warna, tetapi bukan hilangnya warna. Senyawa yang dilepaskan pada pemecahan klorofil dapat digunakan sebagai sintesis karotenoid. Namun jumlah karotenoid yang terbentuk jauh lebih besar dibandingkan dengan klorofil yang dibongkar



untuk dapat digunakan kembali dalam proses pembentukan karotenoid (Pantastico, 1993).

Aktifnya zat-zat pektin terutama dalam dinding sel dan lamela tengah berfungsi sebagai bahan perekat. Zat-zat ini merupakan derivat asam poligalakturonat dan terdapat dalam bentuk protopektin, asam-asam pektinat, pektin, dan asam-asam pektat. Jumlah zat-zat pektat bertambah selama perkembangan buah. Pada waktu buah menjadi matang kandungan pektat dan pektinat yang larut meningkat, sedangkan jumlah zat-zat pektat seluruhnya menurun (Pantastico, 1993). Menurut Kartasapoetra (1994) aktifnya enzim-enzim pektin metilsterase dan poligalakturonase selama pemasakan pada hasil tanaman (buah) menyebabkan terjadinya pemecahan atau kerusakan pektin menjadi senyawa lain, pemecahan atau kerusakan tersebut menyebabkan perubahan tekstur hasil tanaman, biasanya hasil tanaman (buah) yang tadinya keras akan berubah menjadi lunak. Perubahan tekstur akan berlangsung lebih cepat ketika hasil tanaman berada dalam penyimpanan.

Aroma mempunyai peranan penting dalam menentukan tingkat kematangan buah-buahan. Hal ini disebabkan karena sintesa senyawa-senyawa organik yang bersifat *volatil* selama fase pematangan (Wills, *et al.*, 1981). Pada setiap hasil tanaman kalau kita cium terdapat bau yang khas. Bau ini tersebar dari zat bau (*flavor*), yang pengaruhnya sangat kuat pada rasa. Namun demikian, kalau dalam penanganan atau pengelolaan hasil tanaman kurang baik terutama ketika hasil tanaman itu dalam penyimpanan, maka bau yang tadinya enak akan berubah menjadi bau yang tidak enak karena terjadi perombakan. Perubahan bau itu antara lain disebabkan oleh:

- adanya penurunan keasaman yang diimbangi dengan kenaikan kadar gula, dengan demikian terdapatnya rasio antara gula asam:
- terjadinya reaksi senyawa-senyawa yang tergolong pada golongan flavanol (tanin komponen phenol); serta timbulnya asam galat;
- adanya kontaminasi bau dari bahan-bahan lain selama transportasi (Kartasapoetra, 1994).



## 2.3 Penanganan Pasca Panen

### 2.3.1 Pengaruh Etilen Terhadap Pematangan

Proses menjadi masak dan menjadi tuanya hasil tanaman banyak dihubungkan dengan terjadinya perubahan-perubahan pada zat-zat tertentu dan sifat fisik hasil tanaman, banyak pula yang menghubungkannya dengan etilen. Etilen adalah senyawa kimia yang mudah menguap, yang dihasilkan selama proses pemasakan hasil tanaman (terutama pada sayur dan buah). Produk etilen erat hubungannya dengan aktivitas respirasi, karena itu apabila produksi etilen banyak maka biasanya aktivitas respirasinya meningkat ditandai dengan meningkatnya penyerapan  $O_2$  oleh tanaman dan berpengaruh terhadap kemasakan dan ketuaan buah (Kartasapoetra, 1994).

Buah-buah yang menunjukkan peningkatan kegiatan respirasi yang tajam dan segera setelah dipanen disebut dengan buah klimaterik, sedangkan buah yang tidak menunjukkan peningkatan kegiatan respirasi secara cepat digolongkan sebagai buah non klimaterik. Pada umumnya buah klimaterik dipanen sebelum permulaan klimaterik dan disimpan pada kondisi terkendali untuk menekan proses pematangan. Apabila tiba saat dipasarkan atau diolah pematangan dapat diimbas, dengan demikian kerusakan dapat dikurangi, apabila pemetikan dilakukan pada saat buah sudah matang terjadi proses perusakan selama penyimpanan. Buah non klimaterik seperti jeruk atau arbei biasanya dibiarkan matang di pohon sebelum dipanen (Harris dan Karmas, 1989).

### 2.3.2 Pengendalian Etilen

Penyimpanan bertujuan untuk mencapai umur simpan semaksimal mungkin. Penyimpanan yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu untuk mengendalikan laju respirasi dan transpirasi dengan kombinasi perlakuan seperti pemberian selaput lilin, pengendalian udara dengan cara menurunkan konsentrasi  $O_2$  dan meningkatkan konsentrasi  $CO_2$ , dan zat-zat penghambat kematangan untuk memperpanjang umur simpan seperti enzim giberelin.

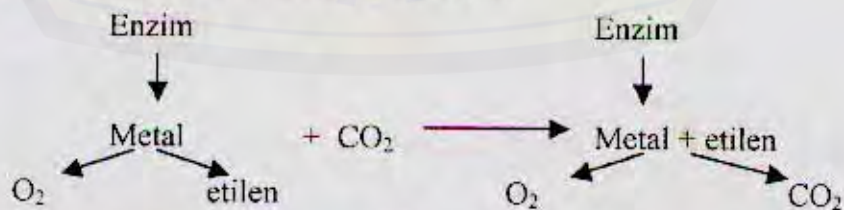
$KMnO_4$  dapat digunakan untuk menyerap etilen ( $C_2H_4$ ) dan diperkirakan bahwa dengan pengemasan  $KMnO_4$  bersama-sama dengan buah, umur simpan dapat bertambah 2 minggu (Pantastico, 1993). Menurut Wills, *et al.* (1981)



$\text{KMnO}_4$  adalah senyawa yang bersifat *non volatile*, sejumlah  $\text{KMnO}_4$  lebih lanjut dapat menghambat pematangan dengan menjaga kondisi etilen dalam konsentrasi rendah kemudian daya simpan dan siklus hidup lebih panjang. Penyimpanan pada plastik polietilen ditambah dengan  $\text{KMnO}_4$  juga memperlambat pematangan setandan pisang setelah panen. Teknik ini juga dapat digunakan dengan sukses untuk memperlambat pematangan setandan pisang selama pertumbuhannya. Teknik modifikasi atmosfer dan penyerap etilen dapat diaplikasikan untuk buah dan sayuran lain yang toleran terhadap variasi yang besar dari  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$ .

Buah pisang segar yang disimpan dalam plastik polietilen tertutup dan diberi  $\text{KMnO}_4$  mampu bertahan sampai 21 hari dengan keadaan masih bagus (belum mengalami perubahan warna, tekstur masih keras, kandungan gula reduksi rendah dan kadar air belum meningkat) (Qomarudin, 1994). Menurut Novijanto (1984) bahwa penggunaan pembungkus plastik dan  $\text{KMnO}_4$  dapat memperpanjang umur simpan buah pepaya menjadi 18 hari dengan makin kecilnya tingkat perubahan fisiko-kimia yang dialami dibandingkan dengan tanpa pembungkus dan  $\text{KMnO}_4$  yang hanya mampu bertahan selama 6 hari.

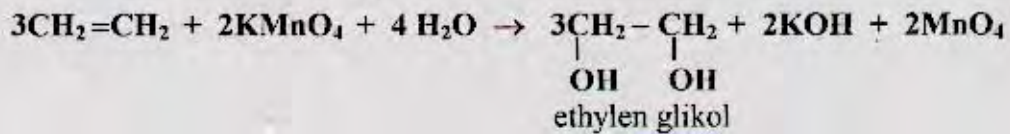
Buah yang disimpan dalam ruangan dengan komposisi udara diatur, dengan konsentrasi  $\text{CO}_2$  ditingkatkan dan konsentrasi  $\text{O}_2$  diturunkan akan berakibat terhambatnya proses pemasakan. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa etilen akan aktif berikatan secara kompleks dengan metalo enzim dan  $\text{O}_2$ . Namun jika konsentrasi  $\text{CO}_2$  ditingkatkan maka akan melebihi jumlah normal, kelebihan tersebut akan menggantikan kedudukan etilen sehingga etilen terlepas dan teroksidasi. Adapun reaksinya adalah sebagai berikut:



Etilen yang terlepas tersebut selanjutnya diikat oleh  $\text{KMnO}_4$ , dengan terserapnya etilen (yang diproduksi oleh buah) maka tingkat kematangan dapat dihambat (Winarno dan Aman dalam Qomarudin, 1981). Menurut Morris (1969)



mekanisme pengikatan etilen oleh  $\text{KMnO}_4$  sebagai oksidator dan terjadi reaksi adisi ikatan etilen. Reaksi pengikatan etilen adalah sebagai berikut:



## 2.4 Pengemasan

Pengemas adalah wadah atau media yang dipergunakan untuk membungkus bahan hasil pertanian sebelum bahan tersebut disimpan di dalam ruang penyimpanan. Pada umumnya kondisi bahan hasil pertanian akan terjaga dengan baik bila disimpan dalam keadaan dikemas (Imdad dan Nawangsih, 1999). Menurut Wills, *et al.* (1981) dua fungsi utama pengemasan produk-produk segar adalah : untuk mengumpulkan produk-produk dalam jumlah yang tepat dan dapat memelihara produk tersebut serta melindunginya selama pemasaran dan operasi penyimpanan.

Keuntungan-keuntungan penggunaan pengemasan adalah sebagai berikut:

- a. Merupakan unit penanganan yang efisien
- b. Merupakan unit penyimpanan yang mudah
- c. Melindungi mutu dan mengurangi pemborosan ;
  - Memberi perlindungan terhadap kerusakan mekanik
  - Memberi perlindungan terhadap kehilangan air
  - Memungkinkan penggunaan udara termodifikasi yang menguntungkan
  - Memberi barang yang bersih dan memenuhi persyaratan kesehatan
  - Dapat menghindarkan pencurian
- d. Memberikan pelayanan dan motivasi penjualan
- e. Mengurangi biaya pengangkutan dan pemasaran
- f. Memungkinkan penggunaan cara-cara pengangkutan

(Pantastico, 1993).

Menurut Supardi dan Sukanto (1999) faktor-faktor yang mempengaruhi daya awet bahan yang dikemas adalah:

- a. Sifat alamiah bahan dan mekanisme bahan tersebut mengalami kerusakan. Misal: kepekaannya terhadap RH dan  $\text{O}_2$ , kemungkinan terjadinya perubahan-perubahan fisiko-kimia dalam bahan.



- b. Ukuran dari bahan pengemas sehubungan dengan volumenya.
- c. Kondisi atmosfer (suhu dan kelembaban) kemasan, dibutuhkan untuk melindungi selama pengangkutan dan sebelum digunakan.

Ketahanan bahan pengemas secara keseluruhan terhadap air, gas dan bau.

Menurut Sutarya dkk (1995) jenis-jenis kemasan yang biasa digunakan untuk sayuran adalah peti (kayu, plastik), keranjang bambu, kardus, karung jala dan karung plastik. Prinsip pembuatan kemasan yang perlu diperhatikan adalah ekonomis, bahannya banyak tersedia, ringan, kuat, dapat melindungi komoditi, ada ventilasi, tidak menyerap bau dan mudah dibuang.

#### 2.4.1 Pengemas Plastik

Bahan kemasan plastik dibuat dan disusun melalui proses polimerisasi dengan menggunakan bahan mentah monomer, yang tersusun sambung-menyambung menjadi satu dalam bentuk polimer. Kemasan plastik mempunyai beberapa keunggulan karena sifatnya yang kuat tetapi ringan, *inert*, tidak karatan dan bersifat termoplastis serta dapat diberi warna. Kelemahan dari kemasan plastik adalah adanya zat-zat monomer dan molekul kecil lain dari plastik yang melakukan migrasi ke dalam bahan yang dikemas (Winarno, 1993).

Plastik terdiri dari polietilen, selofan, hidroklorida karet, dan polivinil klorida (PVC). Polietilen (kepadatan rendah) bersifat kedap air, tahan terhadap zat-zat kimia dan biasa digunakan untuk mengemas sayur-sayuran. Selofan bersifat tidak kedap air, biasanya dilapisi bahan lain untuk membuat menjadi kedap air. Hidroklorida karet bersifat tidak tembus udara, air, dan cairan. PVC bersifat mudah tembus  $O_2$  dan uap air. Permeabilitas plastik sangat dipengaruhi oleh tebal dan tipisnya plastik, plastik yang tebal merupakan penghalang gas yang lebih baik karena daya difusinya rendah (Pantastico, 1993).

Untuk menghindarkan kemungkinan kerusakan sebagai akibat akumulasi  $CO_2$  dan penyusutan  $O_2$  atau kemungkinan timbulnya bau dan rasa yang tidak dikehendaki, film-film harus dilubangi. Jika film-film tidak dilubangi dalam kemasan dapat terjadi pematangan buah atau penguningan buah-buahan dan sayur-sayuran yang terlalau awal. Melubangi kemasan kecil dengan 2 sampai 4 lubang berukuran  $1/4$  sampai  $1/8$  inchi dan lubang-lubang jarum yang banyak



akan memungkinkan masuknya  $O_2$  yang cukup dan menghindarkan kerusakan  $CO_2$  selama pemasaran pada suhu tinggi. Buah tomat dan persik yang sebagian telah matang dalam film-film yang tidak diberi ventilasi tidak dapat menjadi matang secara memuaskan akibat akumulasi dan buah-buah tersebut mengalami fermentasi atau seperti anggur (Pantastico, 1993). Plastik polietilen tidak berlubang dan asam gibberelik yang digunakan untuk membungkus buah tomat dapat menunda kemasakan sampai 20 hari, sedangkan tanpa perlakuan hanya mampu bertahan sampai 10 hari dan pada hari ke 12 telah mengalami kerusakan (Indah, 1988).

#### **2.4.2 Kotak Kayu (Triplek)**

Pengemasan ini berupa bangunan yang berbentuk persegi panjang terbuat dari kayu lempengan yang cukup tebal dan dilengkapi dengan pintu penutup, pada dasar kotak diberi penopang untuk menghindari kontak langsung antara dasar kotak dengan lantai. Fungsi kotak kayu adalah untuk menyimpan hasil pertanian kering dan konsumsi rumah tangga (Imdad dan Nawangsih, 1999). Wadah-wadah dari kayu merupakan wadah yang paling kuat dan kokoh, tetapi kekuatannya bergantung pada tebal bahan yang digunakan. Jenis wadah yang biasa digunakan meliputi: peti-peti dan krat-krat kayu yang dipaku, peti-peti dan krat-krat yang diikat dengan kawat, peti-peti triplek, keranjang-keranjang, peti-peti curah, peti palet, dan palet-palet kayu (Pantastico, 1993). Bahan pengepak yang baik untuk penyimpanan buah tomat adalah triplek dengan tingkat kerusakan sebesar 1,49% (Poernomo, 1985).

#### **2.4.3 Karton (Kardus)**

Karton mempunyai sifat elastis tinggi, dapat dicetak pada permukaannya, dapat digunakan secara maksimal, pemakainnya mudah dan dapat dilipat (Hudaya dan Daradjati dalam Poernomo, 1983). Menurut Pantastico (1993), Kardus-kardus papan serat (yang bergelombang) makin disukai baik untuk pengiriman hasil-hasil daerah tropika maupun daerah sub-tropika. Bobot yang ringan dan harga yang murah merupakan hal-hal yang sangat menguntungkan. Namun, kardus-kardus itu mempunyai kelemahan, yaitu bahwa beberapa jenis diantaranya menyerap lembab dan kehilangan kekuatannya, sehingga dengan demikian tinggi tumpukan di



daerah-daerah atau dalam ruang penyimpanan dengan RH tinggi harus dibatasi. Kekuatan kardus-kardus papan serat dapat ditingkatkan dengan material dasar yang lebih kuat, dengan sekat-sekat didalamnya, pelapis-pelapis tambahan, atau dengan menggunakan kardus-kardus teleskopik yang penuh yang mempunyai dua dinding luar. Kekuatan dan ketahanan terhadap lembab juga dibantu dengan pemberian lapisan resin dan lilin parafin. Kardus berlapis lilin yang terisi barang dapat didinginkan dengan air, diberi es dibagian atasnya, atau diberi es didalamnya. Menurut poernomo (1985) penggunaan karton sebagai bahan pengemas buah tomat dapat menurunkan kerusakan sampai 2,09%.

## 2.5 Hipotesa

Hipotesa penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Penggunaan  $\text{KMnO}_4$  dengan konsentrasi tertentu dan jenis pengemas berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia buah tomat selama penyimpanan.
2. Penggunaan  $\text{KMnO}_4$  dengan konsentrasi tertentu dan jenis pengemas dapat meningkatkan daya simpan buah tomat.



### III. METODE PENELITIAN



#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: buah tomat segar varietas Ratna, Iod, aquades, larutan amilum 1%,  $\text{KMnO}_4$ , batu bata, abu sekam, plastik, kotak kayu, karton, larutan glukosa standar, reagensia Nelson, reagensia arsenomolybdat, indikator PP,  $\text{NaOH}$  0,1N, air suling.

##### 3.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain: penetrometer, colour reader, oven, eksikator, botol timbang, labu ukur, kertas saring, alat penimbang, erlenmeyer, alat penghancur batu bata, pipet tetes, titer, tabung reaksi, stop watch, penangas, blender, spektrofotometer (Milton Roy, Spektronik 21D).

#### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

##### 3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  terbaik dilakukan pada bulan April-Mei 2004 dan penelitian inti dilakukan pada bulan Mei-Juni 2004.

##### 3.2.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

#### 3.3 Metode Penelitian

##### 3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan dua tahap, yaitu:

##### Penelitian Tahap 1

Tahap 1 dilakukan bertujuan untuk menentukan konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  terbaik dalam penyimpanan buah tomat yang akan digunakan untuk penelitian utama. Parameter yang digunakan dalam penentuan konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  yang terbaik



adalah tekstur dan kenampakan yang meliputi: warna, kemasakan dan kesegaran buah selama penyimpanan secara deskriptif.

#### Penelitian Tahap 2 (utama)

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan dan jenis bahan pengemas terhadap perubahan fisiko kimia buah tomat. Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian inti adalah rancangan acak kelompok (RAK) secara faktorial, dengan menggunakan 2 faktor, yaitu faktor A (jenis bahan pengemas +  $\text{KmnO}_4$ ) dan faktor B (lama penyimpanan) dan dilakukan 3 kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Menurut Garpersz (1994) model statistika untuk percobaan faktorial yang terdiri dari 2 faktor adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ij};$$

$$i = 1, \dots, a$$

$$j = 1, \dots, b$$

$$k = 1, \dots, r$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  : Nilai pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B)

$\mu$  : Nilai tengah populasi (rata-rata yang sesungguhnya)

$A_i$  : Pengaruh sebenarnya taraf ke-i dari faktor A

$B_j$  : Pengaruh sebenarnya ke-j dari faktor B

$AB_{ij}$  : Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

$\varepsilon_{ij}$  : Pengaruh galat percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

Kombinasi perlakuan adalah sebagai berikut :

Faktor A = Jenis pengemas +  $\text{KmnO}_4$

A0 = Tanpa pengemas dan tanpa  $\text{KmnO}_4$

A1 = Pengemas plastik +  $\text{KmnO}_4$

A2 = Pengemas karton +  $\text{KmnO}_4$

A3 = Pengemas kotak kayu +  $\text{KmnO}_4$



Faktor B = Lama penyimpanan

B0 = 0 hari

B1 = 7 hari

B2 = 14 hari

B3 = 21 hari

Kombinasi dari perlakuan tersebut adalah sebagai berikut :

A0B0	A0B1	A0B2	A0B3
A1B0	A1B1	A1B2	A1B3
A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
A3B0	A3B1	A3B2	A2B3

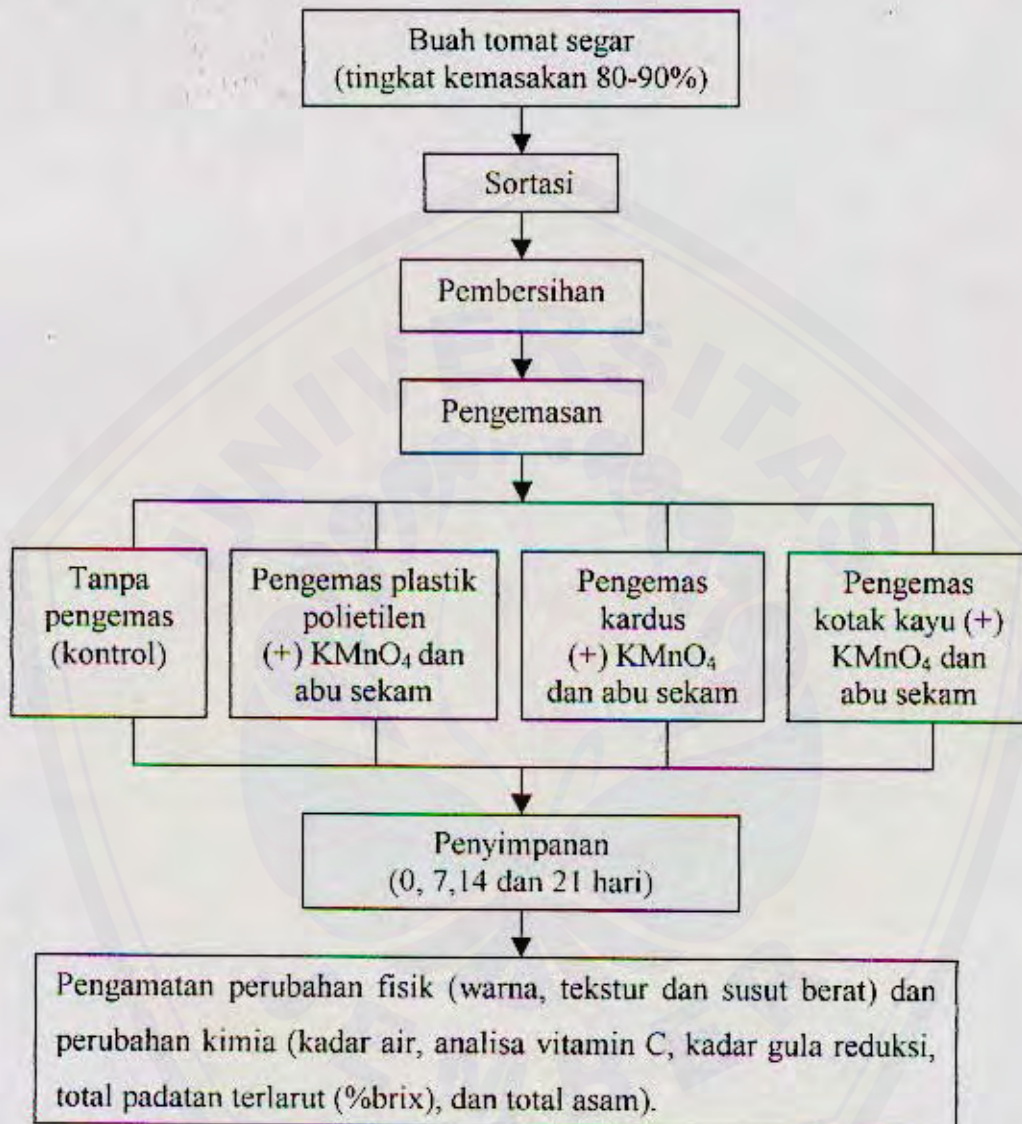
Dari kombinasi perlakuan yang ada diperoleh data yang kemudian dianalisa secara statistik, perlakuan yang menunjukkan Beda Nyata diuji dengan menggunakan uji DNMR (Uji Duncan).

### 3.4 Prosedur Penelitian

Buah tomat segar dengan tingkat kematangan 80-90% (warna hijau) yang diperoleh dari kebun disortasi dan dibersihkan, kemudian dimasukkan dalam pengemas yang terdiri dari plastik polietilen, kotak kayu (triplek), dan karton/kardus. Media penyerap  $\text{KMnO}_4$  yang digunakan adalah bubuk batu bata dengan tujuan untuk memperluas permukaan kontakannya lebih luas dan abu sekam sebagai penyerap air. Konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi terbaik yang diperoleh dari tahap pendahuluan. Konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  yang digunakan pada tahap pendahuluan adalah 25%, 50%, dan 75% dari berat bubuk batu bata. Serbuk batu bata yang digunakan adalah 1/1000 dari berat bahan (Anonim, 2001). Misal pada bahan seberat 1kg dengan konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  25% maka dalam bahan pengemas digunakan batu bata seberat 1gram dan 0,25 gram  $\text{KMnO}_4$ . Bubuk batu bata dan  $\text{KMnO}_4$  dibungkus dengan kertas saring dan dimasukkan dalam pengemas bersama-sama dengan bahan dan abu sekam. Pada waktu penyimpanan 0, 7, 14, 21 hari dilakukan pengamatan sifat fisik (warna, susut berat dan tekstur/kekerasan) dan sifat kimia (kadar air, analisa vitamin C,



gula reduksi, total padatan terlarut (%brix), dan total asam). Percobaan selengkapnya dapat dilihat dalam diagram alir pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram alir percobaan

### 3.5 Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap perubahan fisiko kimia selama penyimpanan yang meliputi: susut berat, kekerasan, warna, kadar air, kadar gula reduksi, Total padatan terlarut (%brix), kandungan vitamin C, dan total asam.



**a. Susut Berat**

Prosentase penurunan berat buah dapat dilakukan dengan penimbangan buah pada hari ke-0 dan pada hari pengamatan dengan menggunakan timbangan elektrik. Penghitungan susut berat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Susut berat (\%)} = \frac{H_0 - H_1}{H_0} \times 100\%$$

Keterangan :  $H_0$  = Berat awal bahan

$H_1$  = Berat saat pengamatan (Prasana dkk., 2000).

**b. Warna (Metode Colour Reader)**

Pengukuran warna dilakukan dengan cara menempelkan alat pada bahan, kemudian tombol ditekan untuk mendapatkan nilai dL, da dan db, pengukuran dapat dilakukan sebagai berikut:

$$L = 100 - dL$$

$$a^* = da$$

$$b^* = db$$

Parameter yang diamati:

$L^*$  = kecerahan warna,  $L^* = 0$ , gelap;  $L^* = 100$  cerah

$a^*$ ,  $b^*$  = warna, dimana,  $a^*(+)$  = merah,  $a^*(-)$  = hijau;  $b^*(+)$  = kuning,

$b^*(-)$  = biru (Subagio, dkk, 2002).

**c. Kekerasan atau Tekstur (Metode Penetrometer)**

Kekerasan diukur dengan menggunakan alat penetrometer (fruit hardness), pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali pada 5 tempat yang berbeda. Lama pengukuran 10 detik dan angka yang didapatkan dirata-rata. Kekerasan dinyatakan dalam satuan mm/10 detik. Bagian yang diukur kekerasannya adalah bagian kulit daging buah dengan 3 kali ulangan.

**d. Kadar Air (Metode Oven dalam Sudarmaji, 1997)**

Prosedur pelaksanaan adalah sebagai berikut:



- Bahan ditimbang sebanyak 3 gram dalam botol timbang yang sudah diketahui beratnya, misal a gram, berat botol (+) bahan b gram.
- Setelah itu dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105<sup>o</sup> C selama 3-5 jam.
- Dinginkan dalam eksikator dan ditimbang.
- Diulang hingga beratnya konstan c gram, pengurangan berat merupakan banyaknya air yang hilang.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

**e. Analisa Vitamin C (Metode Titrasi Iod dalam Sudarmaji, 1997)**

Penentuan kadar vitamin C dilakukan dengan menggunakan metode titrasi Iod (Sudarmaji, 1997). Sampel sebanyak 200 gram dihancurkan dengan blender sampai diperoleh slurry. 10 gram slurry dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, aquades ditambahkan sampai tanda batas, dikocok dan diambil filtratnya dengan cara dipisahkan menggunakan kertas saring. Filtrat sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambah larutan amilum 1% sebanyak 2 ml lalu dititrasi dengan larutan standar Iodium 0,01 N. Perubahan warna yang terjadi dan ml Iodium yang dibutuhkan untuk titrasi dicatat. Perhitungan kadar vitamin C adalah sebagai berikut:

$$\text{Vitamin C (mg/100gr bahan)} = \frac{\text{ml iod} \times 0.88 \times \text{FP}}{\text{Berat Sampel (gr)}}$$

**f. Kadar Gula Reduksi (Metode Nelson-Somogy dalam Sudarmaji, 1997)**

Penentuan kadar gula reduksi dengan Nelson-Somogyi (Sudarmaji, dkk., 1997) sebagai berikut:

**Penyiapan kurva standar**

- Membuat larutan glukosa standar (10 mg glukosa anhidrat/ 100 ml)
- Dari larutan glukosa standar dilakukan 6 pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi: 2,4,6,8 dan 10 mg/100 ml.



- Disiapkan 7 tabung reaksi bersih, masing-masing diisi dengan 1 ml larutan glukosa standar tersebut diatas. Satu tabung diisi 1 ml air suling sebagai blanko.
- Masing-masing tabung diatas ditambahkan 1 ml reagensia Nelson, dan semua tabung dipanaskan pada penangas air mendidih selama 20 menit.
- Tabung diambil dan didinginkan bersama-sama dalam gelas piala yang berisi air dingin sehingga suhu tabung mencapai 25°C.
- Kemudian ditambah dengan 1 ml reagensia Arsenomolybdat, gojog sampai semua endapan  $\text{Cu}_2\text{O}$  yang ada larut kembali.
- Setelah semua endapan  $\text{Cu}_2\text{O}$  larut sempurna, tambahkan 7 ml air suling, gojog sampai homogen.
- Menera *optical density* (OD) masing-masing larutan tersebut pada panjang gelombang 540 nm.
- Dibuat kurva standar yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi glukosa dan OD.

#### **Penentuan gula reduksi pada contoh**

- Disiapkan larutan contoh yang mempunyai kadar gula reduksi sekitar 2-8 mg/100 ml
- Dipipet 1 ml larutan contoh yang jernih kedalam tabung reaksi yang bersih.
- Ditambahkan 1 ml reagensia Nelson, dan selanjutnya diperlakukan seperti pada penyiapan kurva standar diatas.
- Jumlah gula reduksi ditentukan berdasarkan OD larutan contoh dan kurva standar larutan glukosa.

#### **g. Total Padatan Terlarut (Metode Hand Refraktometer)**

Total padatan terlarut diukur menggunakan *hand refraktometer* dengan cara sebagai berikut:

- 10 gram bahan dihancurkan dengan menggunakan blender.
- Diambil sedikit cairannya kemudian diteteskan pada *hand refraktometer* dan dilihat kadar gulanya yang dinyatakan dalam persen.
- Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dan hasilnya dirata-rata.



**h. Total asam (Metode Titrasi NaOH)**

Total asam dihitung dengan cara sebagai berikut:

- Sebanyak 100 gram buah yang sudah dihancurkan dimasukkan kedalam labu ukur 500 ml. Kemudian diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- Disaring menggunakan kapas.
- Diambil 50 ml filtrat yang diperoleh, lalu dimasukkan kedalam labu erlenmeyer.
- Ditetesi 0,3 ml (2-3 tetes) indikator phenolphthalein
- Kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1N sampai terjadi perubahan warna merah jambu.
- Total asam dihitung sebagai jumlah ml NaOH 0,1 N per 100 gram bahan.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  terbaik untuk penyimpanan buah tomat adalah 75%.
2. Penggunaan jenis pengemas dan  $\text{KMnO}_4$  75% berpengaruh sangat nyata terhadap susut berat, warna, tekstur, kadar air, vitamin C, kadar gula reduksi dan total asam. Jenis pengemas berpengaruh berbeda nyata terhadap total padatan terlarut.
3. Perlakuan paling tepat adalah penyimpanan menggunakan pengemas plastik disertai penambahan  $\text{KMnO}_4$  dengan konsentrasi 75% sampai pengamatan 21 hari dengan susut berat sebesar 8,8%, warna merah kekuningan (nilai a: 0,1933), tekstur yang cukup keras (13,55 mm/10 detik), kadar air 91,75%, vitamin C 24 mg/100g bahan, kadar gula reduksi 0,48%, total padatan terlarut 4,63% dan total asam 0,047%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa buah tomat setelah disimpan menggunakan abu sekam yang ditaburkan mempunyai kenampakan yang kurang menarik karena terlihat kotor oleh abu sekam, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian penggunaan bahan penyerap lain atau perlakuan pembungkusan abu sekam sehingga diperoleh buah tomat yang bersih dan menarik.





DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, M., 1984, *Teknologi Buah dan Sayur*, Alumnus Bandung, Bandung.
- Anonim, 2001, *Kiat Agar Tomat Tahan Lama*, Trubus Bonus No.380/Juli 2001, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2002, *Fisiologi Dan Teknologi Pasca Panen (Teori dan Praktek)*, Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Cahyono, B., 1998, *Tomat, Budi Daya dan Analisis Usaha Tani*, Kanisius, Bandung.
- Fessendend, R.J and Joan S. Fessendend, 1997, *Dasar-dasar Kimia Organik*, alih bahasa Sukmariah, M., A. Kamianti, dan S. S. Tilda, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Gaspersz, V., 1994, *Metode Perancangan Percobaan*, Penerbit CV Armico, Bandung.
- Harris, R.S., dan E., Karmas, 1989, *Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan*, Penerbit ITB, Bandung.
- Hudaya, S., dan S., Daradjat, (dalam Poernomo, W.D), 1982, *Dasar-Dasar Pengawetan II*, Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Jakarta 155p.
- Imdad, H.P., dan A. A., Nawangsih, 1999, *Menyimpan Bahan Pangan*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Indah, A.W., 1988, *Respon Pemberian Dosis Asam Gibberelik dan Pembungkus Polyetilen Terhadap Kemasakan Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill)*, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Skripsi.
- Istiyastuti, dan Yanuharso, T., 1996, *Berbudidaya Aneka Tanaman Pangan*, Trigenda Karya, Bandung.
- Kartasapoetra, A.G., 1994, *Teknologi Penanganan Pasca Panen*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Morris, Hein, 1969, *Foundation Of College Chemistry*, Dictenson Publishing Company, Inc. Belmont, California.
- Nazarudin, 2000, *Budidaya Pengaturan Sayuran Dataran Rendah*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Novary, E.W., 1999, *Penanganan Dan Pengolahan Sayuran Segar*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Novijanto, N., 1984, *Pengaruh Penggunaan Bungkus Plastik dan  $KMnO_4$  Terhadap Proses Pematangan Buah Pepaya Selama Penyimpanan*, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Skripsi.



- Pantastico, ER.B., 1993, *Fisiologi Pasca Panen Penanganan Dan Pemanfaatan Buah Dan Sayur-Sayuran Tropika Dan Sub Tropika*, UGM Press, Yogyakarta.
- Poernomo, W.D., 1985, *Mempelajari Cara Pengepakan Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dengan bermacam-macam Bahan pengepak dan Bahan Lapisan*, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Skripsi.
- Prasana V., K.N., D.V. Sudhaar Rao and Krishnamurthy, 2000, *Effect Of Storage temperature on Ripening and Quality Of Custrad Apfle (*Annonasquimusa L.*) Fruits*, Journal of horticultural science and Biotechnologi 75 (5), 546-550
- Qomarrudin, 1994, *Pengaruh Pengemas Plastik Polyetylen dan Konsentrasi  $KMnO_4$  Terhadap Umur Simpan Buah Pisang segar (*Musa paradisiaca L.*)*, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Skripsi.
- Rahayu, R.S., 2002, *Pembuatan Bubuk Tomat dengan Variasi Konsentrasi Tween 80 dan Jumlah Dekstrin yang Ditambahkan*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember, Skripsi.
- Rukmana, R., 1994, *Tomat dan Chery*, Kanisius, Yogyakarta.
- Subagio, A., Siti, H., Wiwik, S.W., Unus, M., M, Fauzi., dan B, Herry., 2002, *Kajian Sifat Fisiko Kimia Dan Organoleptik Hidrolisat Protease*, Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Volume XIII No.3, Bogor.
- Sudarmaji, S., H., Bambang, Suhardi, 1997, *Prosedur Analisa Bahan Pangan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta.
- Supardi, I., dan Sukanto, 1999, *Mikrobiologi Dalam Pengolahan Dan Keamanan Pangan*, Penerbit Alumni, Bandung.
- Sutarya, R., G., Grubben, H., Sutarno, 1995, *Pedoman Bertanam Sayuran Segar*, UGM Press, Yogyakarta.
- Trisnawati, Y., dan A. I. Setiawan, 2002, *Tomat: Pembudidayaan Secara Komersial*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham WB. MC Glasson, and E.G. Hall, 1981, *Postharvest: An introduction to the Physiology and Handling of fruit and vegetables*, Australia, New Sout Wales, Unniversity Press Limited.
- Winarno, F.G., 1993, *Pangan Gizi Teknologi Dan Konsumen*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G., dan M. Aman (dalam Qomarudin), 1981, *Fisiologi Lepas Panen*, Penerbit Sastra Hudaya, Bandung.
- Zaman, B., 2003, *Pengaruh Tingkat Kemasakan dan Jenis Pelapis Minyak Terhadap Perubahan Sifat Fisiko, Kimia dan Sensoris Buah Mangga (*Mangifera indika L.*) Gadung Klon 21*, Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember, Skripsi.



## Lampiran I.

## Parameter: Susut Berat

## Data Pengamatan Susut Berat (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A0B1	8,7445	9,1521	7,6887	25,5853	8,5284
A0B2	17,3591	15,4400	16,5208	49,3199	16,4400
A0B3	18,8075	17,4345	16,0400	52,2820	17,4273
A1B0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A1B1	1,5730	1,1073	0,8900	3,5703	1,1901
A1B2	1,3737	2,8136	2,2800	6,4673	2,1558
A1B3	2,9081	2,5237	1,7000	7,1318	2,3773
A2B0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A2B1	7,5061	7,1289	7,0500	21,6850	7,2283
A2B2	12,0195	9,4443	10,7600	32,2238	10,7413
A2B3	16,4571	16,0660	15,8500	48,3731	16,1244
A3B0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A3B1	5,7810	4,9976	6,1600	16,9386	5,6462
A3B2	8,7590	10,9964	10,8100	30,5654	10,1885
A3B3	12,6091	11,9273	7,1029	31,6393	10,5464
Jumlah	113,8977	109,0317	102,8524	325,7818	108,5939
Rata-rata	7,1186	6,8145	6,4283	20,3614	6,7871

## Data Transformasi Susut Berat (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	0,0052	0,0052	0,0052	0,0156	0,0052
A0B1	17,1600	17,6600	16,1100	50,9300	16,9767
A0B2	24,6500	23,1100	23,9700	71,7300	23,9100
A0B3	25,7000	24,6500	23,5800	73,9300	24,6433
A1B0	0,0052	0,0052	0,0052	0,0156	0,0052
A1B1	7,2700	6,0200	5,4400	18,7300	6,2433
A1B2	6,8000	9,6300	8,7200	25,1500	8,3833
A1B3	9,8100	9,1000	7,4900	26,4000	8,8000
A2B0	0,0052	0,0052	0,0052	0,0156	0,0052
A2B1	15,8900	15,4500	15,4500	46,7900	15,5967
A2B2	20,2700	17,8500	19,1900	57,3100	19,1033
A2B3	23,9700	23,6600	23,5000	71,1300	23,7100
A3B0	0,0052	0,0052	0,0052	0,0156	0,0052
A3B1	13,9400	12,9200	14,3000	41,1600	13,7200
A3B2	17,2600	19,3600	19,1900	55,8100	18,6033
A3B3	20,7900	20,1800	15,4500	56,4200	18,8067
Jumlah	203,5308	199,6108	192,4108	595,5524	198,5175
Rata-rata	12,7207	12,4757	12,0257	37,2220	12,4073



**Tabel Dua Arah A dan B Susut Berat**

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	0.0156	50.9300	71.7300	73.9300	196.6056	16.3838
A1	0.0156	18.7300	25.1500	26.4000	70.2956	5.8580
A2	0.0156	46.7900	57.3100	71.1300	175.2456	14.6038
A3	0.0156	41.1600	55.8100	56.4200	153.4056	12.7838
Jumlah	0.0624	157.6100	210.0000	227.8800	595.5524	49.6294
Rata-rata	0.0052	13.1342	17.5000	18.9900		12.4073

**Perhitungan Statistik Susut Berat (%)**

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{Y^2}{rah} = \frac{(595,5524)^2}{48} = 7\,389,222$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Total (JKT)} = \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK$$

$$JKT = (0,0052)^2 + (17,1600)^2 + \dots + (15,4500)^2 - 7389,222 = 3785,01$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Kelompok (JKK)} = \frac{\sum Y_j^2}{t} - FK$$

$$JKK = (203,5308)^2 + (199,6108)^2 + (192,4108)^2 / 18 - 7389,222 = 3,98$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)} = \frac{\sum Y_i^2}{r} - FK$$

$$JKP = (0,0156)^2 + (50,9300)^2 + \dots + (56,4200)^2 / 3 - 7389,222 = 3747,556$$

$$\text{Jumlah Kuadrat A (JKA)} = \frac{\sum (a_i)^2}{rb} - FK$$

$$JKA = (0,0624)^2 + \dots + (227,8800)^2 / 12 - 7389,222 = 7389,222$$

$$\text{Jumlah Kuadrat B (JKB)} = \frac{\sum (b_j)^2}{ra}$$

$$JKB = (196,6056)^2 + \dots + (153,4056)^2 / 12 - 7389,222 = 2683,295$$

$$\text{Jumlah Kuadrat AB (JKAB)} = JKP - JKA - JKB$$

$$JKAB = 3747,556 - 7389,222 - 2683,295 = 300,1884$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Galat (JKG)} = JKT - JKK - JKP$$

$$JKG = 3785,01 - 3,98 - 3747,556 = 33,48$$

$$\text{Koefisien Keragaman (KK)} = \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\% = \frac{\sqrt{1,1160}}{12,4073} \times 100\% = 8,5143$$

Dari perhitungan yang diperoleh selanjutnya dilakukan sidik ragam.



## Lampiran 2.

Parameter: Warna

## Data Pengamatan Warna (a, b, L)

Perlakuan	a	b	L
A0B0	0,0042	2,7333	88,3333
A0B1	0,2063	1,2110	98,7800
A0B2	0,2917	1,0733	99,7200
A0B3	0,3777	0,6100	99,9433
A1B0	0,0042	2,7333	88,3333
A1B1	0,0350	2,4233	91,0800
A1B2	0,0885	1,8000	92,0667
A1B3	0,1933	1,2923	96,3100
A2B0	0,0042	2,7333	88,3333
A2B1	0,1950	1,7000	94,9333
A2B2	0,2650	1,2200	97,5467
A2B3	0,3417	0,9733	99,3800
A3B0	0,0042	2,7333	88,3333
A3B1	0,1663	2,0767	92,2233
A3B2	0,2592	1,4300	96,3567
A3B3	0,2867	1,0867	98,8067

## Data Pengamatan Warna (a)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	0,0050	0,0000	0,0075	0,0125	0,0042
A0B1	0,2115	0,2050	0,2025	0,6190	0,2063
A0B2	0,2950	0,2950	0,2850	0,8750	0,2917
A0B3	0,3780	0,3850	0,3700	1,1330	0,3777
A1B0	0,0050	0,0000	0,0075	0,0125	0,0042
A1B1	0,0350	0,0300	0,0400	0,1050	0,0350
A1B2	0,0874	0,0850	0,0930	0,2654	0,0885
A1B3	0,1850	0,2000	0,1950	0,5800	0,1933
A2B0	0,0050	0,0000	0,0075	0,0125	0,0042
A2B1	0,1900	0,2000	0,1950	0,5850	0,1950
A2B2	0,2700	0,2650	0,2600	0,7950	0,2650
A2B3	0,3300	0,3500	0,3450	1,0250	0,3417
A3B0	0,0050	0,0000	0,0075	0,0125	0,0042
A3B1	0,1660	0,1650	0,1680	0,4990	0,1663
A3B2	0,2625	0,2550	0,2600	0,7775	0,2592
A3B3	0,2750	0,3000	0,2850	0,8600	0,2867
Jumlah	2,7054	2,7350	2,7285	8,1689	2,7230
Rata-rata	0,1691	0,1709	0,1705	0,5106	0,1702



## Lampiran 3.

Tabel Dua Arah A dan B Warna

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	0,0125	0,6190	0,8750	1,1330	2,6395	0,2200
A1	0,0125	0,1050	0,2654	0,5800	0,9629	0,0802
A2	0,0125	0,5850	0,7950	1,0250	2,4175	0,2015
A3	0,0125	0,4990	0,7775	0,8600	2,1490	0,1791
Jumlah	0,0500	1,8080	2,7129	3,5980	8,1689	0,6807
Rata-rata	0,0042	0,1507	0,2261	0,2998		0,1702





**Lampiran 4.****Parameter: Tekstur****Data Pengamatan Tekstur (mm/10 detik)**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	5,3300	6,0000	4,6700	16,0000	5,3333
A0B1	20,6700	22,6600	20,6700	64,0000	21,3333
A0B2	31,6700	30,0000	29,0000	90,6700	30,2233
A0B3	31,6700	31,6700	30,6700	94,0100	31,3367
A1B0	5,3300	6,0000	4,6700	16,0000	5,3333
A1B1	9,0000	9,6700	10,3300	29,0000	9,6667
A1B2	12,3300	12,0000	11,3300	35,6600	11,8867
A1B3	13,3300	15,3300	12,0000	40,6600	13,5533
A2B0	5,3300	6,0000	4,6700	16,0000	5,3333
A2B1	20,6700	19,0000	23,3300	63,0000	21,0000
A2B2	24,6300	25,6700	22,0000	72,3000	24,1000
A2B3	25,6700	27,6700	26,6700	80,0100	26,6700
A3B0	5,3300	6,0000	4,6700	16,0000	5,3333
A3B1	17,3300	20,0000	19,6700	57,0000	19,0000
A3B2	20,6700	21,6700	23,6700	66,0100	22,0033
A3B3	25,6700	24,3300	22,3300	72,3300	24,1100
Jumlah	274,6300	283,6700	270,3500	828,6500	276,2167
Rata-rata	17,1644	17,7294	16,8969	51,7906	17,2635

**Tabel Dua Arah A dan B Tekstur**

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	16,0000	64,0000	90,6700	94,0100	264,6800	22,0567
A1	16,0000	29,0000	35,6600	40,6600	121,3200	10,1100
A2	16,0000	63,0000	72,3000	80,0100	231,3100	19,2758
A3	16,0000	57,0000	66,0100	72,3300	211,3400	17,6117
Jumlah	64,0000	213,0000	264,6400	287,0100	828,6500	69,0542
Rata-rata	5,3333	17,7500	22,0533	23,9175		17,2635



## Lampiran 5.

## Parameter: Kadar Air

## Data Pengamatan Kadar Air (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	94,8519	94,6389	94,6607	284,1515	94,7172
A0B1	87,7786	87,5402	86,8039	262,1227	87,3742
A0B2	80,1032	81,6341	78,0312	239,7685	79,9228
A0B3	77,0823	78,9321	80,3174	236,3318	78,7773
A1B0	94,8519	94,6389	94,6607	284,1515	94,7172
A1B1	92,0127	93,4372	92,9213	278,3712	92,7904
A1B2	93,4327	91,3682	92,7328	277,5337	92,5112
A1B3	91,2743	92,3102	91,6738	275,2583	91,7528
A2B0	94,8519	94,6389	94,6607	284,1515	94,7172
A2B1	87,3278	90,3737	89,8617	267,5632	89,1877
A2B2	84,3143	83,6138	81,2139	249,1420	83,0473
A2B3	80,1437	80,8473	81,2931	242,2841	80,7614
A3B0	94,8519	94,6389	94,6607	284,1515	94,7172
A3B1	90,3148	91,2684	89,7365	271,3197	90,4399
A3B2	87,1937	88,8637	86,4172	262,4746	87,4915
A3B3	84,9123	83,1322	84,3790	252,4235	84,1412
Jumlah	1415,2980	1421,8767	1414,0246	4251,9930	1417,0664
Rata-rata	88,4561	88,8673	88,3765	265,7000	88,5667

## Tabel Dua Arah A dan B Kadar Air

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	284,1515	262,1227	239,7685	236,3318	1022,3745	85,1979
A1	284,1515	278,3712	277,5337	275,2583	1115,3147	92,9429
A2	284,1515	267,5632	249,1420	242,2841	1043,1408	86,9284
A3	284,1515	271,3197	262,4746	252,4235	1070,3693	89,1974
Jumlah	1136,6060	1079,3768	1028,9188	1006,2977	4251,1993	354,2666
Rata-rata	94,7172	89,9481	85,7432	83,8581		88,5667



## Lampiran 6.

Parameter: Kadar Vitamin C

Data Pengamatan Kadar Vitamin C (mg/100 g bahan)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	35,2000	30,8000	39,6000	105,6000	35,2000
A0B1	26,4000	30,8000	26,4000	83,6000	27,8667
A0B2	25,3000	22,0000	26,4000	73,7000	24,5667
A0B3	13,2000	15,4000	14,3000	42,9000	14,3000
A1B0	35,2000	30,8000	39,6000	105,6000	35,2000
A1B1	35,2000	30,8000	39,6000	105,6000	35,2000
A1B2	34,1000	30,8000	31,9000	96,8000	32,2667
A1B3	26,4000	17,0000	28,6000	72,0000	24,0000
A2B0	35,2000	30,8000	39,6000	105,6000	35,2000
A2B1	31,3000	35,7000	35,2000	102,2000	34,0667
A2B2	30,8000	32,9000	27,5000	91,2000	30,4000
A2B3	28,8000	17,6000	15,4000	61,8000	20,6000
A3B0	35,2000	30,8000	39,6000	105,6000	35,2000
A3B1	35,2000	30,8000	35,2000	101,2000	33,7333
A3B2	27,5000	26,4000	28,6000	82,5000	27,5000
A3B3	18,7000	16,5000	20,8000	56,0000	18,6667
Jumlah	473,7000	429,9000	488,3000	1391,9000	463,9667
Rata-rata	29,6063	26,8688	30,5188	86,9938	28,9979

Tabel Dua Arah A dan B Kadar Vitamin C

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	105,6000	83,6000	73,7000	42,9000	305,8000	25,4833
A1	105,6000	105,6000	96,8000	72,0000	380,0000	31,6667
A2	105,6000	102,2000	91,2000	61,8000	360,8000	30,0667
A3	105,6000	101,2000	82,5000	56,0000	345,3000	28,7750
Jumlah	422,4000	392,6000	344,2000	232,7000	1391,9000	115,9917
Rata-rata	35,2000	32,7167	28,6833	19,3917		28,9979



## Lampiran 7.

## Parameter: Kadar Gula Reduksi

## Data Pengamatan Kadar Gula Reduksi (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	0,1803	0,1923	0,1947	0,5673	0,1891
A0B1	0,3861	0,3198	0,3418	1,0477	0,3492
A0B2	0,5817	0,6496	0,6836	1,9149	0,6383
A0B3	0,4237	0,5356	0,4357	1,3950	0,4650
A1B0	0,1803	0,1923	0,1947	0,5673	0,1891
A1B1	0,2818	0,2938	0,2798	0,8554	0,2851
A1B2	0,3078	0,3197	0,3798	1,0073	0,3358
A1B3	0,4977	0,4197	0,5197	1,4371	0,4790
A2B0	0,1803	0,1923	0,1947	0,5673	0,1891
A2B1	0,2898	0,3178	0,3338	0,9414	0,3138
A2B2	0,5977	0,4897	0,4977	1,5851	0,5284
A2B3	0,5937	0,5177	0,4797	1,5911	0,5304
A3B0	0,1803	0,1923	0,1947	0,5673	0,1891
A3B1	0,3458	0,2838	0,2918	0,9214	0,3071
A3B2	0,4458	0,4196	0,4797	1,3451	0,4484
A3B3	0,5417	0,4597	0,5297	1,5311	0,5104
Jumlah	6,0145	5,7957	6,0316	17,8418	5,9473
Rata-rata	0,3759	0,3622	0,3770	1,1151	0,3717

## Tabel Dua Arah A dan B Kadar Gula Reduksi

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	0,5673	1,0477	1,9149	1,3950	4,9249	0,4104
A1	0,5673	0,8554	1,0073	1,4371	3,8671	0,3223
A2	0,5673	0,9414	1,5851	1,5911	4,6849	0,3904
A3	0,5673	0,9214	1,3451	1,5311	4,3649	0,3637
Jumlah	2,2692	3,7659	5,8524	5,9543	17,8418	1,4868
Rata-rata	0,1891	0,3138	0,4877	0,4962		0,3717



**Lampiran 8.****Parameter: Total Padatan Terlarut****Data Pengamatan Total Padatan Terlarut (%)**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	4,0000	4,0000	3,7300	11,7300	3,9100
A0B1	4,1700	5,1300	5,5300	14,8300	4,9433
A0B2	3,8700	3,7700	3,5300	11,1700	3,7233
A0B3	3,1700	3,9000	3,4300	10,5000	3,5000
A1B0	4,0000	4,0000	3,7300	11,7300	3,9100
A1B1	4,9300	4,5300	3,7300	13,1900	4,3967
A1B2	4,0000	4,8700	4,8300	13,7000	4,5667
A1B3	4,5300	4,5000	4,8700	13,9000	4,6333
A2B0	4,0000	4,0000	3,7300	11,7300	3,9100
A2B1	3,7000	4,3300	5,0700	13,1000	4,3667
A2B2	4,0000	3,8000	4,0000	11,8000	3,9333
A2B3	3,8300	3,9300	3,4000	11,1600	3,7200
A3B0	4,0000	4,0000	3,7300	11,7300	3,9100
A3B1	4,2300	5,1000	4,5700	13,9000	4,6333
A3B2	4,3300	4,9300	4,0000	13,2600	4,4200
A3B3	4,0000	3,9300	4,4000	12,3300	4,1100
Jumlah	64,7600	68,7200	66,2800	199,7600	66,5867
Rata-rata	4,0475	4,2950	4,1425	12,4850	4,1617

**Tabel Dua Arah A dan B**

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	11,7300	14,8300	11,1700	10,5000	48,2300	4,0192
A1	11,7300	13,1900	13,7000	13,9000	52,5200	4,3767
A2	11,7300	13,1000	11,8000	11,1600	47,7900	3,9825
A3	11,7300	13,9000	13,2600	12,3300	51,2200	4,2683
Jumlah	46,9200	55,0200	49,9300	47,8900	199,7600	16,6467
Rata-rata	3,9100	4,5850	4,1608	3,9908		4,1617



## Lampiran 9.

Parameter: Total Asam

## Data Pengamatan Total Asam (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A0B0	0,0643	0,0614	0,0634	0,1891	0,0630
A0B1	0,0518	0,0527	0,0538	0,1583	0,0528
A0B2	0,0413	0,0430	0,0424	0,1267	0,0422
A0B3	0,0451	0,0389	0,0384	0,1224	0,0408
A1B0	0,0643	0,0614	0,0634	0,1891	0,0630
A1B1	0,0595	0,0631	0,0566	0,1792	0,0597
A1B2	0,0557	0,0547	0,0528	0,1632	0,0544
A1B3	0,0489	0,0470	0,0442	0,1401	0,0467
A2B0	0,0643	0,0614	0,0634	0,1891	0,0630
A2B1	0,0538	0,0541	0,0543	0,1622	0,0541
A2B2	0,0443	0,0432	0,0451	0,1326	0,0442
A2B3	0,0432	0,0394	0,0403	0,1229	0,0410
A3B0	0,0643	0,0614	0,0634	0,1891	0,0630
A3B1	0,0548	0,0566	0,0557	0,1671	0,0557
A3B2	0,0442	0,0462	0,0482	0,1386	0,0462
A3B3	0,0432	0,0423	0,0404	0,1259	0,0420
Jumlah	0,8430	0,8268	0,8258	2,4957	0,8319
Rata-rata	0,0527	0,0517	0,0516	0,1560	0,0520

## Tabel Dua arah A dan B

Perlakuan	B0	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A0	0,1891	0,1583	0,1267	0,1224	0,5966	0,0497
A1	0,1891	0,1792	0,1632	0,1401	0,6716	0,0560
A2	0,1891	0,1622	0,1326	0,1229	0,6068	0,0506
A3	0,1891	0,1671	0,1386	0,1259	0,6207	0,0517
Jumlah	0,7564	0,6668	0,5611	0,5113	2,4957	0,2080
Rata-rata	0,0630	0,0556	0,0468	0,0426		0,0520

