



**PENGARUH MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG)  
TERHADAP DIAMETER MATA LALAT BUAH  
(*Drosophila melanogaster* M.) STRAIN BAR**

SKRIPSI

S

Asal :	Hadiah	Klass
	Pembelian	595.77
Terima Tgl :	23 JAN 2008	NUG
No. Induk :		P
Pengkatalog :	SFS	e.1

Oleh:

Yanuar Hadi Nugroho  
NIM. 021810401011

JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007



**PENGARUH MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG)  
TERHADAP DIAMETER MATA LALAT BUAH  
(*Drosophila melanogaster* M.) STRAIN BAR**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana Sains Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Oleh:  
**Yanuar Hadi Nugroho**  
NIM 021810401011

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, terucapkan sebagai rasa syukur dengan terselesaikannya tugas akhir ini. Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, serta shalawat Nabi Muhammad SAW, saya persembahkan skripsi ini sebagai rasa terima kasih kepada:

1. Ibunda Ratnaningsih dan Ayahanda Marmin Hadi, serta adikku Tiwi yang telah memberikan segalanya demi kelanjutan untuk kehidupan yang lebih baik Terima kasih atas do`a-do`anya yang tidak pernah putus dalam mengiringi setiap langkahku.
2. Guru-guruku terhormat sejak TK sampai Perguruan Tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam universitas Jember.

**MOTTO**

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain) dan hanya kepada Allah kami berharap.

(Terjemahan Q.S. Al Insyirah: 6-8)\*

Bisa jadi Allah mencegah kamu mendapatkan sesuatu adalah Anugerah, tidak terlaksananya keinginan kamu adalah bentuk kasih sayangnya, tertundanya pencapaian harapan kamu adalah Inayah-nya, karena Dia lebih memahami dan lebih mengetahui dirimu daripada kamu sendiri.

(Aidh bin Abdullah Al Qarni)\*\*

---

\* Departemen Agama Republik Indonesia. 2003. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: CV. Toha Putra.

\*\* Al Qarni, A. B. A. 2002. *Jangan Bersedih 4*. Jakarta: Penerbit Gema Insani

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yanuar Hadi Nugroho

NIM : 021810401011

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *Pengaruh Monosodium Glutamat (MSG) terhadap Diameter Mata Lalat Buah (Drosophila melanogasterM.) Strain Bar* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 27 Juli 2007

Yang menyatakan,



Yanuar Hadi Nugroho

NIM 021810401011

SKRIPSI

**PENGARUH MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG)  
TERHADAP DIAMETER MATA LALAT BUAH  
(*Drosophila melanogaster* M.) STRAIN BAR**

Oleh:

Yanuar Hadi Nugroho

NIM 021810401011

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sri Mumpuni W.W., SPd, MSi

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Rike Oktarianti, MSi.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengaruh Monosodium Glutamat (MSG) terhadap Diameter Mata Lalat Buah (Drosophila melanogaster M.) Strain Bar* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada:

hari : SELASA

tanggal: 25 SEP 2007

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua

(Sri Mumpuni W.W., SPd, MSi)  
NIP 132 236 060

Sekretaris

(Dra. Rike Oktarianti, MSi)  
NIP 131 877 583

Anggota I,

(Dr. Hidayat Teguh W., MPd)  
NIP 131 759 845

Anggota II,

(Dra. Susantin F., MSi)  
NIP 131 832 306

Mengesahkan  
Dekan Fakultas MIPA UNEJ



(Ir. Sumadi, M.S.)  
NIP 130 368 784

RINGKASAN

**Pengaruh Monosodium Glutamat (MSG) terhadap Diameter Mata lalat Buah (*Drosophila melanogaster* M.) Strain Bar**; Yanuar Hadi Nugroho, 021810401011; 2006; 42 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Monosodium glutamat (MSG) merupakan produk penyedap rasa yang memberikan rasa gurih dan nikmat pada makanan. Penelitian yang dilakukan Matsumoto, dkk (1977), Sugimura dan Sato (1983), serta Takayama, dkk (1984) menjelaskan bahwa MSG bila dipanaskan akan pecah menjadi dua zat baru yaitu: *Glutamic Pyrolysed-1 (Glu-P-1)* dan *Glutamic Pyrolysed-2 (Glu-P-2)*. Kedua zat ini bersifat mutagenik (dapat menyebabkan kelainan genetik) dan karsinogenik (menyebabkan kanker) (Budiarso, 2005). Salah satu jenis mutasi adalah duplikasi kromosom. Contoh peristiwa duplikasi adalah adanya fenotip mata Bar pada *Drosophila melanogaster* (Tamarin, 1991). Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ingin mengetahui lebih lanjut mengenai pengaruh monosodium glutamat terhadap diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Bahan-bahan yang digunakan adalah: *Drosophila melanogaster* strain Bar jantan dan betina, medium pertumbuhan dan monosodium glutamat "Ajinomoto 99+ %". Pada penelitian ini data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Anava dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan 10 kali. Faktor yang diuji adalah: monosodium glutamat (MSG) tanpa dipanaskan dan dengan dipanaskan pada konsentrasi 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% dan 3.5%. Apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka data yang diperoleh diuji lebih lanjut menggunakan Uji Beda Nyata terkecil (BNT) 5% (Gaspersz, 1991).

Rata-rata panjang diameter mata setelah perlakuan monosodium glutamat tanpa pemanasan pada konsentrasi 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% dan 3.5% berturut-turut



adalah  $31.04 \pm 0.36^a$ ,  $30.39 \pm 0.63^b$ ,  $30.37 \pm 0.80^b$ ,  $29.91 \pm 0.69^c$  dan  $29.88 \pm 0.64^c$ . Sedangkan untuk perlakuan monosodium glutamat dengan pemanasan pada konsentrasi 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% dan 3.5% berturut-turut adalah  $31.04 \pm 0.33^a$ ,  $30.06 \pm 0.73^c$ ,  $29.94 \pm 0.93^c$ ,  $29.51 \pm 0.72^d$ , dan  $29.44 \pm 0.63^d$ . Rata-rata lebar diameter mata setelah perlakuan monosodium glutamat tanpa pemanasan pada konsentrasi 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% dan 3.5% berturut-turut adalah  $12.76 \pm 0.10^a$ ,  $12.71 \pm 0.10^{ab}$ ,  $12.70 \pm 0.09^{ab}$ ,  $12.68 \pm 0.09^{ab}$ , dan  $12.66 \pm 0.10^b$ . Sedangkan untuk perlakuan monosodium glutamat dengan pemanasan pada konsentrasi 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% dan 3.5% berturut-turut adalah  $12.76 \pm 0.10^a$ ,  $12.71 \pm 0.07^{ab}$ ,  $12.68 \pm 0.09^b$ ,  $12.67 \pm 0.07^b$ , dan  $12.64 \pm 0.09^b$ . Mutasi nutrisi atau biokimiawi mempengaruhi kemampuan organisme untuk menghasilkan molekul, misalnya asam amino, yang penting untuk pertumbuhan. Diduga penambahan monosodium glutamat yang membawa zat aktif (Glu-P-1) yang bersifat mutagenik menyebabkan kecenderungan pengurangan pada diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.

Pemberian monosodium glutamat (MSG) berpengaruh nyata terhadap penyempitan panjang diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain Bar tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap penyempitan lebar diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain Bar. Pemberian monosodium glutamat (MSG) yang dipanaskan memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap penyempitan diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain Bar.

## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Monosodium Glutamat (MSG) terhadap Diameter Mata Lalat Buah (Drosophila melanogaster M.) Strain Bar*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Sri Mumpuni W.W., SPd, MSi., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dra. Rike Oktarianti, MSi., selaku Dosen Pembimbing Anggota, DR. Hidayat Teguh W., MPd., selaku Dosen Penguji I dan Dra. Susantin F., MSi., selaku Dosen Penguji II serta Dra. Retno Wimbaningrum. yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
2. Rekan kerjaku Mbak Ken dan temanku Cecep, Endik dan Gufron yang telah banyak membantu dan memberi dorongan semangat.
3. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan "Biologi 2002" dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
4. Ikhwafillah di IONS dan KAMMI yang telah banyak memotivasi dan mendoakan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga segala yang tertuang dalam karya ini dapat bermanfaat bagi para peneliti khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Drosophila melanogaster</i> .....	4
2.1.1 Sistematika .....	4
2.1.2 Ciri-ciri Morfologi .....	4
2.1.3 Siklus Hidup .....	5
2.2 Monosodium Glutamat .....	5
2.3 Mutasi Bar pada <i>Drosophila</i> .....	7

2.4 Hipotesis .....	9
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu .....	10
3.2 Alat dan Bahan .....	10
3.2.1 Alat .....	10
3.2.2 Bahan .....	10
3.3 Rancangan Penelitian .....	10
3.4 Prosedur Penelitian .....	11
3.4.1 Pembuatan Medium .....	11
3.4.2 Teknik Isolasi Virgin .....	12
3.4.3 Teknik Mendapatkan Keturunan Pertama (F <sub>1</sub> ) .....	12
3.4.4 Cara pengukuran Diameter Mata .....	13
3.5 Analisis Data .....	13
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pengaruh Monosodium Glutamat (MSG) terhadap Diameter Mata <i>Drosophila melanogaster</i> .....	14
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	21
5.2 Saran .....	21
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	22
<b>LAMPIRAN</b> .....	25

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Rancangan Penelitian .....	11
4.1 Rata-rata Panjang Diameter Mata <i>D. Melanogaster</i> Strain Bar .....	14
4.2 Rata-rata Lebar Diameter Mata <i>D. Melanogaster</i> Strain Bar .....	15



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Perbandingan Mata Normal dan Mata Bar pada <i>D. Melanogaster</i> .....	5
2.2 Struktur Molekul Monosodium Glutamat (MSG) .....	6
2.3 Fenotip Mata bar pada <i>Drosophila</i> Betina .....	8
2.4 Pindah Silang pada <i>Drosophila</i> mata Bar Betina Homozigot yang dilakukan oleh Sturtevant dan Morgan .....	9
4.1 Grafik Perbandingan Panjang Diameter Mata <i>Drosophila melanogaster</i> Strain Bar pada Perlakuan Monosodium Glutamat Dengan dan Tanpa Pemanasan .....	16
4.2 Grafik Perbandingan Lebar Diameter Mata <i>Drosophila melanogaster</i> Strain Bar pada Perlakuan Monosodium Glutamat Dengan dan Tanpa Pemanasan .....	16
4.3 Struktur Kimia <i>Glutamic pyrolised-1</i> dan <i>Glutamic pyrolised-2</i> .....	18
4.4 Alur Modifikasi DNA oleh Glu-P-1 .....	18

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil Analisis Rancangan Acak Lengkap pada Panjang Diameter Mata .....	25
B. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Taraf 5% pada Panjang Diameter Mata .....	26
C. Hasil Analisis Rancangan Acak Lengkap pada Lebar Diameter Mata .....	27
D. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Taraf 5% pada Lebar Diameter Mata .....	28





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fenotip makhluk hidup dipengaruhi oleh gen dan faktor lingkungan. Fenotip makhluk hidup merupakan penampakan dari makhluk hidup yang dapat teramati seperti morfologi, fisiologi dan tingkah laku. Gen tersusun dari unsur kimia (polinukleotida) yang membawa informasi genetik yang berpengaruh terhadap makhluk hidup (Suryo, 1998). Faktor lingkungan yang dapat menyebabkan modifikasi antara lain: suhu, nutrisi, cahaya dan hadirnya senyawa kimia tertentu (Sidauruk, 1995).

Monosodium glutamat (MSG) merupakan produk penyedap rasa yang memberikan rasa gurih dan nikmat pada makanan. Monosodium glutamat merupakan zat kimia hasil persenyawaan antara ion Sodium ( $\text{Na}^+$ ) dengan asam L-glutamat. Unsur Na hanya memiliki satu valensi, yang hanya mampu mengikat satu unsur sehingga monosodium glutamat dapat menjadi bahan karsinogenik (Food Chemical News, 1996).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Iskandar, dkk. (2002) mengenai pengaruh MSG terhadap fenotip *Drosophila melanogaster* menunjukkan bahwa monosodium glutamat (MSG) merupakan zat mutagenik yang dapat menyebabkan mutasi. Pada konsentrasi 0,5 g; 1,5 g; 2,5 g; 3,5 g dan 4,5 g mampu mempengaruhi perubahan fenotip *Drosophila melanogaster* yakni terhadap *black body*, *sable body*, sayap *curly* and sayap *vestigial*. Serta ditemukan juga pada konsentrasi 3,5 g dan 4,5 g ternyata dapat menyebabkan mutasi letal *Drosophila melanogaster* Meigen.

Penelitian lain yang dilakukan Matsumoto, dkk (1977), Sugimura dan Sato (1983), serta Takayama, dkk (1984) menjelaskan bahwa MSG bila dipanaskan akan pecah menjadi dua zat baru yaitu: *Glutamic Pyrolysed-1 (Glu-P-1)* dan *Glutamic Pyrolysed-2 (Glu-P-2)*. Kedua zat ini bersifat mutagenik (dapat menyebabkan kelainan genetik) dan karsinogenik (menyebabkan kanker) (Budiarso, 2005).



Salah satu jenis mutasi adalah duplikasi kromosom. Duplikasi menyebabkan variasi fenotip yang mungkin tampak seperti disebabkan oleh mutasi gen sederhana. Contoh klasik peristiwa duplikasi adalah adanya fenotip mata Bar pada *Drosophila melanogaster* dengan ciri mata yang sempit dan bercelah (Tamarin, 1991).

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ingin mengetahui lebih lanjut mengenai pengaruh monosodium glutamat terhadap diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah monosodium glutamat (MSG) berpengaruh terhadap penyempitan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar?
2. Apakah ada perbedaan pengaruh monosodium glutamat (MSG) yang dipanaskan dengan yang tidak dipanaskan terhadap penyempitan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar?

### 1.3 Batasan Masalah

Pengukuran panjang terpanjang dan lebar terlebar dari diameter mata *Drosophila melanogaster* sebagai pengukuran tidak langsung jumlah faset mata. Penurunan nilai diameter mata sebagai indikasi terjadinya pengurangan jumlah faset mata *Drosophila melanogaster*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh monosodium glutamat (MSG) terhadap penyempitan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.
2. Untuk mengetahui adakah perbedaan pengaruh antara perlakuan monosodium glutamat (MSG) yang dipanaskan dan yang tidak dipanaskan terhadap penyempitan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan tambahan informasi mengenai pengaruh monosodium glutamat terhadap diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.
2. Memberikan tambahan informasi tentang perbedaan pengaruh antara monosodium glutamat yang dipanaskan dengan yang tidak dipanaskan terhadap diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.





## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Drosophila melanogaster*

#### 2.1.1 Sistematika

Meigen (1830) dalam Wikipedia (2005) menyebutkan sistematika *Drosophila melanogaster* adalah sebagai berikut:

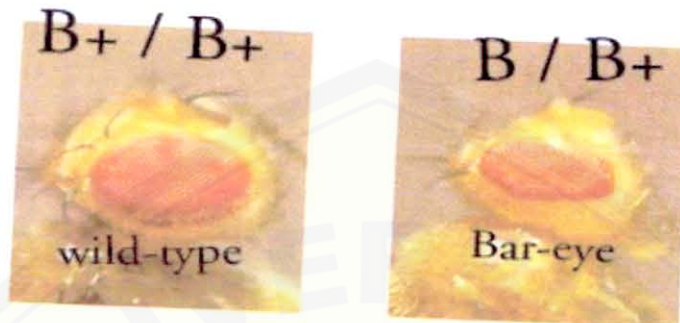
Kingdom	: Animalia
Phyllum	: Arthropoda
Clas	: Insecta
Ordo	: Diptera
Family	: Drosophilidae
Subfamily	: Drosophilinae
Genus	: <i>Drosophila</i>
Subgenus	: <i>Sophophora</i>
Species	: <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen.

#### 2.1.2 Ciri-ciri Morfologi

*D. melanogaster* normal memiliki mata faset berwarna merah, tubuh berwarna kuning kecoklatan dengan garis-garis hitam melintang dari dada sampai abdomen. *D. melanogaster* menunjukkan dimorfisme kelamin. Betina memiliki panjang tubuh sekitar 2,5 mm, sedangkan jantan memiliki ukuran tubuh lebih kecil dan bagian belakang tubuhnya lebih gelap (Wikipedia, 2005). Pada lalat jantan terdapat *sex comb* (sisir kelamin) pada kaki depannya, sehingga dapat digunakan sebagai alat identifikasi, sedangkan lalat betina tidak mempunyai sisir kelamin (Herskowitz, 1977).

*D. melanogaster* memiliki beberapa strain, di antaranya adalah *D. melanogaster* strain Bar. Ciri-ciri tubuh pada *D. melanogaster* strain Bar sama dengan ciri-ciri tubuh *D. melanogaster* tipe liar atau normal. Ciri-ciri fenotip yang membedakan antara *D. melanogaster* strain Bar dengan *D. melanogaster* tipe liar

terletak pada bagian matanya. *D. melanogaster* strain Bar memiliki mata kecil/sempit memanjang bentuk elips, sedangkan tubuh dan sayapnya normal (Sidauruk, 1995).



Gambar 2.1 Perbandingan Mata Normal dan Mata Bar pada *D. melanogaster* (Department of Biology Usask, 2006).

### 2.1.3 Siklus Hidup

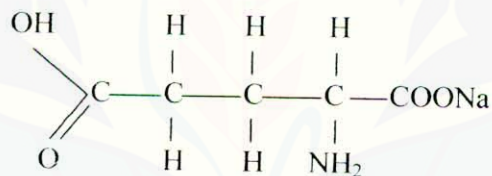
Siklus hidup *D. melanogaster* terdiri atas 4 tahap yaitu fase telur, fase larva, fase pupa, dan fase imago (Shorrock dan Bryan (1972) dalam Wulandari, 2004). Pada tahap telur ukurannya sekitar 0.5 mm. Ketika fertilisasi terjadi, telur mengalami periode pembelahan dan perkembangan sel yang cepat menghasilkan struktur utama untuk mencapai tahap larva. Pada temperatur normal (25° C) tahap perkembangan embrionik berlangsung sekitar satu hari. Larva adalah bentuk motil yang makan dan tumbuh secara cepat. Tahap larva akhir menunjukkan ukuran yang cukup terjadi sekitar lima hari setelah fertilisasi. Tahap prapupa terjadi ketika larva berhenti makan dan bergerak serta kutikulanya mulai mengeras. Pada tahap pupa terbentuk selubung keras untuk perlindungan yang dibentuk menyelimuti larva dan larva mengalami metamorfosis selama lebih kurang empat hari. Pada hari kesembilan setelah fertilisasi, lalat dewasa akan muncul dari pupa (Strickberger, 1985)

## 2.2 Monosodium Glutamat

Berpuluh tahun yang lalu telah berhasil disintesis senyawa-senyawa yang digunakan untuk menimbulkan aroma. Selain senyawa sintetik yang menimbulkan aroma, dihasilkan pula senyawa sintetik yang menimbulkan rasa enak (*flavor*

*potentiator*). Istilah *flavor potentiator* digunakan sebagai bahan-bahan yang dapat meningkatkan rasa enak atau menekan rasa yang tidak diinginkan dari suatu bahan makanan. Bahan pembangkit cita rasa yang umum adalah asam amino L atau garamnya, misalnya monosodium glutamat (MSG). Di pasaran senyawa tersebut terdapat dalam bentuk kristal monohidrat (Winarno, 2004).

MSG merupakan, turunan kimia *L-Glutamic acid monosodium salt*, yang jika di-Indonesiakan menjadi garam natrium dari asam glutamate yang dapat disingkat natrium glutamat atau sodium glutamat. Sodium merupakan nama lain dari natrium. Unsur kimianya Na, sedangkan ikatan aslinya adalah asam glutamat atau *glutamic acid* yang mampu mengikat dua ion positif. Karena unsur Na hanya memiliki satu valensi, maka masih ada satu unsur asam. Dan karena yang diikat masih baru satu maka disebut mono, artinya satu. Satu sodium asam glutamat disebut monosodium glutamat. Rumus kimianya adalah  $C_5H_8NNaO_4$  (Baharuddin, 2005).



Gambar 2.2 Struktur Molekul Monosodium Glutamat (MSG) (Winarno, 2004).

Dari struktur tersebut terlihat bahwa terdapat satu karbon asimetrik, yaitu karbon keempat dari kiri. Karbon tersebut terikat oleh empat gugus yang saling berbeda. Asam glutamat maupun garamnya terdapat dalam tiga bentuk, yaitu dua isomer L dan D. Bentuk L adalah bentuk yang banyak terdapat di alam, dan merupakan bentuk isomer aktif, demikian juga bentuk garamnya yang memiliki kekuatan yang membangkitkan atau mempertegas cita rasa (Winarno, 2004).

Reaksi ion  $Na^+$  memiliki elektronegativitas yang tinggi, menjadikan MSG garam yang ikatannya kuat, dan aroma serta cita rasanya sudah mulai terdeteksi pada konsentrasi 0,03% (Sumardi, 2004).

Asam glutamat diperoleh dari bahan yang mengandung banyak protein dan dapat dibuat secara hidrolisis asam dari bahan-bahan seperti gandum, jagung, atau

molase. Asam glutamat terbentuk dengan cara melarutkan bahan-bahan ke dalam asam klorida hingga pH 3.2 dan akan terbentuk kristal secara lambat serta dilakukan netralisasi dengan NaOH atau  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , dekolonisasi, dan dikristalkan (Winarno, 2004).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Iskandar, dkk. (2002) mengenai pengaruh MSG terhadap fenotip *Drosophila melanogaster* menunjukkan bahwa monosodium glutamat (MSG) merupakan zat mutagenik yang dapat menyebabkan mutasi.

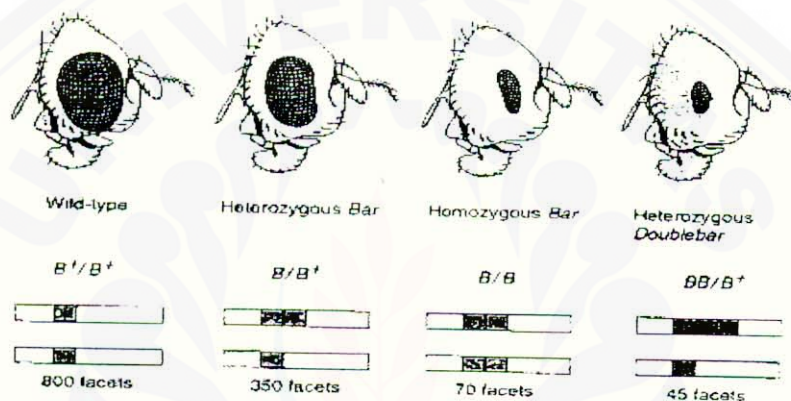
### 2.3 Mutasi Mata Bar pada *Drosophila*

Duplikasi segmen kromosom dapat terjadi karena adanya kerusakan, penyatuan, atau pindah silang dengan *loop* terbalik. Terdapat juga cara lain yang menyebabkan duplikasi terjadi, khususnya duplikasi pada wilayah kecil yang berdekatan suatu kromosom (Tamarin, 1991). Ketika terdapat sebagian dari material genetik-sebuah lokus atau sebagian besar kromosom-hadir lebih dari satu kali dalam genom, maka keadaan ini disebut duplikasi. Duplikasi mungkin terjadi sebagai hasil dari pindah silang tidak setangkup antara kromosom sinaps selama meiosis atau melalui kesalahan replikasi saat meiosis (Klug dan Cummings, 1994).

Duplikasi menyebabkan variasi fenotip yang mungkin tampak seperti disebabkan oleh mutasi gen sederhana. Contoh klasik adalah fenotip mata Bar pada *Drosophila*. Mata normal berbentuk oval sedangkan lalat buah strain Bar memiliki mata yang sempit dan bercelah. Fenotip ini diwariskan sebagai mutasi terpaut kelamin. Betina heterozigot dan jantan homozigot menunjukkan ciri tersebut, tetapi betina homozigot menunjukkan fenotip yang lebih nyata dari keduanya, pewarisan ini disebut semidominan (Klug dan Cummings, 1994). Analisis yang dilakukan pada lalat buah jantan strain Bar menunjukkan bahwa Bar disebabkan oleh duplikasi pada segmen 16A kromosom X (Tamarin, 1991).

Gen pembawa sifat mata bar pada *Drosophila melanogaster* strain Bar terletak pada kromosom 3 pada lokus 57.0 yang mempunyai ciri mata tereduksi (Strickberger, 1962).

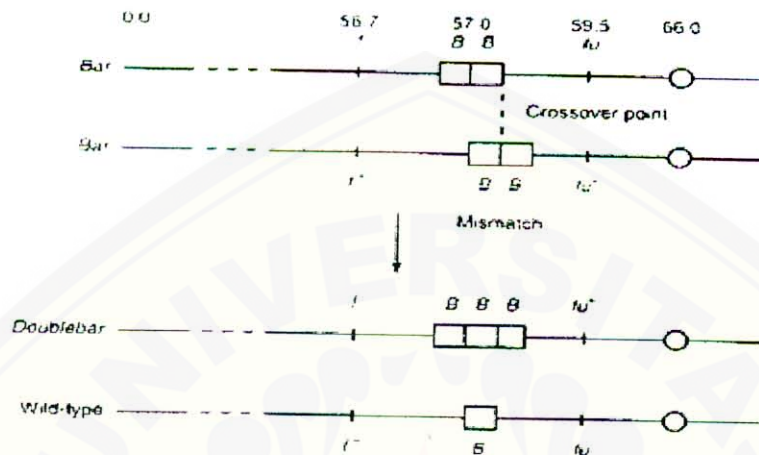
Bar adalah gen pautan kelamin yang menyebabkan pengurangan jumlah mata faset menjadi sekitar 68 pada  $B/B$  homozigot dan 358 pada  $B/B^+$  heterozigot dibandingkan dengan rata-rata 779 faset pada tipe liar  $B^+/B^+$  homozigot. Dengan strain Bar murni, tipe baru dapat muncul dengan frekuensi khusus (1/1600) yang dibawa alel normal ( $B^+$ ) atau alel baru dengan pengaruh lebih besar daripada Bar. Alel baru ini dinamakan Ultrabar ( $B^U$ ) dan pada kondisi homozigot menghasilkan hanya sekitar 24 faset (Strickberger, 1976).



Gambar 2.3 Fenotip Mata Bar pada *Drosophila* Betina (Tamarin, 1991).

Sturtevant dan Morgan mengadakan hipotesis serta menunjukkan bahwa tipe baru terjadi melalui rekombinasi pada lokus Bar. Mereka menggunakan teknik menempatkan mutasi lain di lokus sebelah Bar dan mengamati apakah alel mutan tetangga berpindah silang ketika tipe baru muncul. Lokus Bar adalah 57,0 dan dua lokus tetangga yang digunakan adalah *forked* (*f*) pada 56,7 dan *fused* (*fu*) pada 59,5. Betina Bar dengan konstitusi genetik  $f^+Bfu^+/fBfu$  disilangkan dengan jantan *forked fused* ( $fBfu / \rightarrow$  atau  $fB^+fu / \rightarrow$ ) dan keturunannya diamati. Lebih dari 20.000 keturunan dihasilkan oleh betina, alel tipe liar  $B^+$  teramati sebanyak tujuh kali dan tampak sebanyak dua kali pada Ultrabar  $B^U$ . Pada setiap kasus, terjadi pindah silang antara *forked* dan *fused*. Tiga dari alel bar tipe liar baru menunjukkan *forked*, empat menunjukkan *fused* dan dua alel Ultrabar menunjukkan *forked*. Sturtevant mengemukakan bahwa tipe baru muncul melalui pindah silang tidak setangkup. Merujuk pada teori ini, alel tipe liar terjadi karena

tidak adanya gen Bar pada lokusnya. Sebuah mutasi Bar terdiri dari insersi gen Bar pada lokusnya (Strickberger, 1976).



Gambar 2.4. Pindah Silang pada *Drosophila* Mata Bar Betina Homozigot yang Dilakukan oleh Sturtevant dan Morgan (Strickberger, 1976).

## 2.4 Hipotesis

1. Monosodium glutamat (MSG) berpengaruh terhadap penyempitan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.
2. Monosodium glutamat (MSG) yang dipanaskan memiliki pengaruh lebih besar terhadap penyempitan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain Bar.





### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2006.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain: mikroskop stereo, mikrometer okuler, mikrometer obyektif, cawan petri, selang jarum, botol selai, kuas gambar kertas pupasi, blender, kain kasa, busa penyumbat, kapas, kertas label, dan timbangan bahan.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan penelitian yang digunakan adalah: *Drosophila melanogaster* strain Bar jantan dan betina, pisang gajih, gula merah, agar-agar, aquadest, *methyl paraben*, monosodium glutamat "Ajinomoto 99+ %", asam sorbat (zat pencegah jamur) dan yeast.

#### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap yang diulang 10 kali. Faktor yang diuji adalah:

- a. Monosodium glutamat (MSG) tanpa dipanaskan.
  - 1) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 0 %
  - 2) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 0,5 %
  - 3) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 1,5 %
  - 4) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 2,5 %
  - 5) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 3,5 %

- b. Monosodium glutamat (MSG) dipanaskan.
- 1) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 0,5 %
  - 2) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 1,5 %
  - 3) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 2,5 %
  - 4) Konsentrasi monosodium glutamat (MSG) 3,5 %

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Kelompok	Perlakuan MSG (%)	Ulangan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0										
2	0,5										
3	1,5										
4	2,5										
5	3,5										

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Medium

Oktarianti dan Widajati (2007) menyebutkan bahwa bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan medium pembiakan antara lain: pisang gajih, gula merah, agar-agar, aquadest, *methyl paraben*, asam sorbat (zat pencegah jamur) dan yeast.

Menimbang bahan: pisang (550 g) dan gula merah (150 g) ditambah air secukupnya lalu diblender hingga kedua bahan tercampur rata dan halus. Agar-agar dicampur dengan aquadest kemudian dididihkan. Gula merah dan pisang yang telah diblender dimasukkan ke dalam adonan kedua. Diaduk sampai rata dan didiamkan  $\pm 10$  menit. Ragi yang sudah dilarutkan dalam air dicampur dengan *methyl paraben* dan asam sorbat. Adonan dituangkan ke dalam botol dan kertas pupasi dimasukkan serta botol ditutup dengan busa.

Dalam Wulandari (2004), disebutkan bahwa cara menyiapkan medium untuk perlakuan adalah melalui tahap-tahap sebagai berikut: menyiapkan botol biakan yang telah diberi kode sesuai dengan *Drosophila* yang akan dibiakkan. Medium stok induk yang telah dimasak dicampur dengan monosodium glutamat "Ajinomoto 99+" dengan perbandingan sebagai berikut: untuk memperoleh konsentrasi 0,5% (medium 100 gr ditambah monosodium glutamat 0,5 gr), konsentrasi 1,5% (medium 100 gr ditambah monosodium glutamat 1,5 gr), konsentrasi 2,5% (medium 100 gr ditambah monosodium glutamat 2,5 gr), dan konsentrasi 3,5% (medium 100 gr ditambah monosodium glutamat 3,5 gr). Medium tersebut dicampur hingga homogen, kemudian dimasukkan ke dalam botol-botol selai dan dilengkapi dengan kertas pupasi serta ditutup dengan kertas penyumbat.

#### 3.4.2 Teknik Isolasi Virgin

Menurut Oktarianti dan Widajati (2004), cara melaksanakan isolasi virgin adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan botol stok *Drosophila melanogaster* strain Bar
- b. Mengosongkan botol biakan mutan Bar yang akan digunakan sampai tidak ada lalat dewasa yang tertinggal.
- c. Memilih sebanyak-banyaknya lalat betina dalam 8 jam setelah dikosongkan, untuk memastikan lalat yang didapatkan merupakan lalat betina virgin. Pada tahap ini dapat pula dilakukan pemisahan pupa dari botol induk ke dalam botol-botol ampul. Masing-masing botol berisi satu pupa agar imago betina yang baru menetas dapat dipastikan adalah betina virgin.

#### 3.4.3 Teknik mendapatkan Keturunan Pertama ( $F_1$ )

- a. Menyiapkan botol biakan yang telah diberi kode sesuai dengan konsentrasi medium, yaitu 0 %, 0,5 %, 1,5 %, 2,5 % dan 3,5 % MSG Ajinomoto 99+ %.

- b. Mengambil secara acak masing-masing 5 ekor *Drosophila melanogaster* strain Bar jantan dan 5 ekor strain Bar betina virgin kemudian dimasukkan ke dalam botol medium dan masing-masing botol diberi kode ulangan.
- c. Menunggu biakan sampai stadium instar III (pergantian kulit II) pada hari ketiga.
- d. Pada saat sebelum pupa menjadi imago ( $\pm 5,5$  hari), induk dari masing-masing persilangan dipindahkan ke botol-botol ampul.
- e. Imago yang baru menetas ( $\pm 9$  hari) diisolasikan dalam botol-botol ampul.
- f. Pengamatan diameter mata diambil secara acak dengan 10 kali ulangan.
- g. Mengukur diameter mata yang muncul pada masing-masing persilangan.

#### 3.4.4 Cara Pengukuran Diameter Mata

Spesimen dibius dengan eter, diletakkan di atas kaca benda dan diatur posisinya supaya tegak lurus (posisi mata terhadap lensa mikroskop stereo), kemudian diukur panjang terpanjang dan lebar terlebar dari mata dengan menggunakan mikrometer okuler. Perhitungan mikrometer obyektif dikalibrasi terlebih dahulu dengan mikrometer okuler untuk menentukan faktor kalibrasi yang akan dikalikan dengan hasil pengukuran dalam satuan mikron (Wulandari, 2004).

#### 3.5 Analisis Data

Pada penelitian ini data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Anova dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka data yang diperoleh diuji lebih lanjut menggunakan Uji Beda Nyata terkecil (BNT) 5% (Gaspersz, 1991).



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Pemberian monosodium glutamat (MSG) berpengaruh nyata terhadap penyempitan panjang diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain Bar tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap penyempitan lebar diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain Bar
2. Pemberian monosodium glutamat (MSG) yang dipanaskan memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap penyempitan diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain Bar daripada MSG tanpa pemanasan.
3. Semakin tinggi dosis mutagen yang diberikan pada perlakuan, maka semakin banyak kerusakan bahan genetik yang diwariskan pada keturunannya.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh pemanasan monosodium glutamat pada pengurangan jumlah faset mata pada lalat buah *Drosophila melanogaster*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardyanto, T.D. 2004. "MSG dan Kesehatan : Sejarah, Efek dan Kontroversinya" [Online]. *Inovasi*. Vol. I/XVI/Agustus 2004. <http://www.io.ppi-jepang.org/article.php?id=18>. [21 Juni 2007]
- Ariens, E.J, E. Mutschler, and A.M. Simonis. 1986. *Toksikologi Umum : Pengantar*. Terjemahan oleh Yoke R. Wattimena, Mathilda B. Widiyanto dan Elin Yulinah Sukandar. 1994. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Baharuddin, A. 2005. *MSG Bernama Vetsin* [Online]. <http://kontan.Online.com/kontan%20Website.htm>. [16 Februari 2006].
- Budiarso, I.T. 2003. *Waspadalah, Monosodium Glutamat Veksin Faktor Potensial Pencetus Hipertensi dan Kanker* [Online]. <http://www.medikaholistik.com/situskesehatanalternatif>. [16 Februari 2006].
- Department of Biology University of Saskatchewan. 2006. *Genetics* [Online]. [http://www.usask.ca/biology/genetics/Gene\\_Action/bar-eye.jpg](http://www.usask.ca/biology/genetics/Gene_Action/bar-eye.jpg). [12 April 2006].
- Food Chemical News. 1996. *How MSG manufactured ?* [Online]. <http://www.truthinlabeling.org>. [13 Januari 2006].
- Gardner, E.J dan D.P. Snustand. 1984. *Principle of Genetics*. Seven Edition. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan Untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-Ilmu Teknik dan Biologi*. Bandung: Armico.
- Goodenough. 1988. *Genetika*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Herkowitz, I. H. 1977. *Principles of Genetics*. New York: Macmillan Publishing Co, Company.
- Iskandar, R.D., Adisewojo S.S., dan Mursyanti E. 2002. "Pengaruh Monosodium Glutamat (MSG) Terhadap Fenotif Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* Meigen)" [Online]. *Biota*, 2. Abstrak dari: [www.uajy.ac.id/biota/abstrak%C2001-2-4.doc](http://www.uajy.ac.id/biota/abstrak%C2001-2-4.doc).
- Karyadi, E. 1997. "Memperbaiki Pola Makan Mencegah Kanker". Dalam *Intisari*. (Januari) No. 402. <http://www.intisari@kompas.com>

- Klug, W.S dan M.R. Cummings. 1994. *Concept of Genetics*. Fourth edition. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Masahiro, O. 1957. "Studies on the Facet forming Substances in *Drosophila melanogaster*, with Special References to the Manifestation Mechanism of the Bar-eyed Mutant" [Online]. *Bulletin of the University of Osaka Prefecture Ser B. Agriculture and Biology*. Vol 6 (19570125). Osaka Prefecture University. <http://ci.nii.ac.jp/naid/11000477653/en/>
- Oktarianti, R. dan Widajanti S.M.W.. 2007. *Petunjuk Praktikum Genetika*. Jember: Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember.
- Prijono, D. 1988. *Penuntun Praktikum Pengujian Insektisida*, Bogor: Fakultas Pertanian IPB.
- Sidauruk, H. 1995. Pengaruh Sodium Siklamat Terhadap Fenotip *Drosophila Melanogaster* Strain Eye Mising (eym). *Skripsi* (tidak dipublikasikan). Malang: FMIPA IKIP Malang.
- Situs Web Kimia Indonesia. 2006. *Mengapa Tidak Baik Mengonsumsi MSG Berlebih?* [Online]. <http://www.chemistry.org>. [14 September 2005].
- Sodeman, P. 1995. *Patofisiologi*. Jilid II. Edisi 7. Jakarta: EGC.
- Strickberger, M.W. 1976. *Genetics*. Second edition. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Strickberger, M.W. 1985. *Genetics*. Third edition. New York: Macmillan Publishing Company.
- Sumardi, P. S. 2004. *Takut MSG? Gunakan Kecap* [Online]. <http://suaraharianumummerdeka.htm>. [13 September 2005].
- Suryo. 1998. *Genetika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tamarin, R. 1991. *Principle of Genetics*. Third edition. Boston: Wm.C. Brown Publishers.
- Wikipedia. 2006. *Drosophila melanogaster* [On line]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Drosophila\\_melanogaster](http://en.wikipedia.org/wiki/Drosophila_melanogaster). [7 Maret 2006].
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, D. 2004. Pengaruh Sodium Siklamat terhadap Viabilitas dan Diameter Mata Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* M.) strain bar<sup>3</sup>. *Skripsi* (tidak dipublikasikan). Jember: FMIPA UNEJ.

Parameter : Panjang  
 Desain : RAL Non-Faktorial

Perlakuan	Ulangan										Jumlah Rerata	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kontrol	30,55	32,32	30,34	31,11	29,72	31,87	33,39	30,59	30,82	29,64	310,4	31,04
TP 0,5%	30,59	31,5	30,71	29,72	30,34	31,22	29,76	29,84	30,48	29,76	303,9	30,39
TP 1,5%	30,48	29,47	30,59	31,39	31,54	29,72	29,64	30,55	29,3	31,03	303,7	30,37
TP 2,5%	29,83	29,85	29,53	31,11	29,3	30,34	30,59	30,38	28,84	29,3	299,1	29,91
TP 3,5%	30,1	30	29,84	30,18	31,22	28,72	29,74	30,08	29,51	29,39	298,8	29,88
P 0,5%	30,07	29,76	29,42	29,87	30,55	30,34	31,51	28,84	29,64	30,59	300,6	30,06
P 1,5%	29,55	30,9	29,45	29,46	30,08	31,87	30,55	29,42	28,6	29,51	299,4	29,94
P 2,5%	29,85	29,3	30,7	29,54	28,8	30,59	29,53	28,53	28,83	29,46	295,1	29,51
P 3,5%	30,34	29,39	29,81	28,38	29,32	29,13	30,48	29,36	28,91	29,3	294,4	29,44
Jumlah	271,4	272,5	270,4	270,8	270,9	273,8	275,2	267,6	264,9	268	2705	
Rerata	30,15	30,28	30,04	30,08	30,1	30,42	30,58	29,73	29,44	29,78		30,06

**Sidik Ragam Panjang**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	19,10409	2,38801	20,83311 **	2,05	2,74
Galat	81	9,28469	0,11463			
Total	89	70,23889				

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata  
 kk 1,13%



Uji Beda Nyata Terkecil (LSD)

Parameter Panjang  
Faktor Perlakuan

KT Galat = 0,114626  
dB Galat = 81  
SD = 0,151411

Perlakuan	P 3,5%	P 2,5%	TP 3,5%	TP 2,5%	P 1,5%	P 0,5%	TP 1,5%	TP 0,5%	Kontrol
Rata-rata	29,444	29,514	29,878	29,910	29,939	30,061	30,371	30,392	31,037
t 5%	1,990								
LSD 5%	0,301								

Beda rata-rata

P 3,5%		0,070	0,435	0,466	0,495	0,617	0,928	0,948	1,593
P 2,5%			0,365	0,396	0,425	0,547	0,858	0,878	1,523
TP 3,5%				0,031	0,060	0,182	0,493	0,514	1,159
TP 2,5%					0,029	0,151	0,462	0,482	1,127
P 1,5%						0,122	0,433	0,453	1,098
P 0,5%							0,311	0,331	0,976
TP 1,5%								0,021	0,666
TP 0,5%									0,645

P 3,5%	-----	-----							
P 2,5%	-----	-----							
TP 3,5%			-----	-----	-----	-----			
TP 2,5%				-----	-----	-----			
P 1,5%					-----	-----			
P 0,5%						-----			
TP 1,5%							-----	-----	
TP 0,5%								-----	-----
Notasi	d	d	c	c	c	c	b	b	a

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	LSD 5%	Notasi
Kontrol	31,037	1	1,990	0,301	a
TP 0,5%	30,392	2			b
TP 1,5%	30,371	3			b
P 0,5%	30,061	4			c
P 1,5%	29,939	5			c
TP 2,5%	29,910	6			c
TP 3,5%	29,878	7			c
P 2,5%	29,514	8			d
P 3,5%	29,444	9			d

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji LSD taraf 5%

Parameter : Lebar

Desain : RAL Non-Faktorial

Perlakuan	Ulangan										Jumlah Rerata	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kontrol	12,77	12,75	12,63	12,8	12,84	12,69	12,84	12,94	12,59	12,75	127,6	12,76
TP 0,5%	12,73	12,82	12,48	12,8	12,77	12,65	12,77	12,75	12,61	12,69	127,1	12,71
TP 1,5%	12,73	12,8	12,52	12,73	12,75	12,63	12,75	12,84	12,61	12,67	127	12,7
TP 2,5%	12,71	12,79	12,48	12,71	12,73	12,59	12,73	12,8	12,63	12,66	126,8	12,68
TP 3,5%	12,67	12,76	12,42	12,69	12,72	12,57	12,72	12,76	12,59	12,65	126,6	12,66
P 0,5%	12,71	12,8	12,63	12,73	12,73	12,63	12,75	12,82	12,61	12,67	127,1	12,71
P 1,5%	12,72	12,79	12,51	12,7	12,69	12,6	12,73	12,79	12,62	12,65	126,8	12,68
P 2,5%	12,7	12,76	12,52	12,68	12,7	12,61	12,71	12,76	12,63	12,64	126,7	12,67
P 3,5%	12,65	12,75	12,43	12,66	12,68	12,56	12,69	12,74	12,59	12,63	126,4	12,64
Jumlah	114,4	115	112,6	114,5	114,6	113,5	114,7	115,2	113,5	114	1142	
Rerata	12,71	12,78	12,52	12,72	12,74	12,61	12,75	12,8	12,61	12,67		12,69

**Sidik Ragam Lebar**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	0,10056	0,01257	1,59732 ns	2,05	2,74
Galat	81	0,63744	0,00787			
Total	89	0,80416				

Keterangan : ns Berbeda tidak nyata  
 kk 0,70%

## LAMPIRAN D

### Uji Beda Nyata Terkecil (LSD)

Parameter : Lebar  
Faktor : Perlakuan

KT Galat = 0,00787  
DB Galat = 81  
SD = 0,039673

Perlakuan	P 3,5%	TP 3,5%	P 2,5%	P 1,5%	TP 2,5%	TP 1,5%	P 0,5%	TP 0,5%	Kontrol
Rata-rata	12,633	12,656	12,673	12,680	12,683	12,704	12,708	12,708	12,760
t 5%	1,990								
LSD 5%	0,079								
Beda rata-rata									
P 3,5%		0,018	0,034	0,042	0,045	0,066	0,077	0,120	0,122
TP 3,5%			0,017	0,024	0,027	0,046	0,052	0,097	0,104
P 2,5%				0,007	0,010	0,021	0,026	0,064	0,069
P 1,5%					0,003	0,024	0,028	0,06	0,061
TP 2,5%						0,021	0,021	0,027	0,027
TP 1,5%							0,004	0,004	0,056
P 0,5%								0,000	0,052
TP 0,5%									0,052
P 0,5%									0,052
TP 3,5%									
P 2,5%									
P 1,5%									
TP 0,5%									
TP 1,5%									
P 0,5%									
TP 0,5%									
Notasi	b	b	b	b	ab	ab	ab	ab	a

### Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	LSD 5%	Notasi
Kontrol	12,760	1	1,990	0,079	a
TP 0,5%	12,708	2			ab
P 0,5%	12,708	3			ab
TP 1,5%	12,704	4			ab
TP 2,5%	12,683	5			ab
P 1,5%	12,680	6			b
P 2,5%	12,673	7			b
TP 3,5%	12,680	8			b
P 3,5%	12,656	9			b

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata  
2020 Uji LSD-rata-rata

