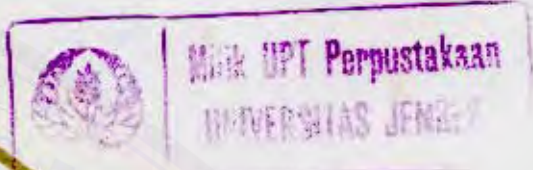


**PENGARUH TINGKAT KEMASAKAN DAN JENIS PELAPIS PATI  
TERHADAP PRODUKSI ETILEN, CO<sub>2</sub>, DAN BEBERAPA SIFAT KIMIA  
BUAH MANGGA GADUNG KLON 21  
(*Mangifera Indica* L)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**



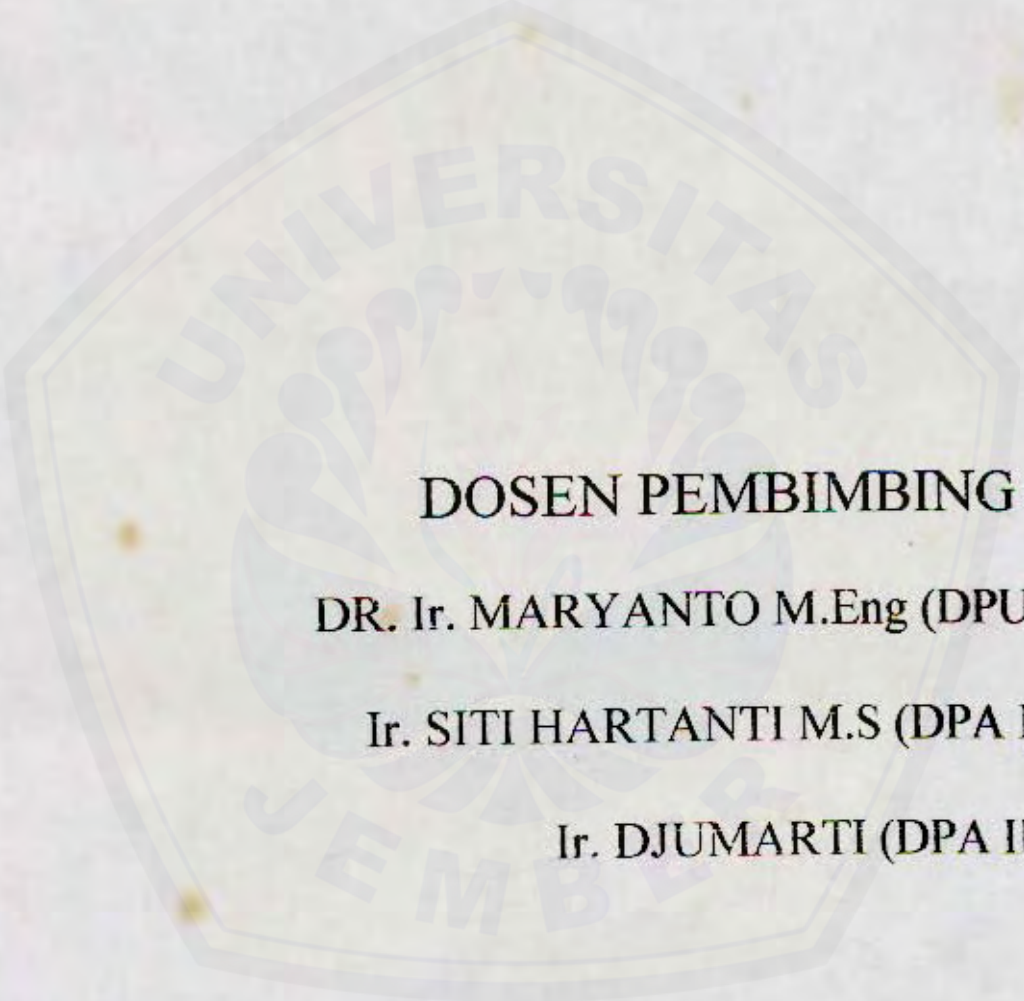
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Untuk Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu  
Pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember



Oleh: **Aurora Happy Lestari**  
NIM. 971710101117

Asal:	Hadiah	Klass
Terima:	31 AUG 2002	641.3
KLASIR: E.Y.1	SRS	LES
		P
		C.1

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2002**



**DOSEN PEMBIMBING :**

**DR. Ir. MARYANTO M.Eng (DPU)**

**Ir. SITI HARTANTI M.S (DPA I)**

**Ir. DJUMARTI (DPA II)**



MOTTO

*"..... Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Dia adalah sebaik-baik pelindung" (Q.S. Ali Imran [3]: 173)*

*"..... Allah mengangkat beberapa derajat orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan" (Al- Mujadilah, 11)*

*" Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kau telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah urusan yang lain dengan sungguh-sungguh dan hanya kepada Allah hendaknya kau berharap (Q.S. Al. Insyirah, 5 - 8)*

*Jadikan sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang beriman (Q.S. Al Baqarah, 153)*

## *Special Thanks a lot for :*

- ① **Iffan, dan Keluarga Syarkowi BS** di Semarang terima kasih atas kebersamaannya empat tahun kemaren, buat semua kenangan, nasehat dan kasih sayang. Semoga kita tetap bisa menjaga tali silaturahmi yang pernah terjalin. (kaulah rahasia terbesar hidupku)
- ① Sahabat-sahabat terbaikku di Jember : **Wheny** ( yang juga teman penelitianku) thank`s gede udah berbagi semuanya sama aku, **Ayin** jangan bad mood terus yaa, **Desy** cepetan jadi bankir. Hidupku jadi lebih berwarna bersahabat dengan kalian semua. **Keep's our friendship forever and ever. Thank's for being a good friend.**
- ① Semua penghuni Kost-an F 12. Buat **Eva**, **Kelink is the best**, **Uud** kalo mandi jangan lama-lama, **Vita** gede kardine ojo dipelihara, **Lilit** semuanya ada hikmahnya oke, **Mufet** ojo gupuhan en heboh, **Vita kecil en Tina** kalian ber2 ditakdirkan buat di Jember tetep sinau sing sregep yo, **Intan** ojo shopping thok, **Tina en Ajeng** kalian ber2 memang tak terpisahkan, **Unika** gayamu bikin semua orang terpesona , **Ida** tingkatkan rasa tanggungjawabmu pada sesama. **Exs F-12 Lia en Yuli** kalian ber2 lulusan (I) F-12, makacih buat semua darongannya.
- ① Sahabat dan teman baruku yang jauh **Mas Atok**, makacih buat telpon-telponnya, suratnya, nasehatnya yang bikin aku tetep survive, juga udah nyempatin maen ke Jember truss makacih juga buat jalan-jalannya kemaren.
- ① **Edo plus Sega** yang baik banget mo minjem ngeng-ngengnya disaat aku butuh, wisuda bareng yuk.
- ① **Mas Yoyok dan mas Badrus** yang setia nganterin aku en **Wheny** ke Situbondo , makacih yaa. **Ayu, Ambar en Dewi** semoga semua bisa jadi kisah klasik tersendiri.
- ① Sahabat-sahabatku di Semarang : **Fitri, Kristin, Citra, Wiwit, Nonon, Gugun, Acoep, Ririn, Andre (yang jauh banget)**, doa kita tahun baru dikabulin.
- ① Temen-temen "tragedi 31 Juli 02" (**Zidny, Mbak unyil, Mas Puguh, Wahyu, Nita centil, Dian pervokma, Wheny, Heny Malang, Ervan, Emy, Abdiana, Eva, Dian, Heny Jakarta, Hendrik, Dody, Beny, Andi, Mbak Lia dkk**) makacih buat bantuan en dukungannya selama ini.
- ① **Erna, Heny Gresik, en Fredy** yang selalu menghiburku disaat aku nunggu data. **Makacih banget**, dukungan kalian bikin aku lebih tegar.
- ① Temen-temenku KKN kel 21 : **Dwi, Dina, Uthe, Lisa, Arif, Pak Chori, Dito, Fery**, kapan kumpul lagi.
- ① Crew pajak : **Mas Nanang en Mas-mas yang lain** makacih udah bantuin aku.



Diterima oleh :

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

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

Dipertanggungjawabkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 29 Juli 2002

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

TIM PENGUJI

Ketua

DR. Ir. Maryanto M.Eng  
NIP. 131 276 660

Anggota I

Ir. Siti Hartanti M.S  
NIP. 130 350 763

Anggota II

Ir. Djumarti  
NIP. 130 890 066

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS  
NIP. 130 350 763

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Atas karunia yang telah dilimpahkan-Nya, sehingga Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) yang berjudul **“Pengaruh Tingkat Kemasakan dan Jenis Pelapis Pati Terhadap Produksi Etilen , CO<sub>2</sub>, dan Beberapa Sifat Kimia Buah Mangga Gadung Klon 21 (*Mangifera indica L*)”** dapat terselesaikan.

Karya Ilmiah tertulis ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata satu pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan Karya Ilmiah tertulis ini dapat terselesaikan atas bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
3. Bapak DR. Ir. Maryanto M.Eng selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberi bantuan, arahan dan bimbingan dalam proses penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Ibu Ir. Siti Hartanti M.S selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan bimbingan dan saran demi kesempurnaan Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. Ibu Ir. Djumarti selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis ini.
6. Ibu Ir. Tamtarini M.S selaku Dosen Wali yang telah membimbing dan memberikan dorongan selama menjalani studi di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
7. Semua civitas akademika Fakultas Teknologi Pertanian yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan.

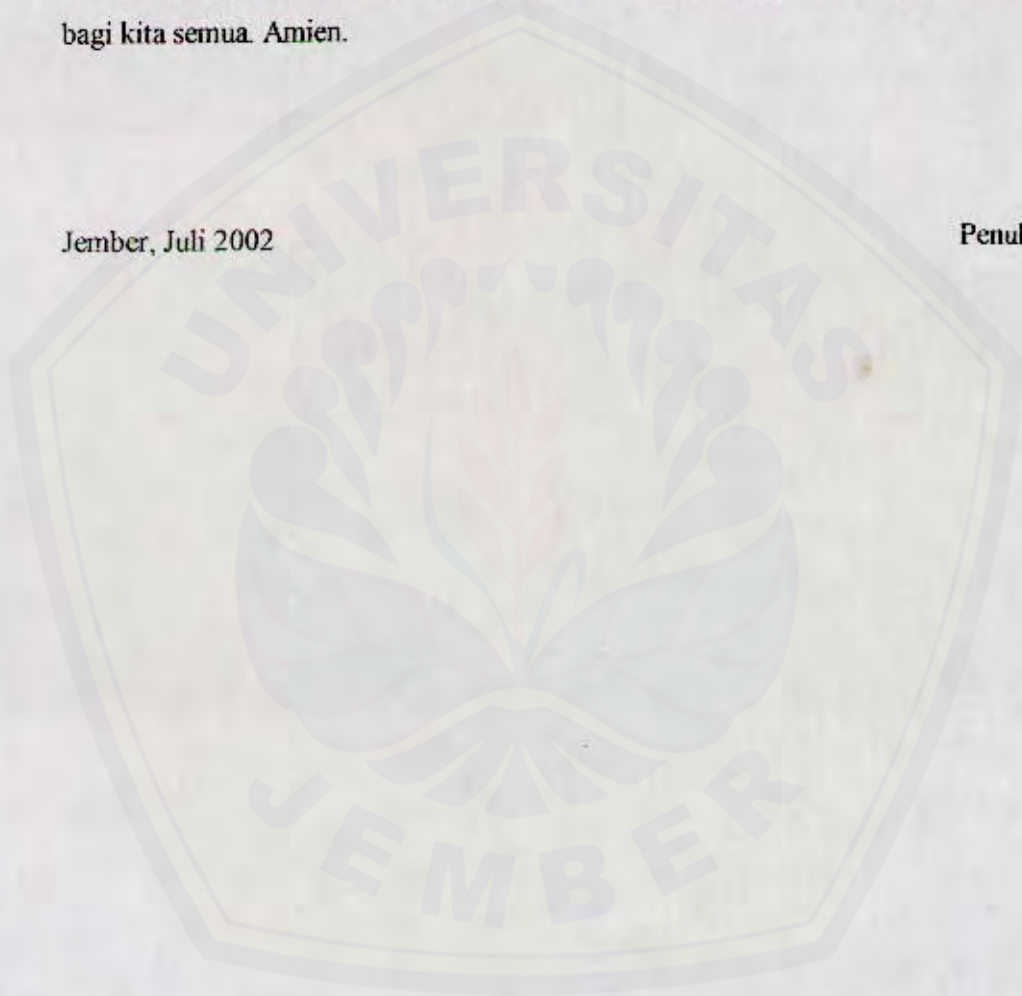


8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaannya. Penulis tetap berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat memberikan pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua. Amien.

Jember, Juli 2002

Penulis



## PERSEMBAHAN

*Karya kecil ini kupersembahkan untuk:*

- ♥ *Kedua orangtuaku Ayahanda Akhmad Syuhada dan Ibunda Darmindartie Syuhada untuk semua pengorbanan, kasih sayang, cinta, nasehat, serta doa yang tiada henti.*
- ♥ *Kakakku tersayang, Mbak Yasmin buat semua kasih sayang, dorongan, nasehat dan semua kiriman-kirimannya .You're only the best elder sister that I ever had. Aku bangga padamu.*
- ♥ *Adik-adikku yang yang kusayangi : de' Mahya, si kembar de' Manggala dan Patria buat semua kasih sayang, dorongannya buat nyelesain skripsi. Jalan kalian masih panjang. Belajar, berdoa, dan berusaha jadi yang terbaik untuk diri sendiri dan keluarga.*
- ♥ *Seseorang yang akan membimbing dan mendampingiku kelak,*
- ♥ *Almamater yang kubanggakan*



**DAFTAR ISI**

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Dosen Pembimbing.....	ii
Halaman Motto.....	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Halaman Pengesahan.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Ringkasan.....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Buah Mangga ( <i>Mangifera indica L.</i> ).....	4
2.4 Perubahan Fisiologis Buah sebelum dan Pasca Panen.....	4
2.3 Produksi etilen dan CO <sub>2</sub> .....	7
2.4 Pelapisan Kulit Buah.....	11
2.5 Hipotesis.....	13
<b>BAB III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	14
3.1.1 Bahan Penelitian.....	14
3.1.2 Alat Penelitian.....	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.2.1 Tempat Penelitian.....	14

3.2.2 Waktu Penelitian .....	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.4 Pengamatan .....	16
3.5 Mekanisme Penelitian .....	16
3.6 Prosedur Pengamatan .....	16
3.6.1 Pelapisan gel pati ketan dan beras pada contoh ....	16
3.6.2 Pengukuran Etilen dan CO <sub>2</sub> .....	17
3.5.2 Gula Reduksi .....	20
3.5.3 Total Asam .....	21
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Hasil Pengamatan.....	22
4.1.1 Etilen .....	22
4.1.2 CO <sub>2</sub> .....	25
4.1.3 Gula Reduksi .....	28
4.1.4 Total Asam .....	30
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Daftar komposisi kimia dan nilai makanan buah mangga.....	5
2. Konsentrasi etilen internal yang diukur pada beberapa buah-buahan klimaterik dan nonklimaterik.....	10
3. Komposisi Kimia berbagai jenis pati .....	12
4. Nilai rata-rata produksi etilen pada berbagai tingkat kemasakan dan jenis pelapis Pati .....	22
5. Uji Duncan Produksi etilen hari ketujuh.....	23
6. Uji Duncan Produksi etilen hari kedelapan.....	24
7. Nilai rata-rata produksi CO <sub>2</sub> pada berbagai tingkat kemasakan dan jenis pelapis Pati .....	25
8. Uji Duncan Produksi CO <sub>2</sub> hari ketujuh.....	26
9. Uji Duncan Produksi CO <sub>2</sub> hari kedelapan .....	27
10. Uji Duncan Produksi CO <sub>2</sub> hari kesembilan .....	28
11. Nilai rata-rata kadar gula reduksi pada berbagai tingkat kemasakan dan jenis pelapis Pati Ringkasan.....	28
12. Uji Duncan kadar gula reduksi hari ketujuh .....	29
13. Nilai rata-rata total asam pada berbagai tingkat kemasakan dan jenis pelapis Pati .....	30
14. Uji Duncan kadar total asam hari ketujuh .....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Model pengendalian aktivitas etilen.....	8
2. Model aktivasi etilen pada buah muda dan buah tua .....	9
3. Diagram alir proses pelapisan mangga dengan gel pati .....	17
4. Rangkaian alat untuk mengukur etilen dan CO <sub>2</sub> .....	20
5. Pengaruh tingkat kemasakan terhadap produksi etilen .....	23
6. Pengaruh jenis pelapis pati terhadap produksi etilen .....	24
7. Pengaruh tingkat kemasakan terhadap produksi CO <sub>2</sub> .....	26
8. Diagram batang kadar gula reduksi pada berbagai kombinasi.....	29
9. Diagram batang total asam pada berbagai kombinasi.....	31



Aurora Happy Lestari (971710101117), Pengaruh Tingkat Kemasakan dan Jenis Pelapis Pati Terhadap Produksi Etilen dan CO<sub>2</sub> Buah Mangga Gadung Klon 21 (*Mangifera indica L.*), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen Pembimbing ; DR. Ir. Maryanto M.Eng (DPU) dan Ir. Siti Hartanti M.S (DPA).

## RINGKASAN

Mangga (*Mangifera Indica L.*) merupakan buah-buahan tropis yang mempunyai prospek yang baik apabila dikembangkan secara intensif dalam skala agribisnis atau agroindustri.

Selama pematangan, buah mangga mengalami berbagai perubahan-perubahan biokimiawi dan fisika. Salah satu cara untuk memperpanjang masa simpan buah mangga adalah dengan melapisinya dengan gel pati (gel pati beras ketan dan gel pati beras). Pelapisan gel pati pada permukaan buah bertujuan untuk menutup pori-pori buah agar oksigen tidak dapat masuk, sehingga menghambat proses metabolisme di dalam buah.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola faktorial, yang terdiri dari dua faktor. Faktor A merupakan tingkat kemasakan A1 (105 Hari Setelah Pembungaan Penuh); A2 (110 Hari Setelah Pembungaan Penuh); A3 (115 Hari Setelah Pembungaan Penuh) dan faktor B merupakan jenis pelapis B0 (tanpa pelapis); B1 (pelapis pati beras ketan); B2 (pelapis pati beras) , yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali ulangan. Parameter pengujian meliputi produksi etilen, CO<sub>2</sub>, kadar gula reduksi dan total asam.

Tingkat kemasakan buah (A) berpengaruh tidak nyata terhadap produksi produksi etilen pada hari ketujuh, kesembilan, gula reduksi hari keempat belas, serta dan total asam pada hari keempat belas ; berpengaruh nyata terhadap produksi etilen pada hari kedelapan, produksi CO<sub>2</sub> pada hari kedelapan, kadar gula reduksi hari ketujuh dan total asam hari ketujuh ; berpengaruh sangat nyata terhadap produksi CO<sub>2</sub> pada hari ketujuh dan kesembilan.

Jenis pelapis pati (B) berpengaruh tidak nyata terhadap produksi etilen pada hari kedelapan, kesembilan serta produksi CO<sub>2</sub> pada hari ketujuh, kedelapan, dan kesembilan, kadar gula reduksi hari ketujuh, keempat belas, dan total asam hari ketujuh dan keempat belas ; berpengaruh sangat nyata terhadap produksi etilen hari ketujuh.

Interaksi tingkat kemasakan buah (A) dan jenis pelapis pati berpengaruh tidak nyata terhadap produksi etilen pada hari ketujuh, kedelapan, dan kesembilan, produksi CO<sub>2</sub> hari ketujuh, kedelapan, dan kesembilan, kadar gula reduksi hari ketujuh dan keempat belas serta total asam hari keempat belas ; berpengaruh nyata terhadap total asam hari keempat belas. Kombinasi terbaik adalah pada perlakuan A1B1.

**Kata kunci :** mangga, etilen, CO<sub>2</sub>, HSPP, gel pati, gula reduksi, total asam.





## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seirama dengan keinginan konsumen dalam negeri sendiri, permintaan buah-buahan seperti mangga misalnya, ternyata sama ramainya bila dibandingkan dengan permintaan buah-buahan yang didatangkan dari luar negeri. Terutama buah mangga hasil budidaya asal pulau Jawa dan Madura selalu disukai konsumen dari dalam maupun luar negeri (AAK, 1991).

Permasalahan teknis yang sering dihadapi petani mangga antara lain waktu panen yang bersamaan di suatu sentra produksi sehingga pasar dibanjiri buah sejenis. Selain hal tersebut, pada waktu dipasarkan oleh penjual di sebagian besar negara berkembang, buah-buah di pasarkan di udara terbuka, hal ini akan mempercepat kerusakan akibat perubahan-perubahan yang terjadi selama penyimpanan. Untuk menghasilkan buah mangga dengan mutu yang baik, buah harus di panen dalam tingkat kematangan yang cukup (Satuhu, 2000).

Selama pematangan buah terjadi banyak peristiwa yang berupa perubahan-perubahan biokimiawi dan fisika. Proses pematangan dan penuaan ini melibatkan kegiatan sekelompok zat-zat kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan itu sendiri, yaitu hormon-hormon tumbuhan.

Setelah pemetikan, buah masih melangsungkan kegiatan fisiologisnya. Apabila buah tersebut telah mencapai stadium dewasa atau tua (*mature*) pemetikan akan mendorong kegiatan fisiologis tersebut ke arah pematangan buah (*ripening*). Tanda-tanda adanya proses fisiologis yaitu adanya kenaikan respirasi dan produksi etilen. Pada beberapa macam buah-buahan terjadi kenaikan respirasi bersamaan dengan perubahan warna, cita rasa, dan tekstur yang biasa dikenal dengan proses pematangan (Tranggono, 1988).

Pada buah klimaterik, disamping terjadi kenaikan respirasi juga terjadi kenaikan kadar etilen selama proses pematangan. Perlakuan etilen terhadap buah klimaterik akan menstimulir baik proses respirasi maupun sintesa etilen secara autokatalitik serta dapat menyebabkan permulaan klimateriknya berlangsung lebih awal. Pada proses respirasi terjadi perombakan senyawa-senyawa dengan molekul



besar menjadi senyawa-senyawa yang bermolekul lebih rendah (lebih sederhana), yang dikenal sehari-hari sebagai proses pematangan dari buah yang selanjutnya diakhiri dengan pembusukan (Winarno dan Aman, 1981).

Buah yang dipanen pada tingkat kematangan penuh, masa simpannya sangat singkat yaitu antara 2 sampai 3 hari. Agar mangga tahan lama masa simpannya, diperlukan penanganan tambahan berupa upaya untuk memperpanjang masa simpan buah. Beberapa perlakuan memperpanjang masa simpan buah mangga antara lain pelilinan, pengolesan minyak kelapa, dan pelapisan menggunakan gel pati (Satuhu, 2000).

## 1.2 Permasalahan

Seperti yang kita ketahui respirasi masih terjadi pada hasil tanaman buah dan sayur menjelang pemanenan dan sesudah pemanenan, begitu juga pada buah mangga. Timbulnya panas selama penyimpanan, panas ini akan meningkatkan suhu penyimpanan, sehingga banyak berpengaruh pada senescence hasil tanaman. Oleh karena itu dalam upaya menghambat terjadinya kerusakan fisiologis hasil tanaman pasca panen maka diperlukan perlakuan-perlakuan yang berdaya guna untuk mempertahankan kualitas buah mangga.

Dari berbagai cara mempertahankan kualitas dan umur simpan buah mangga, salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan perlakuan pelapisan permukaan kulit buah. Bahan pelapis yang digunakan adalah gel pati, dimana diharapkan dengan pelapisan dengan pati dapat mengurangi produksi etilen dan  $CO_2$  selama penyimpanan.

Tingkat kematangan dan jenis pelapis gel pati yang dapat menghambat pematangan buah mangga belum diketahui. Oleh karena itu untuk lebih mengetahui pengaruh tingkat kematangan dan jenis pelapis pati terhadap produksi etilen dan  $CO_2$ , perlu dilakukan penelitian mengenai hal tersebut.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah mangga Gadung Klon 21 terhadap produksi etilen dan  $CO_2$  serta beberapa sifat kimia.

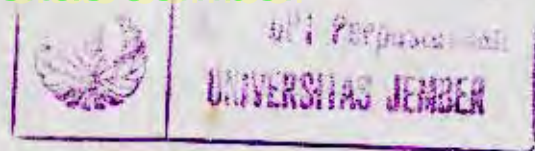
2. Mengetahui pengaruh pelapis jenis pati dari kedua jenis tepung terhadap produksi etilen dan CO<sub>2</sub> serta beberapa sifat kimia.
3. Mengetahui pengaruh kombinasi tingkat kemasakan dan jenis pelapis pati dari kedua jenis tepung terhadap produksi CO<sub>2</sub> dan etilen serta beberapa sifat kimia selama penyimpanan pada suhu ruang.

#### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah :

1. Memperpanjang umur simpan buah Mangga Gadung Klon 21 dan meningkatkan kualitas buah dengan cara mengurangi kerusakan selama penyimpanan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat dalam pengembangan bahan pelapis untuk memperpanjang umur simpan buah mangga Gadung Klon 21.





## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Buah mangga

Mangga (*Mangifera indica L*) merupakan salah satu buah-buahan tropis yang kaya akan vitamin. Di Indonesia, mangga diperdagangkan di pasaran setempat maupun dijual di kota besar. Berbagai jenis mangga tumbuh baik di pulau Jawa (Kusumo, 1995).

Menurut Ochse (1972) membagi mangga berdasarkan nilai pasar, yaitu mangga komersil dan mangga non komersil. Mangga komersil umumnya berpenampilan menarik, rasanya manis dan tidak berserat, seperti mangga Golek, Arumanis, Gadung, Manalagi dan lain-lain. Buah ini biasanya dihidangkan sebagai buah meja. Sedangkan lainnya yang rasanya masam digolongkan sebagai mangga non komersil yang biasanya untuk rujak.

Buah Mangga Gadung Klon 21 mempunyai ciri antara lain bentuknya jorong, letak tangkai di tengah, pangkal buah bulat miring, tidak atau berlekuk dangkal, buah runcng dan berparuh sedikit. Berat buah mencapai 450 gram dengan ukuran ( 15,5 x 7,8 x 5,5 )cm. Kulit buah tipis halus, berlinin, bintik-bintik jarang, berwarna puith kehijuan. Pangkal buah berwarna kuning kecoklatan sampai merah keunguan dan pucuknya berwarna hijau. Daging buah masak berwarna kuning kemerahan, dagingnya tebal berserat halus (Satuhu, 2000).

Komposisi kimia buah mangga yang utama terdiri dari air, karbohidrat, bermacam-macam asam, protein, lemak, mineral, zat warna, tanin, vitamin dan zat-zat yang mudah menguap yang memberikan aroma harum. Komponen yang palingbanyak pada buah adalah air dan karbohidrat. Komposisi kimia dan nilai buah mangga tersaji pada Tabel 1.

### 2.2 Perubahan-perubahan Fisiologis Buah Sebelum dan Pasca Panen

Buah-buahan selama di pohon melakukan aktivitas biologis, terutama aktivitas respirasi dan transpirasi. Setelah buah-buahan tersebut dipetik dari pohonnya, kedua proses tersebut masih terus berlangsung. Namun karena buah-buahan tersebut sudah dipetik dari pohonnya yang berarti bahan suplai makanan



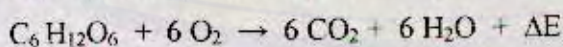
untuk buah-buahan tersebut terhenti, maka yang terjadi adalah proses perombakan senyawa makro molekul menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana melalui peristiwa respirasi yang ditandai dengan tekstur buah menjadi lunak dan rasa buah menjadi lebih manis (Wills dkk, 1981).

**Tabel 1.** Daftar Komposisi Kimia dan Nilai Makanan Buah Mangga

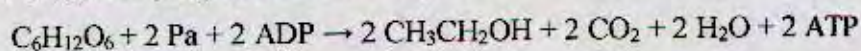
Komposisi kimia	Nilai rata-rata	
	buah mentah	buah matang
Air (%)	90	86,1
Protein (%)	0,7	0,6
Lipid (%)	0,1	0,1
Karbohidrat (%)	8,8	11,8
Serat (%)	-	1,1
Bahan mineral (%)	0,4	0,3
Kapur (%)	0,01	0,01
Phospor (%)	0,02	0,02
Besi (mg/g)	4,5	0,3
Vitamin A	150 UI	4800 UI
Riboflavin (Vit B2)	0,03 mg/g	0,05 mg/g
Thiamin (Vit B1)	-	0,04 mg/100g
Vitamin C	3 mg/g	13 mg/100gr
Asam Nikotinat	-	0,3 mg/100g
Nilai kalori setiap 100g	39	50-60

Sumber : Le Manguer, 1980 dalam Pracaya (1989)

Respirasi dapat diartikan sebagai pemecahan oksidatif dari bahan-bahan yang kompleks, yang biasanya terdapat dalam sel. Seperti zat pati, asam-asam organik dan makro molekul menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dan dihasilkan energi. Reaksi yang terjadi aerob adalah sebagai berikut :



Oleh karena O<sub>2</sub> yang terbatas maka terjadi reaksi anaerob sebagai berikut :



Kecepatan respirasi ini dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor dari dalam dan faktor luar. Faktor dalam berupa tingkat perkembangan, ukuran komoditi, kulit penutup, alamiah, dan tipe jaringan. Faktor luar berupa suhu, konsentrasi O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> hormon tanaman dan etilen (Affandi, 1984).



Menurut Blackman dan Parija (1928) dalam Kartasapoetra (1994), bahwa aktivitas respirasi berkaitan dengan proses penuaan dan ditandai dengan penurunan ketahanan jaringan. Ketahanan jaringan ini berpengaruh terhadap pengendalian metabolisme melalui selaput-selaput pemisah substrat dan enzim (Kartasapoetra, 1989). Respirasi ditentukan dengan pengukuran  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$ , yaitu dengan pengukuran laju penggunaan  $\text{O}_2$  atau dengan penentuan laju pengeluaran  $\text{CO}_2$ . Dengan pengukuran  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  dimungkinkan untuk mengevaluasi sifat proses respirasi. Perbandingan  $\text{CO}_2$  terhadap  $\text{O}_2$  dinamakan koefisien respirasi (RQ). RQ berguna untuk mededuki sifat substrat yang digunakan dalam respirasi, sejauh mana reaksi respirasi telah berlangsung, dan sejauh mana proses itu bersifat aerobik atau anaerobik.

Laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk daya simpan buah sesudah panen. Intensitas respirasi dianggap sebagai ukuran laju jalannya metabolisme dan oleh karena itu sering dianggap sebagai petunjuk mengenai potensi daya simpan buah. Laju respirasi yang tinggi biasanya disertai oleh umur simpan pendek. Untuk buah-buah pada puncak perkembangannya, laju respirasinya minimal pada tingkat kematangan, dan setelah itu boleh dikatakan konstan, demikian pula sesudah pemanenan. Hanya bila proses pematangan akan dimulai, laju respirasinya meningkat sampai puncak klimaterik (Pantastico dan Kamariyani, 1993).

Selain proses respirasi juga terjadi proses transpirasi yaitu penguapan air dari tanaman. Bagian tertentu terdiri dari dinding sel hanya terdiri dari material dinding primer yang bentuknya bervariasi, yang disebut noktah dimana merupakan tempat peraluan bahan-bahan dari sel yang satu ke yang lain (saluran pertukaran). Fahn (1991) dalam Pantastico dan Kamariyani (1993) menyatakan bahwa tempat transpirasi utama pada tanaman adalah mulut kulit dan kutikula. Diperkirakan bahwa bentuk dan struktur berbagai lapisan lilin merupakan faktor utama yang menentukan laju kehilangan air.



### 2.3 Produksi Etilen dan CO<sub>2</sub>

Selain proses menjadi masak dan menjadi tuanya hasil tanaman itu banyak dihubungkan dengan terjadinya perubahan pada zat-zat tertentu dan fisik hasil tanaman, banyak pula yang menghubungkan dengan etilen. Etilen adalah suatu senyawa kimia yang mudah menguap, yang dihasilkan selama proses masakannya hasil tanaman terutama buah-buahan dan sayuran (Kartasapoetra, 1994).

Etilen ini merupakan hormon yang dibutuhkan dalam proses pematangan. Etilen ini dapat berperan sebagai hormon setelah jumlahnya mencapai kadar tertentu yang disebut nilai ambang (threshold). Nilai ambang ini menurun apabila buah-buahan itu dipetik. Oleh karena itu jumlah etilen yang dibutuhkan untuk proses pematangan buah yang telah dipetik lebih kecil daripada buah-buahan yang dibiarkan tinggal pada tanaman (Tranggono, 1986).

Di samping pengaruh yang menyolok terhadap perombakan pigmen klorofil, etilen mempunyai pengaruh juga terhadap jalannya respirasi, terutama bagi buah-buahan klimaterik, dan lain-lain aktivitas metabolisme. Pembentukan etilen tergantung adanya O<sub>2</sub>. Dalam keadaan anaerobik tidak terjadi pembentukan etilen. Etilen terdapat dalam ruang-ruang interseluler dalam jumlah yang cukup banyak pada saat timbulnya respirasi adanya etilen ini dapat diperiksa dengan menggunakan alat gas kromatografi (Apandi, 1984).

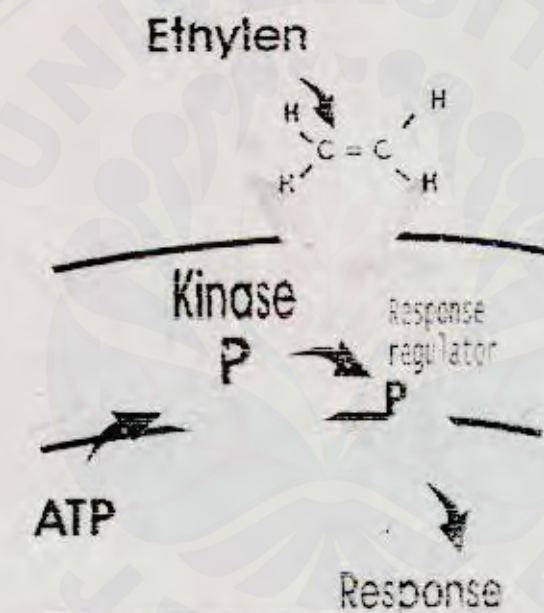
Produksi etilen erat hubungannya dengan aktivitas respirasi, sedang yang dimaksud dengan aktivitas respirasi itu meningkat dengan ditandai oleh meningkatnya penyerapan oksigen oleh tanaman. Namun demikian pemacuan aktivitas respirasi oleh etilen dapat dikatakan mempunyai sifat yang berbeda pada hasil tanaman yang klimaterik dan non klimaterik, pada hasil tanaman klimaterik pengaruh itu tidaklah nyata karena disini walaupun terdapat jumlah yang banyak kenyataannya oksigen tersebut tidak banyak jumlahnya yang diserap untuk respirasi, sehingga produksi etilen sangat minim, produksi etilen disini hanyalah untuk mengawalkan fase klimateriknya (Kartasapoetra, 1994).

Etilen dihasilkan oleh hampir seluruh jaringan tanaman baik pada jaringan tua maupun jaringan muda. Perbedaannya adalah pada jaringan muda kadar etilen lebih rendah daripada jaringan tua. Etilen yang diproduksi sel akan mengalami



difusi ke seluruh bagian jaringan. Etilen tersebut dapat dilepaskan ke udara atau ditangkap oleh reseptor.

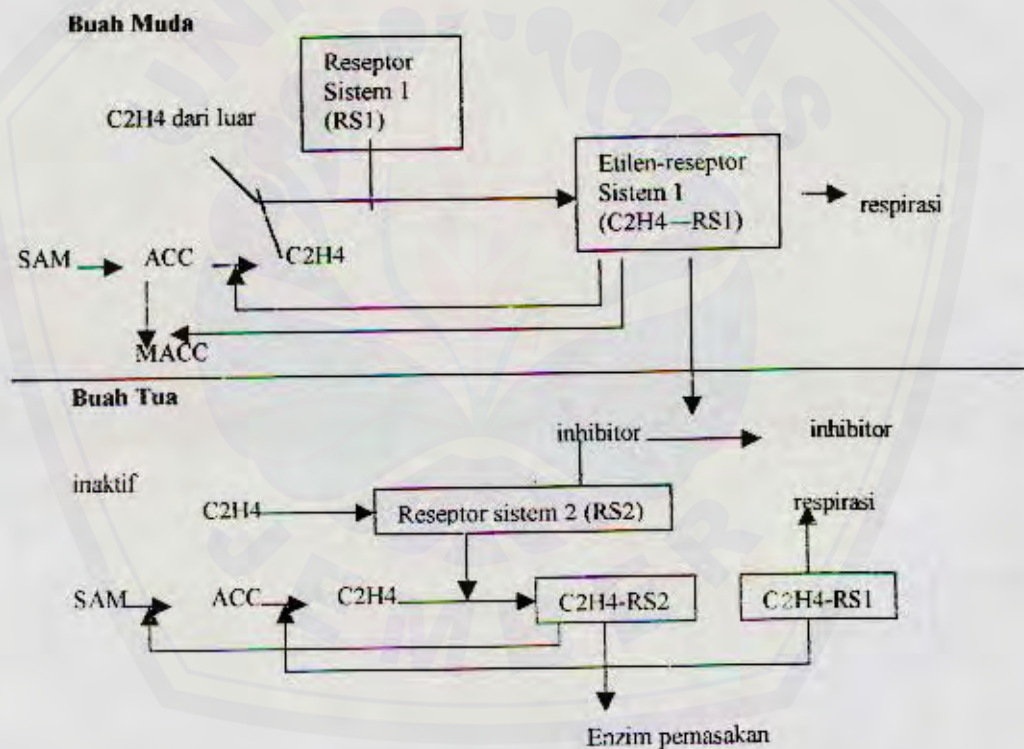
Ikatan etilen dan reseptor membran sel akan membentuk kompleks etilen – reseptor. Kompleks etilen-resptor ini akan memicu autofosforilasi di resptor diikuti pemindahan ligan. Ligan yang dilepas oleh tempat pengendali akan merangsang aktivitas enzim ACC oksidasedan enzim ACC-N-maloniltransferase dan menginduksi ekspresi gen-gen tertentu untuk menghasilkan enzim-enzim yang berperan pada proses pemasakan yaitu SPS, SS dan invertase (Reid, 1995). Mekanisme pengendalian aktivitas etilen dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Model Pengendalian Aktivitas Etilen (Reid, 1995).

Reseptor pada buah mangga ada 2 macam sistem yaitu : reseptor sistem 1 dan reseptor sistem 2. Reseptor sistem 1 terdapat dalam buah muda dan tua, sedangkan reseptor sistem 2 hanya terdapat pada dalam buah tua. Etilen pada kadar tertentu baik berasal dari dalam maupun dari luar akan diikat oleh reseptor sistem 1. Ikatan etilen dan reseptor sistem 1 akan menyebabkan reseptor menjadi aktif dan merangsang pembentukan etilen dan MACC. Kompleks ikatan etilen-reseptor sistem 1 juga dapat merangsang sistem respirasi sehingga laju respirasi naik. Ikatan kompleks etilen-resptor sistem 1 juga menginaktifkan inhibitor

reseptor sistem 2 sehingga reseptor sistem 2 dapat mengikat etilen. Kompleks ikatan etilen-reseptor sistem 2 memicu pembentukan ACC, SAM, dan merangsang ekspresi gen-gen tertentu yang memproduksi protein enzim yang berhubungan dengan proses pemasakan. Oleh karena yang dihasilkan dapat meningkatkan laju sintesis etilen, maka pada awal klimaterik pelepasan etilen naik sampai puncak klimaterik. Selanjutnya pada waktu etilen- reseptor sistem 2 menjadi aktif mengikat etilan, pelepasan etilen akan menurun Setelah semua etilen- reseptor sistem 1 dan sistem 2 jenuh etilen, pelepasan etilen naik kembali. Pada akhir klimaterik sumber energi mulai turun sehingga produksi ATP menyebabkan produksi etilen akan menurun (Fa, 1987).



**Gambar 2.** Model Aktivasi Etilen pada Buah Muda dan Buah Tua (Fa,1987).



Buah-buahan klimaterik dan non klimaterik dibedakan oleh respon mereka terhadap etilen yang diberikan dan bentuk produksi etilen selama pemasakan. Diketahui bahwa semua buah-buahan menghasilkan etilen walaupun dalam jumlah yang sangat kecil selama perkembangan. Tetapi seiring dengan kemasakan buah-buahan klimaterik menghasilkan etilen dalam jumlah lebih besar daripada buah non klimaterik. Perbedaan antar dua kelompok buah-buahan tersebut diperjelas dengan diketahui konsentrasi etilen internal yang dijumpai pada beberapa tahapan perkembangan dan pemasakan seperti terlihat pada Tabel 2. (Wills, dkk, 1981).

**Tabel 2. Konsentrasi Etilen Internal yang diukur pada beberapa Buah-buahan Klimaterik dan Non klimaterik**

Buah-buahan	Etilen(uL/L)
<b><u>Klimaterik</u></b>	
Apel	25 – 2500
Pir	80
Persik	0,9 – 20,7
Nektarin	3,6 – 60,2
Apokat	28,9 – 74,2
Pisang	0,05 – 2,1
Mangga	0,04 – 3,0
Passion fruit	466 – 530
Plum	0,14 – 0,23
Tomat	3,6 – 29, 8
<b><u>Non Klimaterik</u></b>	
Jeruk nipis	0,11 – 0,17
Jeruk	0,13 – 0,32
Nenas	0,16 – 0,40

**Sumber :** Wills, dkk, 1981

Gula baik yang bebas maupun terikat pada zat-zat lain merupakan komponen penting untuk mendapatkan flavour melalui perimbangan antara gula dan asam, warna (derivet antosianidin) dan tekstur yang utuh. Selama pematangan bentuk-bentuk ini mengalami perubahan metabolik baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Pantastico, 1986).

Perubahan kualitatif terbesar selama pemasakan yaitu pemecahan polimer-polimer karbohidrat kompleks, terutama pati menjadi gula sederhana. Kenaikan



gula menyebabkan buah-buahan menjadi manis. Pemecahan karbohidrat polimeris seperti senyawa pektat dan hemiselulosa juga terjadi. Protopektin yang merupakan induk senyawa pektat yang tidak larut akan menjadi senyawa-senyawa dengan berat molekul kecil yang lebih larut dalam air sehingga berpengaruh terhadap laju pelunakan buah-buahan (Novijanto, 1997).

Asam-asam organik yang tidak menguap merupakan komponen utama penyusun sel yang mengalami perubahan selama pematangan buah. Menurut Mod dan Reddy (dalam Pantastico, 1986) bahwa asam-asam utama yang ditemukan dalam buah mangga ternyata adalah asam sitrat, malat, dan askorbat dilaporkan berkurang masing-masing 10, 40, dan 2,5 kali dibanding jumlah awalnya.

#### 2.4 Pelapisan Kulit Buah

Secara alami permukaan kulit buah selalu dilapisi oleh lapisan lilin (wax). Untuk penyempurnaannya perlu ditambahkan lapisan tambahan, seperti penggunaan parafin, minyak goreng dan gel pati. Yang perlu diperhatikan didalam pelapisan tambahan ini adalah ketebalan lapisan, karena jika terlalu tebal bisa menyebabkan seluruh pori tertutup rapat dan akibatnya akan terjadi respirasi anaerob (Satuhu dan Supriyadi, 1996).

Beberapa penelitian yang sudah dilaksanakan tentang upaya melapisi kulit buah untuk menurunkan laju respirasi dan transpirasi pada dasarnya bisa dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. dilapisi bahan non edible, terutama lilin (Hagenmaier dan Baker, 1993 ; Hagenmaier dan Shaw, 1991 ; Hagenmaier dan Shaw, 1992)
2. dilapisi bahan edible (Sumnu dan Bayindirli, 1994).

Pada kedua kelompok perlakuan tersebut diketahui bahwa perlakuan-perlakuan tersebut bisa mengurangi dan menurunkan laju respirasi dan transpirasi.

Karbohidrat dengan adanya air akan mengalami gelatinisasi pada pemanasan bertahap, dimana pada keadaan ini bisa digunakan sebagai perekat. Selanjutnya setelah dingin akan mengalami set back karena proses retrogradasi. Sifat ini hendak diaplikasikan terhadap kulit buah, sehingga laju respirasi dan transpirasi dapat diturunkan (Sanderson, 1981).



Pati merupakan salah satu jenis polisakarida terpenting, yang merupakan bentuk yang digunakan untuk menyimpan glukosa dalam proses metabolisme. Sebagai cadangan makanan, pati terdapat dalam bentuk butir-butir kecil atau granula. Bentuk, ukuran, letak hilum dan lamella, maupun sifat "birefringent" pati bersifat unik, sehingga dapat digunakan untuk menentukan sumbernya (Hodge dan Osman, 1976).

Jenis-jenis tepung yang digunakan sebagai sumber pati sebagai bahan – bahan pelapis dalam penyimpanan pisang Ambon dan Jeruk Siam adalah pati dengan kandungan amilosa dan atau amilopektin tinggi. Pada Tabel. 3 dapat dilihat komposisi kimia berbagai jenis pati

**Tabel 3. Komposisi Kimia Berbagai Jenis Pati**

Sumber Pati	Amilosa (%)	Amilopektin (%)	Suhu Gelatinisasi (C)
Beras	17 – 18	82 – 83	66 – 78
Beras ketan	0 – 1	99 – 100	62,5 – 72
Ganyong	34 – 37	63 – 66	67,5 – 88,5
Tapioka	17 - 20	80 – 83	49 – 64,5

Sumber : Haryadi, 1995

Penggunaan gel pati sebagai bahan pelapis kulit buah banyak membantu di dalam menurunkan proses respirasi dan transpirasi. Penelitian yang dilakukan oleh Sumnu dan Bayindirli (1994) membuktikan hal ini. Penggunaan gel pati sebagai bahan pelapis kulit buah lombok yang tinggi kandungan minyak pada bagian kulitnya akan membentuk suatu sistem emulsi air dan minyak. Untuk menurunkan tegangan antar muka ini bisa digunakan bahan-bahan pengemulsi yang termasuk kelompok nonionik, anionik, amfoter, dan kationik).

Tepung beras ketan adalah tepung yang diperoleh dengan cara menggiling atau menumbuk beras ketan (*Oryza sativa glutinosa*). Tepung beras ketan biasanya digunakan bahan olahan pangan bagi keperluan rumah tangga seperti pembuatan kue, dodol, bubur, wingko dan juga sebagai bahan penambah pada produk makanan ringan dalam industri snack serta dapat digunakan sebagai produk makanan bayi ( Anonim, 1992).



Menurut ( Wachjudin dan Nasution 1976) komponen utama tepung beras adalah amilopektin. Kadar amilosa dalam beras ketan hanya berkisar antara 0,8 sampai 1,3% dari kadar pati seluruhnya. Perbandingan kadar amilosa dan amilopektin sangat menentukan sifat dan bentuk hasil pemasakan , misalnya tekstur dan sifat mengkilap.

Komponen terbesar dari tepung beras adalah pati 90% sedangkan bagian lainnya adalah protein, lemak, serat kasar, abu dan air. Komponen-komponen yang terdapat dalam tepung beras sangat bergantung pada jenis dan varietasnya. Komposisi tepung beras secara umum terdiri dari karbohidrat 78,9%, protein 6,8%, lemak 0,7%, serat 0,2 – 0,4%, abu 0,6 – 0,8%, dan air 13,6% (Anonim, 1981).

Menurut Juliano (1976) perbandingan tertentu dari komponen amilosa dan amilopektin dalam tepung beras terdiri dari granula-granula kecil dengan diameter berkisar antara 3 – 9 mikron. Molekul pati dalam granula terdapat dalam susunan yang rapi dan memberikan bentuk kristal pada granula baik tepung beras ketan maupun tepung beras. Granula pati bersifat agak higroskopik, maka dari itu kelembaban dari beras berubah sangat cepat dengan suatu perubahan pada temperatur atau kelembaban relatif.

## 2.5 Hipotesis

1. Tingkat kemasakan berpengaruh terhadap produksi etilen, CO<sub>2</sub> dan beberapa sifat kimia pada buah mangga Gadung klon 21.
2. Jenis pelapis berpengaruh terhadap produksi etilen, CO<sub>2</sub> dan beberapa sifat kimia pada buah mangga Gadung klon 21.
3. Terdapat interaksi antara tingkat kemasakan dan jenis pelapis pati terhadap produksi etilen, CO<sub>2</sub> dan beberapa sifat kimia pada buah mangga Gadung klon 21.



### III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian meliputi buah mangga Gadung Klon 21 pada berbagai tingkat kemasakan yaitu 105, 110, dan 115 HSPP, gel pati beras ketan 2,5%, gel pati beras 2,5%, CMC 0,4%, aquades, NaOH 0,1N, KI, I<sub>2</sub>, phenophthalcin, KmnO<sub>4</sub> 0,1 N.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Alat penelitian meliputi neraca analitis, biuret, pipet volum, hygrometer, hand refraktrometer, toples, colorimetric, kompresor, spektrofotometer, erlenmeyer, beker glass, labu ukur 500ml, blender, sentrifuge, pisau, tabung reaksi, eksikator.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan dan Gizi Politeknik Negeri Jember dan Laboratorium Kimia MIPA.

##### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober sampai Desember 2001.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu :

Faktor pertama adalah tingkat kemasakan buah (A) terdiri atas 3 level yaitu :

A1 = 105 Hari Setelah Pembungaan Penuh

A2 = 110 Hari Setelah Pembungaan Penuh

A3 = 115 Hari Setelah Pembungaan Penuh

Faktor kedua adalah pelapis jenis pati (B) yang terdiri dari 2 level yaitu :

B0 = Kontrol

B1 = Gel pati beras ketan 2,5%

B2 = Gel pati beras 2,5%

Kombinasi perlakuannya sebagai berikut :

A1B0 = tingkat kemasakan 105 HSPP tanpa pelapis

A1B1 = tingkat kemasakan 105 HSPP dilapisi pati beras ketan

A1B2 = tingkat kemasakan 105 HSPP dilapisi pati beras

A2B0 = tingkat kemasakan 110 HSPP tanpa pelapis

A2B1 = tingkat kemasakan 110 HSPP dilapisi pati beras ketan

A2B2 = tingkat kemasakan 110 HSPP dilapisi pati beras

A3B0 = tingkat kemasakan 115 HSPP tanpa pelapis

A3B1 = tingkat kemasakan 115 HSPP dilapisi pati beras ketan

A3B2 = tingkat kemasakan 115 HSPP dilapisi pati beras

Masing-masing kombinasi dari perlakuan diulang sebanyak tiga kali, dengan penyimpanan suhu ruang. Menurut Gaspers (1991) model statistika dari penelitian ini adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + K_k + \varepsilon_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, t$

$j = 1, \dots, a$

$k = 1, \dots, b$

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan dari kelompok ke- $k$  yang memperoleh taraf ke- $i$  dari faktor A, dan taraf ke- $j$  dari faktor B dan taraf ke- $K$

$\mu$  = rata-rata umum

$K_k$  = pengaruh jenis pelapis dari kelompok ke- $k$

$A_i$  = pengaruh tingkat kemasakan dari taraf ke- $i$  faktor A

$B_j$  = pengaruh jenis pelapis dari taraf ke- $j$  faktor B

$(AB)_{ij}$  = pengaruh interaksi taraf ke- $i$  faktor A dengan taraf ke- $j$  faktor B

$\varepsilon_{ik}$  = pengaruh galat percobaan pada kelompok ke- $k$  yang memperoleh taraf ke- $i$  faktor A

$\varepsilon_{ijk}$  = pengaruh galat percobaan pada kelompok ke- $k$  yang memperoleh taraf ke- $i$  faktor A, taraf ke- $j$  faktor B



### **3.4 Pengamatan**

Parameter yang diamati selain produksi etilen dan CO<sub>2</sub> adalah kadar gula reduksi, dan total asam.

### **3.5 Mekanisme Penelitian**

Buah mangga yang telah mengalami perlakuan seperti pada **Gambar 1**, pengamatan produksi etilen dan CO<sub>2</sub> dilakukan pada hari ketujuh, kedelapan, kesembilan sedangkan untuk kadar gula reduksi dan total asam dilakukan pengamatan pada hari ketujuh dan keempatbelas.

### **3.6 Prosedur Pengamatan**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahap-tahap yang telah ditentukan. Tahap-tahap tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**. Yang dilanjutkan dengan pengamatan produksi etilen dan CO<sub>2</sub> dan beberapa sifat fisiko kimia.

#### **3.6.1 Pelapisan gel pati beras ketan dan gel pati beras pada contoh**

Untuk pelapisan gel pati beras ketan menggunakan pati beras ketan dan pati beras dengan konsentrasi 2,5% pada suhu 50°C dengan penambahan CMC 0,4%. Sehingga dihasilkan gel pati beras ketan dan gel pati beras 2,5% yang siap untuk dioleskan pada buah mangga



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Pelapisan Mangga dengan Gel Pati

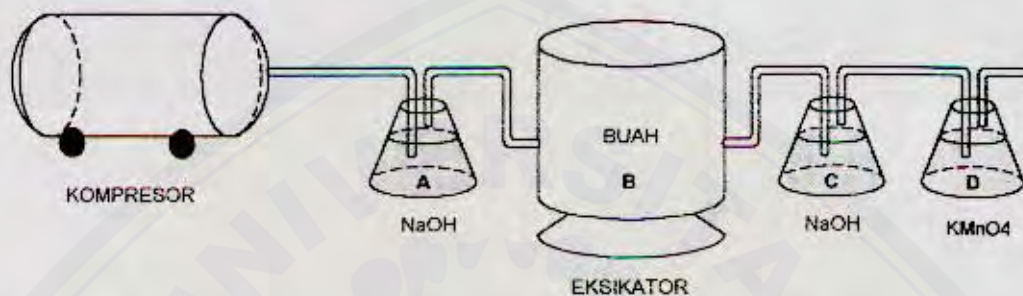
### 3.6.2 Pengukuran Etilen dan CO<sub>2</sub>

Untuk mengukur produksi etilen dan CO<sub>2</sub> menggunakan rangkaian peralatan sebagaimana terlihat pada **gambar.2**. Udara sebelum melewati sample buah terlebih dahulu dilewatkan dalam larutan NaOH 0,01 N pada erlenmeyer A untuk mengikat CO<sub>2</sub> yang ada, udara yang keluar dari erlenmeyer A dianggap telah bebas dari CO<sub>2</sub>, dan kemudian didalam wadah B yang berisi buah yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya udara yang keluar dari wadah B ditampung dalam erlenmeyer C yang berisi NaOH 0,01 N yang berfungsi untuk mengikat gas CO<sub>2</sub> yang diproduksi buah sebagai hasil proses respirasi. Pengukuran jumlah gas CO<sub>2</sub> yang terikat oleh larutan NaOH 0,01 N dalam tabung C dilakukan setelah respirasi berlangsung selama 2 jam. Larutan NaOH 0,01 N yang sudah mengikat CO<sub>2</sub>



tersebut dititrasi dengan HCl 0,01 N dengan menggunakan indikator phenophtalein 1% (Novijanto, 1997).

Elenmeyer D yang berisi  $\text{KMnO}_4$  berfungsi untuk mengukur kandungan etilen yang dihasilkan oleh buah, dengan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 470 nm.



**Gambar 2.** Rangkaian alat untuk mengukur etilen dan  $\text{CO}_2$

Pengukuran kandungan etilen pada contoh dengan spektrofotometri adalah sebagai berikut :

#### **Penyiapan kurva standar**

- Larutan  $\text{KmnO}_4$  standar dibuat (1mmol  $\text{KmnO}_4$ /l)
- Dari larutan  $\text{KmnO}_4$  standar tersebut dilakukan pengenceran menjadi 100 ml sehingga diperoleh larutan  $\text{KmnO}_4$  dengan konsentrasi 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 mg / 100ml.
- Disiapkan 7 tabung reaksi yang bersih , masing-masing diisi dengan 1 ml air suling sebagai blangko.
- *Optical density* (OD) masing-masing larutan tersebut ditera pada panjang gelombang 470 nm.
- Dibuat kurva standar yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi  $\text{KmnO}_4$  dan OD.

#### **Penentuan etilen pada contoh**

- Disiapkan larutan contoh yang mempunyai kadar  $\text{KMnO}_4$  1 mol/l.
- Diasumsikan 1 L  $\text{KMnO}_4$  = 1 mol/L

100 ml  $\text{KMnO}_4 = 0,01$  gr etilen

- Kadar etilen =  $\frac{\text{KMnO}_4 \text{ blanko} - \text{KMnO}_4 \text{ sisa}}{\text{Gr bahan} \times 1000}$

**Pengukuran kandungan  $\text{CO}_2$  dengan cara titrasi sebagai berikut :**

#### **Standarisasi NaOH**

- Ditimbang 0,63 g kristal asam oksalat, masukkan ke dalam erlenmeyer dan larutkan ke dalam aquadest sampai terlarut semua.  
kemudian dimasukkan larutan NaOH yang akan ditentukan normalitasnya ke dalam buret 50 ml sampai batas tanda
- Ditambahkan 2 sampai 3 tetes indikator PP (phenolphthalein) ke dalam larutan asam oksalat.
- Kemudian dititrasi dengan larutan NaOH sampai tercapai titik ekuivalen. Hitung NaOH yang diperlukan.
- Ulangi langkah di atas sebanyak 3 kali.

#### **Standarisasi HCl**

- Dipipet 10 ml HCl yang akan ditentukan normalitasnya dengan menggunakan pipet volum ditambah 2 tetes indikator PP
- Titrasi dengan NaOH yang telah distandarisasi sehingga tercapai titik ekuivalen yang ditandai dengan perubahan warna indikator
- Ulangi langkah di atas sebanyak 3 kali

#### **Penentuan Kandungan $\text{CO}_2$**

- Diambil larutan NaOH 0,1 N yang telah mengikat  $\text{CO}_2$  dari sampel
- Ditetaskan indikator phenolphthalein kemudian dititrasi dengan menggunakan HCl 0,1 N sampai terjadi perubahan warna merah muda
- Dicatat berapa ml HCl yang digunakan
- Analisa dilakukan sebanyak 3 kali dan hasilnya dirata – rata



$$\text{Laju respirasi (mg CO}_2\text{/g/jam)} = \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml contoh}) \times \text{N HCl} \times \text{BM CO}_2}{\text{g bahan} \times 2 \times 1000}$$

### 3.6.3 Gula Reduksi

Penentuan gula reduksi dengan cara spektrofotometri, metode Nelson Somogy (Sudarmadji dkk., 1984) sebagai berikut :

#### Penyiapan kurva standar

- Larutan glukosa standar dibuat dengan ( 10 mg glukosa anhidrat / 100 ml).
- Dari larutan glukosa standar tersebut dilakukan 6 pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 mg / 100ml.
- Disiapkan 7 tabung reaksi yang bersih , masing-masing diisi dengan 1 ml air suling sebagai blanko.
- Ditambahkan ke dalam masing-masing tabung diatas 1 ml reagensia Nelson, dan dipanaskan semua tabung pada penangas air mendidih selama 20 menit.
- Semua tabung diambil dan segera didinginkan bersama-sama dalam gelas piala yang berisi air dingin sehingga suhu tabung mencapai 25°C.
- Setelah dingin ditambahkan 1 ml reagensia Arsenomolybdat, di gojog sampai semua endapan Cu<sub>2</sub>O yang ada larut kembali.
- Setelah semua endapan Cu<sub>2</sub>O larut sempurna, ditambahkan 7 ml air suling, gojog sampai homogen.
- *Optical density* (OD) masing-masing larutan tersebut ditera pada panjang gelombang 540 nm.
- Dibuat kurva standar yang menunjukkan hubungan antara konsentarsi glukosa dan OD.

#### Penentuan gula reduksi pada contoh

- Ditimbang daging buah mangga yang sudah dihilangkan kulitnya dan dihancurkan dengan blender sampai diperoleh slurry.
- Ditimbang 10 gram slurry dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.
- Disaring hingga filtratnya yang jernih terpisah.

- Diambil 10 ml filtrat yang didapat, dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang bersih sebagai larutan contoh.

#### 3.6.4 Total Asam

Total asam diukur dengan cara titrasi menggunakan larutan NaOH (Muchtadi, dkk., 1977) sebagai berikut :

- 100 gram daging buah dimasukan ke dalam labu ukur 500 ml.
- Diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- Diambil 50 yang diperoleh, dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer.
- Ditetesi 0,3 ml indikator phenophtalein kemudian dititrasi dengan menggunakan NaOH 0,1 N sampai dengan terjadiperubahan warna merah jambu.
- Total asam dihitung sebagai jumlah ml NaOH 0,1 N per 100 gram bahan.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian mengenai pengaruh tingkat kemasakan dan jenis pelapis pati terhadap produksi etilen  $\text{CO}_2$  dan beberapa sifat kimia maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat kemasakan buah (A) berpengaruh tidak nyata terhadap produksi etilen pada hari ketujuh, kesembilan, gula reduksi hari keempat belas, serta dan total asam pada hari keempat belas ; berpengaruh nyata terhadap produksi etilen pada hari kedelapan, produksi  $\text{CO}_2$  pada hari kedelapan, kadar gula reduksi hari ketujuh dan total asam hari ketujuh ; berpengaruh sangat nyata terhadap produksi  $\text{CO}_2$  pada hari ketujuh dan kesembilan.
2. Jenis pelapis pati (B) berpengaruh tidak nyata terhadap produksi etilen pada hari kedelapan, kesembilan serta produksi  $\text{CO}_2$  pada hari ketujuh, kedelapan, dan kesembilan, kadar gula reduksi hari ketujuh, keempat belas, dan total asam hari ketujuh dan keempat belas ; berpengaruh sangat nyata terhadap produksi etilen hari ketujuh.
3. Interaksi tingkat kemasakan buah (A) dan jenis pelapis pati berpengaruh tidak nyata terhadap produksi etilen pada hari ketujuh, kedelapan, dan kesembilan, produksi  $\text{CO}_2$  hari ketujuh, kedelapan, dan kesembilan, kadar gula reduksi hari ketujuh dan keempat belas serta total asam hari keempat belas ; berpengaruh nyata terhadap total asam hari keempat belas.
4. Kombinasi terbaik adalah pada perlakuan A1B1.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian produksi etilen  $\text{CO}_2$  pada interval waktu dari awal penyimpanan sampai buah mengalami kerusakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1981. *Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Anonim. 1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta : Bharata Karya Aksara
- AAK. 1991. *Budidaya Tanaman Mangga*. Yogyakarta : Kanisius
- Affandi, M. 1984. *Teknologi Buah Sayur*. Bandung : Alumnus Bandung
- Blanshard, S.M.V. & J.R. Mitchell. 1979. *Polisaccharides in Food*. London. Boston : Butterworth
- Fardiaz, D. 1987. Risalah Seminar : *Bahan Tambahan Kimiawi (Food Additives)*, Bogor : Pusat Antar Universitas (PAU) Pangan dan Gizi
- Gasperz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico. Jakarta
- Hagenmaier, R.D. & R.A. Baker. 1993. *Reduction In Gas Exchange of Citrus Fruit by Wax Coatings*. J. Agr. Food Chem. 41.(2)
- Hagenmaier, R.D. & P.E. Shaw. 1991. *Permeability of Coating Made with Emulsified Polyethylene Wax*. J. Agric Food Chem. 39(10)
- Hageinmaier, R.D. & P.E. Shaw. 1992. *Gas Permability of Fruit Coating Wax*. J.Am Soc. Hortic. Sci. 117(1)
- Haryadi. 1995. *Sifat-sifat Fungsional Pati dalam Bahan Pangan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. Fakultas Teknologi Hasil Pertanian.
- Hodge, J.E. dan Osman, 1976. *Carbohydrates* didalam Femema, O.R (Ed). Food Science. New York : Marcel Dekker Inc
- Juliano. 1976. *Pengantar Pengolahan Tepung Serealia dan Biji-bijian*: Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Kartasapoetra. 1994. *Teknologi Pasca Panen*. Jakarta : Rineka Cipta
- Kusumo, S., R. Soehendro dan Suminto Tj. 1995. *Mangga*. Jakarta : Lembaga Penelitian Holtikultura Pasar Minggu
- Meyer, L H. 1960. *Food Chemistry*. New York : Reinhold Publishing Co



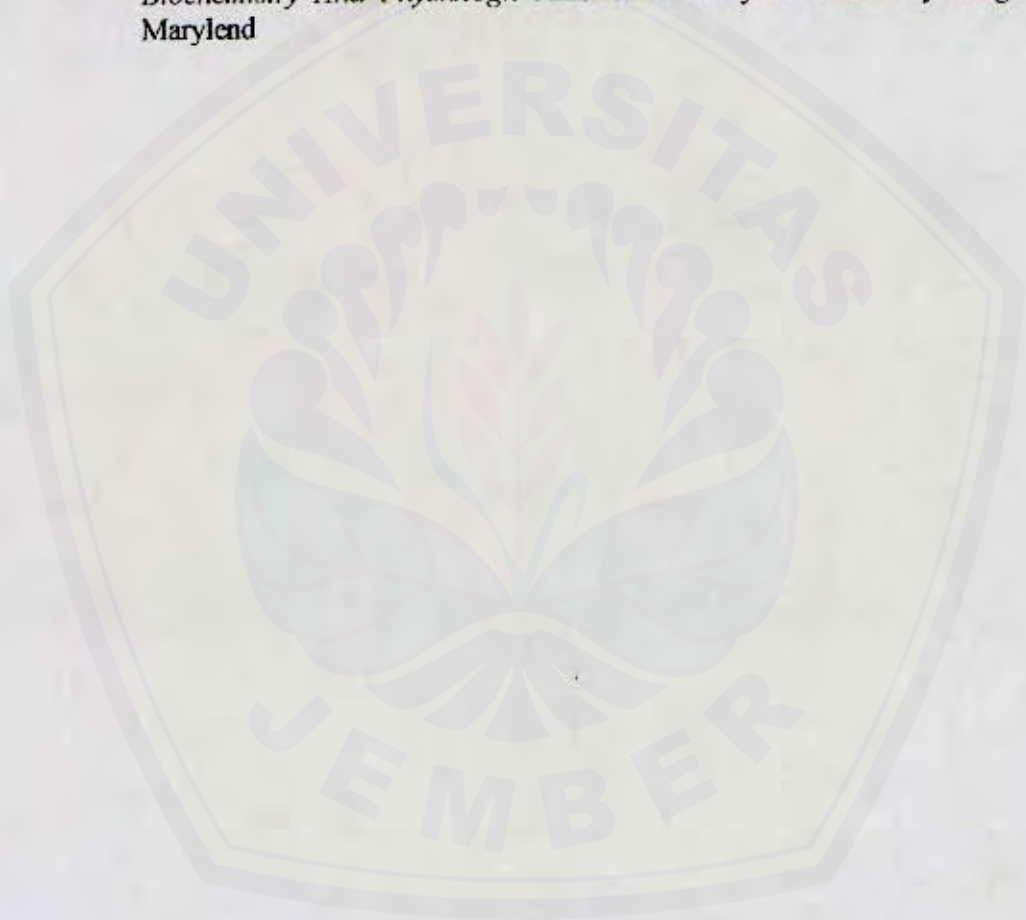
- Mucthtadi, D.; M Tien; H. Suhadi, dan S. Sulijati, 1977. *Penuntun Praktikum Pengetahuan dan Pengolahan Bahan Pangan Nabati (sayuran dan Buah-buahan)*. Bogor : Departemen Teknologi Hasil Pertanian. Fatemeta IPB
- Novijanto, N. 1997. *Fisiologi Teknolgi Pasca Panen*. Jember : Universitas Jember. Fakultas Teknologi Pertanian
- Ochse. 1972. *Indische Vruchten: Volks Lectuur Weltevreden*
- Pantastico, Er B, 1986. *Fisiologi Pasca Panen, Pengolahan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayuran Tropik.*, Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Pracaya. 1989. *Bertanam Mangga*. Jakarta :Penebar Swadaya
- Reid M.S., 1995. *Ethylene In Plant Growth, Development, And Senescence Dalam Davies Peter J., Plant Hormons*. New York : Kluwer Academic Publishers
- Salunkhe, D.K, H.R. Bolin dan N.R, Reoddy, 1991. *Storge Proccesing and Nutritional Quality of Fruit and Vegetables*. Boca. Raton. Bostob : CRC Press INC
- Sanderson, G.R., 1981. *Polysaccharides internasional Foods*.New York : Food Tecnology
- Satuhu S, 2000. *Penanganan Mangga Segar untuk Ekspor*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Sudarmadji S., B. Haryono, dan Suhadi. 1996. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty
- Sumnu, G. dan L. Bayindirli. 1994. *Effects On Semperfresh and John Fresh Fruit Coating On Poststorage Quality of Ankara Pears*. J. Food Process Preserve.18 (3)
- Tranggono. 1988. *Fisiologi Pasca Panen Hasil Tanaman*. Yogyakarta : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada
- Tridjaya, N. O. 1994. *Chilling Injury of Citrus*, Australia : University of New South Wales. Sidney
- Wahyudin dan Nursalim. 1976. *Manual Analisis Pati dan Produk Pati*. Yogyakarta : PAU Pangan Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada

Wills, R.H.H, L.D.Graham, W.B.Mc Glassond and E.G. Hall, 1981. *Post Harvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables.* Kensington. Australia : New South Wales University Press

Winarno,F.G. dan Aman. 1981. *Fisiologi Lepas Panen.* Jakarta : Bina Sarana

Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi.* Jakarta : Gramedia

Fa, Y.S. 1987. *The Role Of Ethylene Synthesis in Fruit Ripening* Dalam Thomson William W., Nothage Eugene A., Hufferker Ray C., *Plant Senescence: Its Biochemistry And Physiologi.* American Society Of Plant Physiologist. Maryland





**Lampiran I**

**Parameter Etilen hari ke 7**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat		F-hitung	F-tabel	
		Kuadrat	Tengah		5%	1%
Perlakuan	8	0.151553	0.018944			
Faktor A	2	0.004813	0.002406	0.611463 ns	3.555	6.013
Linier	1	0.00304	0.00304	0.772562 ns	4.414	8.285
Kuadratik	1	0.001772	0.001772	0.450365 ns	4.414	8.285
Faktor B	2	0.131297	0.065649	16.68107**	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.015443	0.003861	0.980987 ns	2.928	4.579
Galat	18	0.070839	0.003936			
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>0.222392</b>				
Keterangan : ns berbeda tidak nyata					CV	8.09%

**RAL Faktorial Transformasi Akar Kuadrat (Y+0.5)**

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A1B0	0.935	0.962	0.911	2.809	0.936
A1B1	0.847	0.741	0.855	2.443	0.814
A1B2	0.910	0.792	0.894	2.597	0.866
A2B0	0.985	0.911	1.001	2.898	0.966
A2B1	0.815	0.778	0.871	2.465	0.822
A2B2	0.914	0.772	0.888	2.524	0.841
A3B0	0.995	1.006	0.955	2.957	0.986
A3B1	0.885	0.724	0.724	2.333	0.778
A3B2	0.824	0.755	0.746	2.325	0.778
<b>Total</b>				<b>23.352</b>	
<b>Rata-rata</b>					<b>0.865</b>

**Tabel dua arah Faktor A x B**

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	2.808747	2.897936	2.956956	8.663638	0.96
B1	2.597386	2.524051	2.325322	7.241616	0.80
B2	2.44328	2.465141	2.333195	7.44676	0.83
<b>Total</b>	<b>7.849412</b>	<b>7.887128</b>	<b>7.615473</b>		
<b>Rata-rata</b>	<b>0.87</b>	<b>0.88</b>	<b>0.85</b>		

**Lampiran 2.**

**Uji Polinomial Orthogonal**

Faktor B

Orde	Skala Periodik			JK	Ci <sup>2</sup>
	105	110	115		
Polinomial					
Linier	-1	0	1	2	0.00304
Kuadratik	1	-2	1	6	0.001772
<b>Hasil Perkalian</b>					
Linier	-7.84941	0	7.615473	-0.23394	
Kuadratik	7.849412	-15.7743	7.615473	-0.30937	
Total	7.849412	7.887128	7.615473		

**Uji Duncan's Multiple Range Test**

Perlakuan	Rata-rata	SSR5%	DMRT5%	Notasi
A3B0	0.986	3.39	0.123	a
A2B0	0.966	3.37	0.122	a
A1B0	0.936	3.35	0.121	ab
A1B2	0.866	3.32	0.120	abc
A2B2	0.841	3.27	0.118	bc
A2B1	0.822	3.21	0.116	bc
A1B1	0.814	3.12	0.113	c
A3B1	0.778	2.97	0.108	c
A3B2	0.775			c

Keterangan Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



**Lampiran 3**

**Parameter Etilen (hari ke-8)**

**RAL Faktorial Transformasi Akar Kuadrat (Y+0.5)**

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A1B0	0.760	0.832	0.893	2.486	0.829
A1B1	0.822	0.767	0.891	2.479	0.826
A1B2	0.771	0.713	0.739	2.224	0.741
A2B0	0.892	0.946	0.979	2.816	0.939
A2B1	0.984	0.786	0.729	2.499	0.833
A2B2	0.989	0.960	0.985	2.934	0.978
A3B0	0.912	0.738	0.894	2.544	0.848
A3B1	0.954	0.798	0.853	2.605	0.868
A3B2	0.774	0.886	0.787	2.447	0.816
Total				23.035	
Rata-rata					0.853

**Tabel dua arah Faktor A x B**

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	2.486038	2.815918	2.544267	7.846223	0.87
B1	2.479462	2.499205	2.605229	7.583896	0.84
B2	2.223548	2.934018	2.447171	7.604736	0.84
Total	7.189048	8.249141	7.596666		
Rata-rata	0.80	0.92	0.84		

**Uji Polinomial Orthogonal**

Faktor B

Orde Polinomial	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Linier	-1	0	1	1	2 0.009231
Kuadratik	1	-2	1	1	6 0.054313
Hasil Perkalian					
Linier	-7.18905	0	7.596666	0.407619	
Kuadratik	7.189048	-16.4983	7.596666	-1.71257	
Total	7.189048	8.249141	7.596666		

**Lampiran 4**

**Analisa**

**Varian Etilen (hari ke-8)**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%	1%
Perlakuan	8	0.116419	0.014552			
Faktor A	2	0.063543	0.031772	5.882994*	3.555	6.013
Linier	1	0.009231	0.009231	1.709201 ns	4.414	8.285
Kuadratik	1	0.054313	0.054313	10.05679**	4.414	8.285
Faktor B	2	0.004725	0.002362	0.437417 ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.048151	0.012038	2.228955 ns	2.928	4.579
Galat	18	0.097211	0.005401			
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>0.21363</b>				

Keterangan : \* berbeda nyata  
 \*\* berbeda sangat nyata CV 8.46%  
 ns berbeda tidak nyata

**Uji Duncan's Multiple Range Test**

Perlakuan	Rata-rata	SSR5%	DMRT5%	Notasi
A2B2	0.978	3.39	0.144a	
A2B0	0.939	3.37	0.143ab	
A3B1	0.868	3.35	0.142abc	
A3B0	0.848	3.32	0.141abc	
A2B1	0.833	3.27	0.139abc	
A1B0	0.829	3.21	0.136abc	
A1B1	0.826	3.12	0.132abc	
A3B2	0.816	2.97	0.126bc	
A1B2	0.741		c	

Keterangan Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



**Lampiran 5**

**Parameter Etilen (hari ke-9)  
RAL Faktorial Transformasi Akar Kuadrat (Y+0.5)**

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A1B0	0.736	0.809	0.804	2.350	0.783
A1B1	0.992	0.818	0.896	2.705	0.902
A1B2	0.917	0.767	0.957	2.641	0.880
A2B0	0.845	0.875	0.853	2.573	0.858
A2B1	0.707	0.906	0.938	2.550	0.850
A2B2	0.784	0.723	0.707	2.214	0.738
A3B0	0.823	0.964	0.804	2.592	0.864
A3B1	0.860	0.930	0.898	2.687	0.896
A3B2	0.849	0.906	0.945	2.700	0.900
Total				23.011	
Rata-rata					0.852

**Tabel dua arah Faktor A x B**

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	2.349711	2.572842	2.591617	7.514171	0.83
B1	2.705134	2.550195	2.68748	7.942809	0.88
B2	2.640951	2.213876	2.699605	7.554432	0.84
Total	7.695796	7.336913	7.978702		
Rata-rata	0.86	0.82	0.89		

**Uji Polinomial Orthogonal**

Orde Polinomial	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Linier	-1	0	1	2	0.004446
Kuadratik	1	-2	1	6	0.018543
Hasil Perkalian					
Linier	-7.6958	0	7.978702	0.282906	
Kuadratik	7.695796	-14.6738	7.978702	1.000672	
Total	7.695796	7.336913	7.978702		

Lampiran 6

Analisa

Varian Etilen (hari ke-9)

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%	1%
Perlakuan	8	0.076184	0.009523			
Faktor A	2	0.02299	0.011495	2.158075 ns	3.555	6.013
Linier	1	0.004446	0.004446	0.834783 ns	4.414	8.285
Kuadratik	1	0.018543	0.018543	3.481368 ns	4.414	8.285
Faktor B	2	0.012451	0.006226	1.168826 ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.040742	0.010186	1.912261 ns	2.928	4.579
Galat	18	0.095876	0.005326			
Total	26	0.17206				

Keterangan : ns berbeda tidak nyata



Lampiran 7

Parameter CO<sub>2</sub> (hari ke-7)  
RAL Faktorial Transformasi Akar Kuadrat (Y+0.5)

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A1B0	0.997	1.046	0.976	3.019	1.006
A1B1	1.009	0.980	0.985	2.974	0.991
A1B2	0.958	0.974	1.081	3.012	1.004
A2B0	1.459	1.340	1.456	4.255	1.418
A2B1	1.356	1.401	1.311	4.069	1.356
A2B2	1.225	1.645	1.143	4.013	1.338
A3B0	1.606	1.696	1.581	4.883	1.628
A3B1	1.640	1.330	1.825	4.795	1.598
A3B2	1.418	1.688	1.933	5.039	1.680
Total				36.059	
Rata-rata					1.336

Tabel dua arah Faktor A x B

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	3.019157	4.254564	4.882938	12.15666	1.35
B1	2.973642	4.069025	4.794957	11.83762	1.32
B2	3.012457	4.013082	5.039443	12.06498	1.34
Total	9.005256	12.33667	14.71734		
Rata-rata	1.00	1.37	1.64		

Uji Polinomial Orthogonal

Faktor B

Orde Polinomial	Skala Periodik			C <sub>i</sub> <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Linier	-1	0	1	2	1.81266
Kuadratik	1	-2	1	6	0.016739
Hasil Perkalian					
Linier	-9.00526	0	14.71734	5.712082	
Kuadratik	9.005256	-24.6733	14.71734	-0.95075	
Total	9.005256	12.33667	14.71734		

Lampiran 8

Analisa

Varian	CO <sub>2</sub> (hari ke-7)					
Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%	1%
Perlakuan	8	1.850677	0.231335			
Faktor A	2	1.829399	0.9147	37.83625**	3.555	6.013
Linier	1	1.81266	1.81266	74.98009**	4.414	8.285
Kuadratik	1	0.016739	0.016739	0.692416ns	4.414	8.285
Faktor B	2	0.005996	0.002998	0.124002ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.015282	0.003821	0.158034ns	2.928	4.579
Galat	18	0.435154	0.024175			
Total	26	2.285831				

Keterangan : \*\* berbeda sangat nyata  
 ns berbeda tidak nyata  
 CV 9.73%

Uji Duncan's Multiple Range Test

Perlakuan	Rata-rata	SSR5%	DMRT5%	Notasi
A3B2	1.680	3.39	0.304a	
A3B0	1.628	3.37	0.303ab	
A3B1	1.598	3.35	0.301ab	
A2B0	1.418	3.32	0.298ab	
A2B1	1.356	3.27	0.294b	
A2B2	1.338	3.21	0.288b	
A1B0	1.006	3.12	0.280c	
A1B2	1.004	2.97	0.267c	
A1B1	0.991		c	

Keterangan Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



Lampiran 9

**Parameter CO2 (hari ke-8)**  
**RAL Faktorial Transformasi Akar Kuadrat (Y+0.5)**

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A1B0	0.934	0.960	0.914	2.808	0.936
A1B1	0.858	0.911	0.910	2.679	0.893
A1B2	0.918	1.939	1.069	3.926	1.309
A2B0	1.125	1.339	1.114	3.579	1.193
A2B1	1.207	1.059	1.283	3.550	1.183
A2B2	1.101	1.052	1.370	3.523	1.174
A3B0	1.987	1.105	1.115	4.207	1.402
A3B1	0.949	1.474	1.602	4.025	1.342
A3B2	1.820	1.820	1.581	5.222	1.741
<b>Total</b>				33.520	
<b>Rata-rata</b>					1.241

**Tabel dua arah Faktor A x B**

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	2.808336	3.57902	4.207344	10.5947	1.18
B1	2.679442	3.549605	4.024667	10.25371	1.14
B2	3.925789	3.523065	5.222334	12.67119	1.41
<b>Total</b>	9.413568	10.65169	13.45435		
<b>Rata-rata</b>	1.05	1.18	1.49		

**Uji Polinomial Orthogonal**

**Faktor B**

Orde Polinomial	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Linier	-1	0	1	2	0.907105
Kuadratik	1	-2	1	6	0.045329
<b>Hasil Perkalian</b>					
Linier	-9.41357	0	13.45435	4.040778	
Kuadratik	9.413568	-21.3034	13.45435	1.564535	
<b>Total</b>	9.413568	10.65169	13.45435		

Lampiran 10

Analisa

Varian	CO <sub>2</sub> (hari ke-8)					
Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%	1%
Perlakuan	8	1.543698	0.192962			
Faktor A	2	0.952434	0.476217	5.643755*	3.555	6.013
Linier	1	0.907105	0.907105	10.7503**	4.414	8.285
Kuadratik	1	0.045329	0.045329	0.537205ns	4.414	8.285
Faktor B	2	0.380454	0.190227	2.254423ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.21081	0.052703	0.624591ns	2.928	4.579
Galat	18	1.51883	0.084379			
Total	26	3.062528				

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

CV 21.65%

Uji Duncan's Multiple Range Test

Perlakuan	Rata-rata	SSR5%	DMRT5%	Notasi
A3B2	1.741	3.39	0.569a	
A3B0	1.402	3.37	0.565ab	
A3B1	1.342	3.35	0.562ab	
A1B2	1.309	3.32	0.557ab	
A2B0	1.193	3.27	0.548ab	
A2B1	1.183	3.21	0.538ab	
A2B2	1.174	3.12	0.523ab	
A1B0	0.936	2.97	0.498b	
A1B1	0.893		b	

Keterangan Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



**Lampiran 11**

**Parameter CO<sub>2</sub> (hari ke-9)  
RAL Faktorial Transformasi Akar Kuadrat (Y+0.5)**

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A1B0	1.055	1.126	1.035	3.216	1.072
A1B1	1.141	1.044	1.054	3.239	1.080
A1B2	0.996	1.034	1.094	3.125	1.042
A2B0	1.725	1.493	1.315	4.533	1.511
A2B1	1.308	1.195	1.261	3.764	1.255
A2B2	1.123	1.396	1.264	3.783	1.261
A3B0	1.855	1.749	1.612	5.216	1.739
A3B1	1.687	1.485	1.416	4.588	1.529
A3B2	1.743	1.679	0.935	4.357	1.452
Total				35.820	
Rata-rata					1.327

**Tabel dua arah Faktor A x B**

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	3.215964	4.532581	5.215889	12.96443	1.44
B1	3.238684	3.764412	4.587718	11.59081	1.29
B2	3.12452	3.782733	4.357388	11.26464	1.25
Total	9.579168	12.07973	14.161		
Rata-rata	1.06	1.34	1.57		

**Uji Polinomial Orthogonal**

Faktor B	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	Orde				
Polinomial		105	110	115	
Linier		-1	0	1	2 1.166285
Kuadratik		1	-2	1	6 0.003256
Hasil Perkalian					
Linier		-9.57917	0	14.161	4.581827
Kuadratik		9.579168	-24.1595	14.161	-0.41929
Total		9.579168	12.07973	14.161	

Lampiran 12

Analisa

Varian CO2 (hari ke-9)

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%	1%
Perlakuan	8	1.431683	0.17896			
Faktor A	2	1.169541	0.584771	17.09275**	3.555	6.013
Linier	1	1.166285	1.166285	34.09034**	4.414	8.285
Kuadratik	1	0.003256	0.003256	0.095161ns	4.414	8.285
Faktor B	2	0.180834	0.090417	2.642876ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.081308	0.020327	0.594155ns	2.928	4.579
Galat	18	0.615809	0.034212			
Total	26	2.047492				

Keterangan : \*\* berbeda sangat nyata  
 ns berbeda tidak nyata  
 CV 12.10%

Uji Duncan's Multiple Range Test

Perlakuan	Rata-rata	SSR5%	DMRT5%	Notasi
A3B0	1.739	3.39	0.362a	
A3B1	1.529	3.37	0.360ab	
A2B0	1.511	3.35	0.358ab	
A3B2	1.452	3.32	0.355ab	
A2B2	1.261	3.27	0.349bc	
A2B1	1.255	3.21	0.343bc	
A1B1	1.080	3.12	0.333c	
A1B0	1.072	2.97	0.317c	
A1B2	1.042		c	

Keterangan Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



Lampiran 13

Parameter Gula Reduksi hari ketujuh

Tabel dua arah Faktor A x B

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	37.66	49.69	43.9	131.25	14.58
B1	39.46	40.66	50.78	130.9	14.54
B2	41.09	61.02	54.09	156.2	17.36
Total	118.21	151.37	148.77		
Rata-rata	13.13	16.82	16.53		

Uji Polinomial Orthogonal

Faktor B

Orde	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Polinomial					
Linier	-1	0	1	2	51.88409
Kuadratik	1	-2	1	6	23.68107
Hasil Perkalian					
Linier	-118.21	0	148.77	30.56	
Kuadratik	118.21	-302.74	148.77	-35.76	
Total	118.21	151.37	148.77		

Analisa Varian Gula Reduksi Hari 7

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%	1%
Perlakuan	8	164.9238	20.61547			
Faktor A	2	75.56516	37.78258	5.560592*	3.555	6.013
Linier	1	51.88409	51.88409	7.63596*	4.414	8.285
Kuadratik	1	23.68107	23.68107	3.485224ns	4.414	8.285
Faktor B	2	46.76722	23.38361	3.441447ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	42.59142	10.64786	1.567082ns	2.928	4.579
Galat	18	122.3047	6.794704			
Total	26	287.2285				

Keterangan : \* berbeda nyata  
ns berbeda tidak nyata

CV 15.40%

## Lampiran 14

## Uji Duncan's Multiple Range Test

Perlakuan	Rata-rata	SSR5%	DMRT5%	Notasi
A2B2	20.34	3.39		5.102a
A3B2	18.03	3.37		5.072ab
A3B1	16.93	3.35		5.042abc
A2B0	16.56	3.32		4.996abc
A3B0	14.63	3.27		4.921bc
A1B2	13.70	3.21		4.831bc
A2B1	13.55	3.12		4.695bc
A1B1	13.15	2.97		4.470bc
A1B0	12.55			c

Keterangan Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



**Lampiran 15**

**Parameter Gula Reduksi Hari 14**

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A1B0	21.61	15.08	14.06	50.75	16.92
A1B1	18.18	23.78	9.19	51.15	17.05
A1B2	18.18	18.77	20.92	57.87	19.29
A2B0	13.14	17.49	18.61	49.24	16.41
A2B1	21.6	19.69	13.19	54.48	18.16
A2B2	20.09	21.98	19.23	61.3	20.43
A3B0	19.82	21.12	18.34	59.28	19.76
A3B1	15.71	20.71	21.98	58.4	19.47
A3B2	19.82	21.12	24.43	65.37	21.79
<b>Total</b>				507.84	
<b>Rata-rata</b>					18.81

Tabel dua arah Faktor A x B

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	50.75	49.24	59.28	159.27	17.70
B1	51.15	54.48	58.4	164.03	18.23
B2	57.87	61.3	65.37	184.54	20.50
<b>Total</b>	159.77	165.02	183.05		
<b>Rata-rata</b>	17.75	18.34	20.34		

**Uji Polinomial Orthogonal**

Faktor B

Orde	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Polinomial					
Linier	-1	0	1	2	30.1088
Kuadratik	1	-2	1	6	3.0246
<b>Hasil Perkalian</b>					
Linier	-159.77	0	183.05	23.28	
Kuadratik	159.77	-330.04	183.05	12.78	
<b>Total</b>	159.77	165.02	183.05		

**Lampiran 16**

**Analisa**

**Varian Gula Reduksi Hari 14**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	77.7856	9.7232			
Faktor A	2	33.1334	16.5667	1.228442ns	3.555	6.013
Linier	1	30.1088	30.1088	2.232605ns	4.414	8.285
Kuadratik	1	3.0246	3.0246	0.224278ns	4.414	8.285
Faktor B	2	40.07002	20.03501	1.485621ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	4.582178	1.145544	0.084944ns	2.928	4.579
Galat	18	242.7471	13.48595			
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>320.5327</b>				

Keterangan :

ns berbeda tidak nyata

CV

18.86%



**Lampiran 17**

**Parameter total asam hari ketujuh**

Tabel dua arah Faktor A x B

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	0.63	0.42	0.53	1.58	0.18
B1	0.64	1.14	0.39	2.17	0.24
B2	1.25	0.4	0.36	2.01	0.22
Total	2.52	1.96	1.28		
Rata-rata	0.28	0.22	0.14		

**Uji Polinomial Orthogonal**

Faktor B

Orde Polinomial	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Linier	-1	0	1	1	2 0.085422
Kuadratik	1	-2	1	1	6 0.000267
Hasil Perkalian					
Linier	-2.52	0	1.28		-1.24
Kuadratik	2.52	-3.92	1.28		-0.12
Total	2.52	1.96	1.28		

**Analisa**

**Varian Total Asam Hari ke 7**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	0.293733	0.036717			
Faktor A	2	0.085689	0.042844	3.612742*	3.555	6.013
Linier	1	0.085422	0.085422	7.202998*	4.414	8.285
Kuadratik	1	0.000267	0.000267	0.022486ns	4.414	8.285
Faktor B	2	0.020689	0.010344	0.872267ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.187356	0.046839	3.949563*	2.928	4.579
Galat	18	0.213467	0.011859			
Total	26	0.5072				

Keterangan : \* berbeda nyata  
ns berbeda tidak nyata

## Lampiran 18

## Uji Duncan's Multiple Range Test

Perlakuan	Rata-rata	SSR5%	DMRT5%	Notasi
A1B2	0.42	3.39		0.213a
A2B1	0.38	3.37		0.212ab
A1B1	0.21	3.35		0.211abc
A1B0	0.21	3.32		0.209abc
A3B0	0.18	3.27		0.206bc
A2B0	0.14	3.21		0.202c
A2B2	0.13	3.12		0.196c
A3B1	0.13	2.97		0.187c
A3B2	0.12			c

Keterangan Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%





**Lampiran 19**

**Parameter Total Asam hari keempatbelas**

Tabel dua arah Faktor A x B

Faktor B	Faktor A			Total	Rata-rata
	A1	A2	A3		
B0	0.41	0.78	0.43	1.62	0.18
B1	0.55	1.67	0.64	2.86	0.32
B2	0.34	2.84	0.36	3.54	0.39
Total	1.3	5.29	1.43		
Rata-rata	0.14	0.59	0.16		

**Uji Polinomial Orthogonal**

Faktor B

Orde	Skala Periodik			Ci <sup>2</sup>	JK
	105	110	115		
Polinomial					
Linier	-1	0	1	2	0.000939
Kuadratik	1	-2	1	6	1.141157
Hasil Perkalian					
Linier	-1.3	0	1.43	0.13	
Kuadratik	1.3	-10.58	1.43	-7.85	
Total	1.3	5.29	1.43		

**Analisa**

**Varian Total Asam Hari ke 14**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	1.875496	0.234437			
Faktor A	2	1.142096	0.571048	2.147844ns	3.555	6.013
Linier	1	0.000939	0.000939	0.003531ns	4.414	8.285
Kuadratik	1	1.141157	1.141157	4.292157ns	4.414	8.285
Faktor B	2	0.210607	0.105304	0.396072ns	3.555	6.013
Interaksi AB	4	0.522793	0.130698	0.491586ns	2.928	4.579
Galat	18	4.785667	0.26587			
Total	26	6.661163				

Keterangan : ns berbeda tidak nyata