



PENGARUH SODIUM SIKLAMAT TERHADAP VIABILITAS
DAN DIAMETER MATA LALAT BUAH
(*Drosophila melanogaster* M.) STRAIN bar³

S K R I P S I

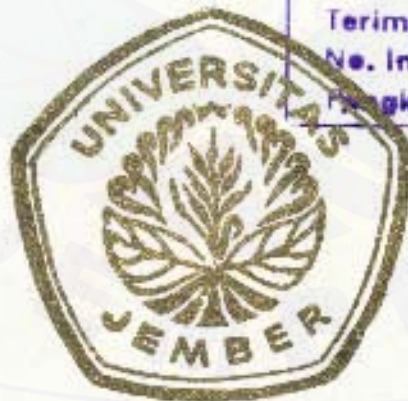
Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Program Sarjana Sains
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh :

DYAH WULANDARI

991810401069

Asal:	bidang revisi	Klass	S
Terima/tgl:	28 FEB 2004	595.724	WUL
No. Induk:		P	e,
Pengkatalog:			



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER

JANUARI, 2004

MOTTO

Allah memberikan hikmah (ilmu) yang berguna kepada siapa yang dikehendaki Nya. Dan barang siapa yang diberi hikmah, sungguh telah diterima kebajikan yang banyak. Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang berakal
(Al bagarah, 269)

Tidak ada daya dan kekuatan kecuali dengan pertolongan Allah Yang Maha Agung, Dialah sebaik-baik pemimpin dan penolong
(Al-Anfal: 40)

The future is belong to those who believe in the beauty of their dreams and the power of their goals

PERSEMBAHAN-KU

Aku bersyukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya. Rosulullah Muhammad SAW yang telah mengangkat derajat umat manusia dari kebodohan dan menjadi suri tauladan bagi umat manusia.

Buat Ayah dan Ibu yang paling paling aku sayangi dan cintai, terima kasih atas doa semangat dan curahan kasih sayang yang selalu disertakan dalam perjalanan hidupku sampai detik kelulusanku. Semoga kebanggan ini dapat melukiskan senyum abadi di wajah Ayah dan Ibu.

Buat Bapak dan Ibu Bambang Sutedjo terima kasih atas suportnya and buat Desi dan si kecil Dindy yang selalu membuatku tersenyum dengan kelucuanmu.

Bude Husniah yang selalu menyertaku dengan petuah dan doa, terima kasih banyak, semua tidak akan aku lupakan.

Buat pendampingku yang selalu setia dan sabar mendampingiku dalam suka dan duka, yang selalu bisa membuatku tersenyum, tempat curahan kemarahanku sekaligus rasa sayangku "YANI TRIO SUSANTO". Semoga rasa ini akan abadi selamanya.

Mbakku yang penuh canda Mbak Indah dan Mas Muchlis, terima kasih dengan hadiah "adik kecil" yang akan datang bulan maret nanti, karena dia juga yang memacuku untuk menyelesaikan skripsi ini dan terima kasih dengan semangat dan segala bantuannya "you are my best teacher".

Mas Firman dan mbak iin, thanks aku diberi keponakan "Eghaku" yang cantik, lucu dan menggemaskan hati, terima kasih untuk dorongannya.

Mbak evie, mbak ulfa, mbak Win, pak wahid, mas edi and mas umar, thanks udah sabar bantuin aku dengan segala keinginannku yang begitu merepotkan, terima kasih banyak.



Gawe yang selalu menemaniku dengan kemanjaan dan kelucuannya "LODI" kucingku yang paling manis, thanks for to beside me in everyday.

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil penelitian mulai bulan Maret 2003 sampai dengan bulan Mei 2003 di Laboratorium Genetika Jurusan Biologi Universitas Jember. Bersama ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Pebruari 2004

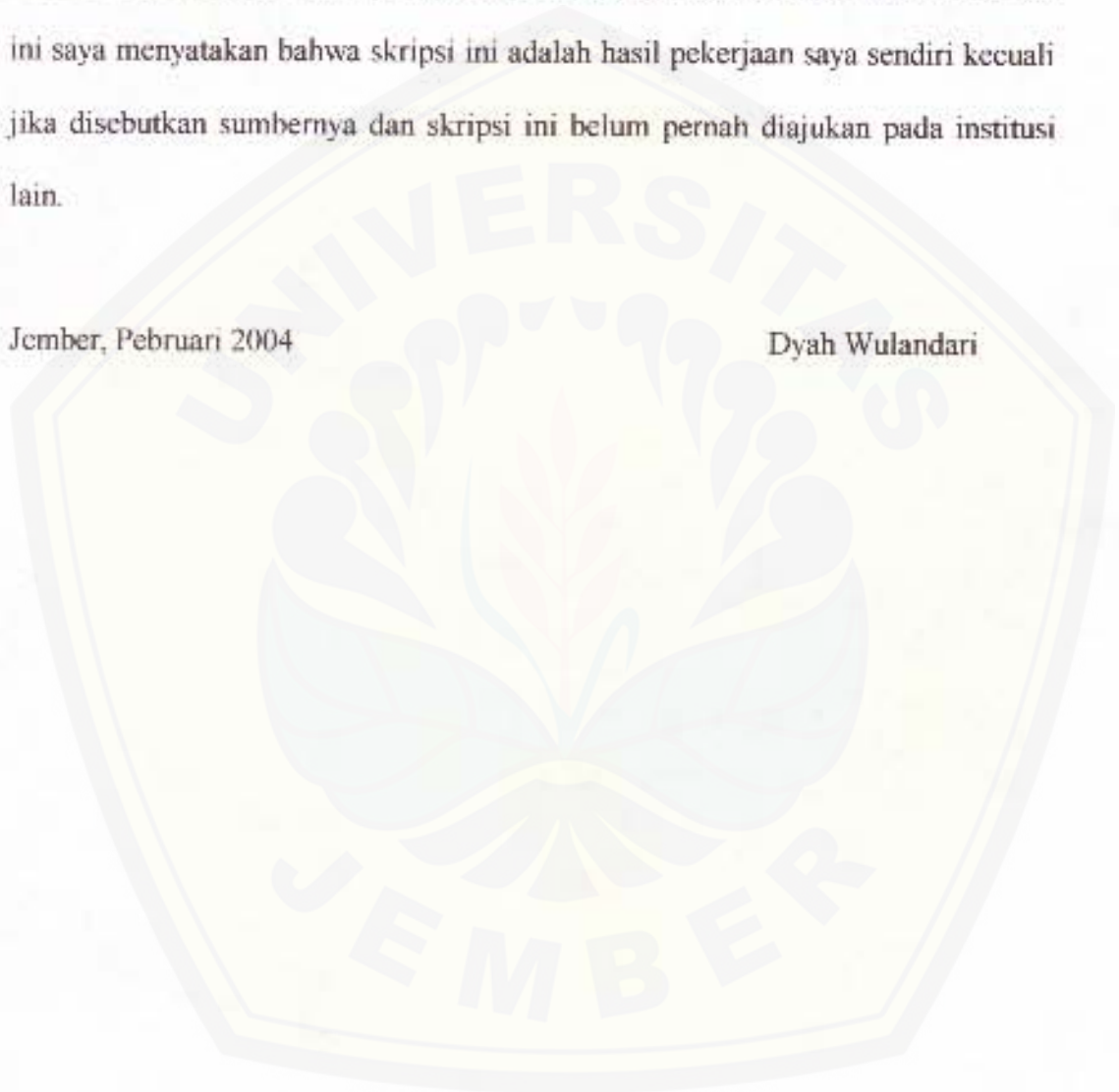
Dyah Wulandari

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil penelitian mulai bulan Maret 2003 sampai dengan bulan Mei 2003 di Laboratorium Genetika Jurusan Biologi Universitas Jember. Bersama ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Pebruari 2004

Dyah Wulandari



ABSTRAK

Pengaruh Sodium siklamat terhadap Viabilitas dan Diameter Mata Lalat Buah (*Drosophila melanogaster*) Strain bar¹, Dyah Wulandari, 991810401069, Skripsi, Januari 2004, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Sodium siklamat merupakan senyawa kimia yang bersifat mutagenik. Berbagai perubahan akan dialami oleh *Drosophila melanogaster* strain bar¹ sebagai hewan uji, antara lain perubahan viabilitas dan fenotip. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sodium siklamat terhadap viabilitas dan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain bar¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sodium siklamat berpengaruh nyata (mengurangi) diameter mata strain bar¹ jantan dan betina generasi I (F₁) dan generasi II (F₂), serta berpengaruh nyata (menurunkan) viabilitas fase larva-pupa, pupa-imago dan larva-imago pada generasi I dan generasi II. Konsentrasi 2750 ppm berpengaruh menurunkan viabilitas dan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain bar¹ jantan dan betina pada generasi I dan generasi II.

Kata kunci: Sodium siklamat, *Drosophila melanogaster* strain bar¹, Viabilitas, Diameter mata

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember pada :

Hari : SELASA

Tanggal : 24 FEB 2004

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember.

Tim Penguji

Ketua

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

Sekretaris

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

Anggota I

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

Anggota II

(Eva Tyas Utami, Ssi, Msi)
NIP. 132 259 219



Mengesahkan

Dekan FMIPA UNJ

(Drs. Sujito, Ph. D)
NIP. 131 756 172

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan petunjuk rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pengaruh Sodium Siklamat terhadap Viabilitas dan Diameter Mata Lalat Buah (*Drosophila melanogaster*) Strain bar³"**, diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 (S-1) di Fakultas MIPA, Universitas Jember.

Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Dra. Rike Oktarianti, Msi, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Sri Mumpuni, SPd, Msi selaku Dosen Pembimbing Anggota terima kasih dengan segala masukan dan kesabarannya membimbing penulis dari awal hingga selesainya penulisan skripsi ini.
2. Dr. Hidayat Teguh Wiyono, MPd dan Eva Tyas Utami Ssi, Msi, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan, kritik dan saran kepada penulis untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
3. Mbak Evi dan mbak Ulla selaku teknisi Laboratorium Genetika Universitas Jember atas bantuannya selama penulis melaksanakan penelitian.
4. Mbak win untuk kelancaran semua administrasi, juga mas edi dan mas umar atas segala bantuannya.
5. Sahabat-sahabatku Vivi, Tyas dan semua teman-teman "*Phurident*" atas dukungan, motivasi dan kebersamaan selama ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu diperlukan masukan dari berbagai pihak untuk melengkapinya. Penulis berharap semoga ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Jember, Pebruari, 2004

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN MOTTO.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN DEKLARASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen.....	4
2.1.1 Sistematika.....	4
2.1.2 Ciri-ciri morfologi <i>D. melanogaster</i> Meigen.....	4
2.1.3 Siklus hidup <i>Drosophila melanogaster</i>	6
2.2 Sodium Siklamat.....	7
2.3 Pengaruh Mutagen terhadap Viabilitas dan Diameter Faset Mata <i>Drosophila melanogaster</i>	10
2.4 Hipotesa.....	13
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	14

3.3 Rancangan Penelitian	14
3.4 Pelaksanaan	15
3.4.1 Prosedur Penelitian.....	15
3.4.2 Pembuatan Medium.....	15
3.4.3 Penyiapan Stok Induk.....	15
3.4.4 Teknik Mendapatkan Keturunan Pertama.....	16
3.4.5 Teknik Mendapatkan Keturunan Kedua	17
3.5 Analisa Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Viabilitas Larva-Pupa	20
4.2 Viabilitas Pupa-Imago.....	23
4.3 Viabilitas Larva-Imago.....	26
4.4 Diameter Faset Mata	29
4.4.1 Panjang (d_1) dan lebar (d_2) faset mata jantan <i>D. melanogaster</i>	29
4.4.2 Panjang (d_1) dan lebar (d_2) faset mata betina <i>D. melanogaster</i>	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41
FOTO PENELITIAN	55

DAFTAR TABEL

No	Judul	Hal
1.	Produksi Sakarin dan Sodium Siklamat.....	9
2.	Rata-Rata Viabilitas Larva-Pupa <i>Drosophila melanogaster</i> Strain bar ³ Generasi I dan Generasi II.....	20
3.	Rata-Rata Viabilitas Pupa-Imago <i>Drosophila melanogaster</i> Strain bar ³ Generasi I dan Generasi II.....	23
4.	Rata-Rata Viabilitas Larva-Imago <i>Drosophila melanogaster</i> Strain bar ³ Generasi I dan Generasi II.....	26
5.	Rata-Rata Panjang Faset Mata Jantan <i>D. melanogaster</i> Strain bar ¹ Generasi I dan Generasi II.....	29
6.	Rata-Rata Lebar Faset Mata Jantan <i>D. melanogaster</i> Strain bar ¹ Generasi I dan Generasi II.....	29
7.	Rata-Rata Panjang Faset Mata Betina <i>D. melanogaster</i> Strain bar ³ Generasi I dan Generasi II.....	33
8.	Rata-Rata Lebar Faset Mata Betina <i>D. melanogaster</i> Strain bar ³ Generasi I dan Generasi II.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Hal
1.	Analisis Sidik Ragam Data Persentase Viabilitas <i>D. melanogaster</i> fase Larva-Pupa (F_1)	41
2.	Analisis Sidik Ragam Data Persentase Viabilitas <i>D. melanogaster</i> fase Larva-Pupa (F_2)	42
3.	Analisis Sidik Ragam Data Persentase Viabilitas <i>D. melanogaster</i> fase Pupa-Imago (F_1)	43
4.	Analisis Sidik Ragam Data Persentase Viabilitas <i>D. melanogaster</i> fase Pupa-Imago (F_2)	44
5.	Analisis Sidik Ragam Data Persentase Viabilitas <i>D. melanogaster</i> fase Larva-Imago (F_1)	45
6.	Analisis Sidik Ragam Data Persentase Viabilitas <i>D. melanogaster</i> fase Larva-Imago (F_2)	46
7.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Panjang Faset Mata Jantan (F_1)	47
8.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Lebar Faset Mata Jantan (F_1)	48
9.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Panjang Faset Mata Jantan (F_2)	49
10.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Lebar Faset Mata Jantan (F_2)	50
11.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Panjang Faset Mata Betina (F_1)	51
12.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Lebar Faset Mata Betina (F_1)	52
13.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Panjang Faset Mata Betina (F_2)	53
14.	Analisis Sidik Ragam Data Pengukuran Lebar Faset Mata Betina (F_2)	54



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sodium siklamat merupakan salah satu bahan pemanis buatan yang digemari oleh masyarakat dan banyak dipakai sebagai bahan tambahan makanan (BTM). Sodium siklamat digunakan sebagai pengganti gula karena mempunyai tingkat kemanisan 30 kali dari gula dan tidak memberikan rasa pahit setelah rasa manisnya berlalu (*after taste*).

Sodium siklamat banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan makanan dan minuman. Umumnya pemanis ini dipakai sebagai campuran berbagai produk olahan seperti kue, minuman ringan, sari buah dan sirup (Fachrudin, 1998). Sebagai bahan tambahan makanan, sodium siklamat merupakan senyawa kimia yang bersifat mutagenik dan karsinogenik. Hasil metabolisme siklamat yaitu sikloheksil amina mampu menyebabkan mutasi dan kanker. Penggunaan sodium siklamat yang melebihi dosis yang dianjurkan yaitu 11 mg per hari pada mencit secara langsung akan merangsang tumbuhnya tumor kandung kemih (Suprayatni, 2002), sedangkan pada dosis 0,3% sodium siklamat mampu menyebabkan faset mata *Drosophila melanogaster* mutan (*eye missing*) tampak (Sidauruk, 1995).

Menurut Gardner (1984) dalam Rudyanto viabilitas merupakan kemampuan makhluk hidup untuk bertahan hidup dan berkembang secara normal. Viabilitas makhluk hidup dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Sodium siklamat dalam nutrisi merupakan faktor eksternal yang bersifat mutagenik sehingga akan mempengaruhi variabilitas genetik dari populasi tersebut.

Drosophila melanogaster merupakan hewan diploid dengan komplemen-komplemen kompleks yang telah banyak digunakan secara ekstensif dalam uji mutagen yang menunjukkan bahwa mutasi terjadi dengan laju yang berbeda pada spesies-spesies yang berlainan (Apandi dan Anna, 1992). *Drosophila*

melanogaster memiliki kelebihan sebagai hewan percobaan dalam suatu penelitian genetika. Menurut Stine (1991) *Drosophila melanogaster* memiliki ukuran yang kecil, memiliki siklus hidup yang pendek, murah biayanya, mudah perawatannya dan mampu menghasilkan banyak keturunan dari satu individu.

Untuk itu peneliti ingin mengetahui lebih lanjut mengenai kemungkinan sodium siklamat mempengaruhi viabilitas (kemampuan hidup) dan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain bar³.

I.2 Rumusan Masalah

- a) Adakah pengaruh sodium siklamat terhadap viabilitas dan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain bar³.
- b) Apakah semakin tinggi konsentrasi sodium siklamat dapat mempengaruhi viabilitas dan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain bar³.

I.3 Batasan Masalah

- a) *Drosophila melanogaster* yang diamati adalah sampai generasi kedua (F₂)
- b) Diameter mata yang dimaksud adalah panjang terpanjang (d₁) dan lebar terlebar (d₂) mata pada fase imago.

I.4 Tujuan Penelitian.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a) Untuk mengetahui pengaruh sodium siklamat terhadap viabilitas dan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain bar³.
- b) Untuk mengetahui pengaruh peningkatan konsentrasi sodium siklamat terhadap viabilitas dan diameter mata *Drosophila melanogaster* strain bar³.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi awal mengenai pengaruh mutagen terhadap viabilitas dan fenotip *Drosophila melanogaster* Meigen





II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Drosophila melanogaster*

2.1.1 Sistematika

Menurut Storer dan Usinger (1975) dalam Chumaisiah (2002) sistematika *Drosophila melanogaster* adalah sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Anak Kelas	: Pterygota
Bangsa	: Diptera
Anak Bangsa	: Clyelorrpa
Suku	: Drosophilidae
Marga	: <i>Drosophila</i>
Jenis	: <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen

2.1.2 Ciri-ciri Morfologi *Drosophila melanogaster* Meigen

Drosophila melanogaster merupakan salah satu serangga yang menyerang buah, sehingga masyarakat pada umumnya lebih mengenal *Drosophila melanogaster* dengan nama lalat buah. *Drosophila melanogaster* normal mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: panjang tubuh lalat dewasa 2-3 mm, tubuh berwarna coklat kekuningan, lalat betina mempunyai ukuran lebih besar dibandingkan lalat jantan, warna faset mata merah. Pada lalat jantan terdapat "sex comb" (sex kelamin) pada kaki depannya, sehingga dapat digunakan sebagai alat identifikasi, sedangkan lalat betina tidak mempunyai sisir kelamin. Lalat betina mempunyai "pita" berwarna gelap/hitam pada abdomen bagian dorsal sedangkan pada lalat jantan tidak ada (Herskowitz, 1977 dalam Balqis, 1995).

Drosophila melanogaster memiliki beberapa strain, diantaranya adalah dengan ciri-ciri khas sebagai berikut:

- a) *Drosophila melanogaster* strain Normal (N) : mata besar membulat, tubuh dan sayap normal
- b) *Drosophila melanogaster* strain Bar: mata kecil memanjang bentuk clips, sedangkan tubuh dan sayapnya normal

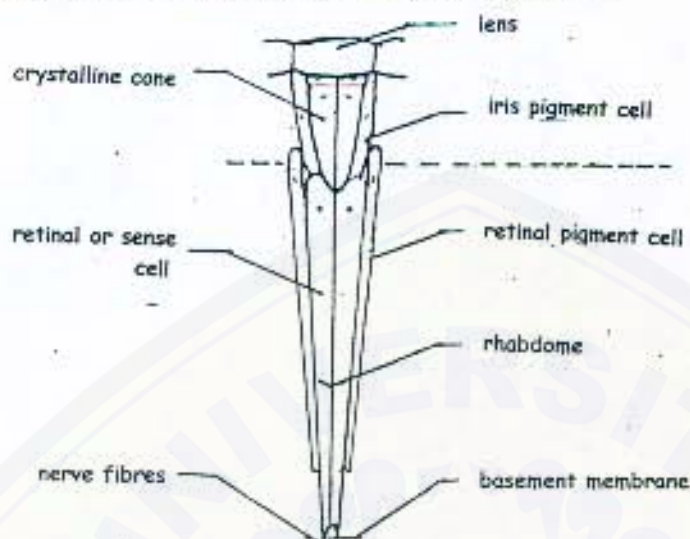
Dari kedua strain tersebut terlihat perbedaan pada bentuk matanya. Perbandingan bentuk mata dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan bentuk mata pada *Drosophila melanogaster* (a) strain normal (b) strain Bar (Sinnot dan T. Dobzhansky, 1958).

Mata merupakan bagian dari tubuh *Drosophila melanogaster* yang memiliki ciri khas tersendiri sehingga dapat dijadikan sebagai alat identifikasi terjadinya perubahan pada gen. *Drosophila melanogaster* memiliki dua tipe mata yaitu terdiri dari mata tunggal dan mata majemuk. Mata tunggal (ocelli) jumlahnya ada tiga buah dengan posisi berbentuk segitiga diatas kepala. Mata tunggal pada *Drosophila melanogaster* berwarna kuning gading (amber). Masing-masing terdiri dari lensa sederhana dan sel-sel retina yang peka terhadap cahaya. Mata majemuk lebih sempurna dalam menyerap cahaya. Setiap mata terdiri dari 680-700 unit seperti silinder yang di namakan ommatidia. Satu ommatidium terdiri dari : lensa dengan permukaannya disebut facet, kerucut kristal, sel-sel

reseptor cahaya (retinula), sel-sel pigmen dan saraf mata, lebih jelasnya ommatidium dari insekta dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ommatidium insekta (Shorrocks and Bryan, 1972).

Faset berfungsi sebagai lensa pertama sedangkan kerucut kristal berfungsi sebagai lensa kedua. Lensa berfungsi sebagai kornea. Sel-sel reseptor (retinula) terdiri dari 4-8 sel-sel berbentuk batang dan pertemuan dari sel-sel tersebut pada bagian tengah disebut rhabdome. Cahaya yang diterima oleh lensa disalurkan sepanjang rhabdome. Cahaya membawa suatu perubahan kimia yang merangsang seluruh sel-sel reseptor (retinula) dan kemudian diterima oleh setiap ommatidium sehingga membentuk bayangan mosaik. Fungsi dari pigmen pada unit ommatidium adalah mengabsorpsi cahaya yang datang miring agar terbentuk bayangan mosaik yang jelas (Wilson, 1979).

2.1.3 Siklus hidup *Drosophila melanogaster* M.

Drosophila melanogaster tersusun atas sel-sel yang beraneka ragam jenis, bentuk dan fungsinya. Perbedaan bentuk dan fungsi dari sel tersebut dipengaruhi oleh fase pembelahannya. Fase pembelahan *Drosophila melanogaster* adalah secara mitosis sehingga sel tersebut mengandung seperangkat gen yang sama meskipun ada yang mengalami pengecualian. Roberts (1995) menjelaskan bahwa gen kadang-kadang berubah sifatnya yaitu dengan menghasilkan gen-gen baru

yang diakibatkan oleh adanya perubahan-perubahan tertentu akibat pengaruh lingkungannya.

Siklus hidup dari *Drosophila melanogaster* ada 4 tahap yaitu fase telur, fase larva, fase pupa, dan fase imago (Shorrock and Bryan, 1972). *Drosophila melanogaster* metamorfosis yang sempurna. Betina dewasa mulai menyimpan telur \pm 3 hari dan berlanjut sampai mati. Bentuk dari telurnya kecil, putih dan terdapat sepasang tangkai kecil pada ujung anterior yang berfungsi supaya telur tidak tenggelam dalam makanan yang lunak. Fase larvanya dibedakan menjadi tiga instar, yaitu instar 1, instar 2 dan instar 3. larva bergerak dengan sangat aktif ketika akan berubah menjadi pupa. Waktu yang diperlukan untuk peletakan telur sampai dewasa \pm 10 hari dibawah kondisi normal dan temperatur optimal 25°C (Stine, 1991). Selama fase larva dan imago *Drosophila melanogaster* akan mengkonsumsi berbagai bahan makanan yang diperoleh dari lingkungannya.

Metamorfosis dari larva menjadi pupa dan dari pupa menjadi lalat dewasa membutuhkan perubahan yang tiba-tiba dalam ekspresi gennya. Dalam pertumbuhannya sel-sel mengalami diferensiasi yang merupakan ekspresi gen-gen yang terkontrol yaitu pada tingkat transkripsi sehingga diferensiasi sel-sel yang terjadi lebih disebabkan oleh pengaturan ekspresi gen daripada disebabkan oleh perubahan komposisi genom. Perubahan dalam ekspresi gen dipengaruhi oleh hormon steroid ecdison. Hormon ecdison mampu merangsang proses transkripsi perangkat gen yang berbeda dalam jaringan yang berbeda pula. Hormon ecdison mampu mengaktifkan gen-gen dalam sel yang diperuntukkan pada proses pembentukan jaringan seperti sayap atau kaki (Gardner, 1991).

2.2 Nodium Siklamat.

Siklamat merupakan pemanis buatan non-nutritif yang ditemukan tanpa sengaja oleh seorang ilmuwan yang berasal dari University of illinois pada tahun 1937, ketika ia tanpa sengaja meletakkan rokok pada tumpukan "kristal" yang kemudian ia hisap ternyata ada sesuatu yang terasa sangat manis pada bibirnya. Setelah diteliti ternyata rasa manis itu disebabkan oleh derivat dari cyclohexyl

sulfamic acid. Peristiwa tersebut mengakibatkan munculnya senyawa pemanis baru. Siklamat merupakan salah satu pemanis yang sering digunakan bersama dengan sakarin yang mengandung sedikit sekali kalori, atau bahkan pada pengolahannya kadang tidak menghasilkan kalori. Penyediaan pemanis tidak berkalori memiliki maksud untuk membantu para penderita penyakit gula (Diabetes millitus) dan juga untuk memenuhi kebutuhan kalori yang rendah. Menurut FDA (Food Drug Administration) konsumsi yang aman untuk siklamat (Acceptable Daily Intake) maksimum adalah 11 mg berat badan per hari. Pada tahun 1990 siklamat hanya diperuntukkan bagi penderita penyakit gula yang diperkirakan 2% dari sekitar 3 juta jiwa (Winarno dan Rahayu, 1994).

Diantara sekian banyak bahan pemanis yang beredar bebas, pemanis siklamat yang seringkali menimbulkan kontroversial ditengah masyarakat, karena efek samping yang ditimbulkannya, yaitu berupa bahan yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. FDA telah menemukan bukti bahwa campuran siklamat dan sakarin dapat menyebabkan kanker kandung kemih, mutasi dan cacat lahir pada hewan. Berbeda dengan Indonesia, didalam Standar Industri No.12/SI/72, disebutkan bahwa minuman tidak diperkenankan mengandung sakarin dan siklamat. Sedangkan menurut peraturan Menkes RI tanggal 12 November 1974 No. 10179/A/SK/74 disebutkan bahwa sakarin dan siklamat diperbolehkan untuk makanan maksimum adalah 11 mg berat badan per hari (Fachruddin, 1998).

Pemanis buatan siklamat masih saja digunakan karena harga pemanis buatan jauh lebih murah dibandingkan dengan gula tebu murni sehingga banyak digunakan oleh perusahaan makanan dan minuman (digunakan untuk bahan diet), rokok (yang digunakan untuk saus rokok) dan pedagang makanan (digunakan dalam teh plastik dan es puter). Perbandingan produksi sakarin dan siklamat terlihat jelas pada Tabel 1.

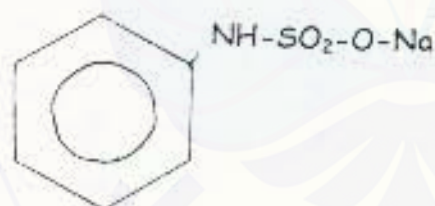
Tabel 1. Produksi Sakarin dan Sodium Siklambat.

Tahun	Volume Produksi (Ton)	
	Sakarin	Sodium Siklambat
1981	159	2.907
1982	232	3.860
1983	284	4.028
1984	301	4.353
1985	300	5.201

Sumber: Direktorat Jendral Aneka Industri, 1986 (Winarno dan Rahayu, 1994).

Siklambat tersedia sebagai garam natrium atau kalsium asam sikloheksana sulfamat atau sebagai asam sendiri. Asam siklambat dan senyawa tersebut pada tahun 1970 telah dilarang pemakaiannya di negara Amerika, Inggris dan Canada, karena dari uji lanjutan ditentukan bahwa siklambat dapat diubah oleh flora usus menjadi sikloheksilamina yang bersifat karsinogenik (Deman, 1989).

Struktur umum dari zat pemanis sintetik sodium siklambat dan hasil metabolisme menurut Winarno (1992) disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur umum sodium siklambat (Fachruddin, 1998).

Proses hidrolisis ester siklambat dalam pembentukan sikloheksilamina yang bersifat karsinogenik dapat dilihat pada gambar 4.

faktor-faktor yang lain. Gen dapat mempengaruhi viabilitas suatu organisme. Menurut Gardner dan Snustad (1984) *Drosophila melanogaster* strain white (w) memiliki viabilitas lebih rendah daripada *Drosophila melanogaster* strain normal (N), hal ini disebabkan adanya efek kerusakan fisiologis yang berhubungan dengan gen-gen yang dimiliki oleh *Drosophila melanogaster* tersebut.

Lingkungan membawa unsur mutagen dimana dalam lingkungan keadaannya tidak selalu tetap, akan tetapi terus mengalami perubahan sepanjang waktu. Menurut Suryo (1990) perubahan suatu hasil ekspresi gen disebabkan oleh faktor lingkungan dapat terjadi sebagai akibat adanya perubahan biokimia, sehingga fenotip berubah dari yang seharusnya. Reaksi biokimia dalam tubuh suatu organisme selama proses metabolismenya akan terekspresi dalam bentuk fenotip, sehingga adanya perubahan-perubahan lingkungan dapat mengakibatkan proses biokimiawi sel maupun proses enzimatik terganggu.

Gen dan lingkungan merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi terbentuknya fenotip. Fenotip adalah sifat yang tampak dari luar yang dapat diamati morfologi, fisiologi dan tingkah lakunya. Fenotip merupakan hasil interaksi antara faktor lingkungan dengan faktor genotip. Faktor-faktor lingkungan mampu mempengaruhi suatu gen sehingga dapat menyebabkan perubahan hasil ekspresi suatu gen. Sidauruk (1995) menyatakan bahwa penampakan makhluk hidup tersebut tidak hanya ditentukan oleh ekspresi gen saja tetapi juga ditentukan oleh kondisi lingkungan yang menyertai seluruh proses ekspresi gen tersebut.

Makanan atau nutrisi merupakan faktor eksternal yang memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap pembentukan unit kimia baru untuk proses duplikasi asam nukleat selama reproduksi sel. Corebima (1985) menjelaskan bahwa pengadaan unit kimia baru untuk kepentingan duplikasi asam nukleat/polynukleotida selama reproduksi sel pada individu berasal dari unsur-unsur kimia dalam lingkungan (yang masuk ke dalam tubuh individu berupa makanan atau nutrisi). Sedangkan menurut Goodenough (1988) mutasi nutrisi atau biokimiawi mempengaruhi kemampuan organisme untuk menghasilkan molekul yang penting untuk pertumbuhan.

Mutagen yang berasal dari bahan-bahan kimia dapat meningkatkan laju mutasi dengan merangsang terjadinya kesalahan yang terpaut pada replikasi dan transmisi genom. Perlu disadari bahwa semua proses tadi tidak terlepas dari pengaruh adanya enzim. Menurut Winarno (1983), hampir semua reaksi biologis dipercepat oleh suatu senyawa makro molekul spesifik yang disebut enzim. Dari reaksi yang sederhana seperti replikasi kromosom sampai ke reaksi yang sangat rumit misalnya pemecahan protein memerlukan enzim. Spesifikasi dari enzim terutama sifat yang dimiliki menyebabkan antara satu proses dengan proses yang lain enzim berbeda, sehingga dalam suatu peristiwa (misal replikasi) dibutuhkan sejumlah enzim yang banyak macamnya. Mengingat sifat enzim yang digunakan sudah lain, hasil yang diperoleh juga akan mengalami perubahan.

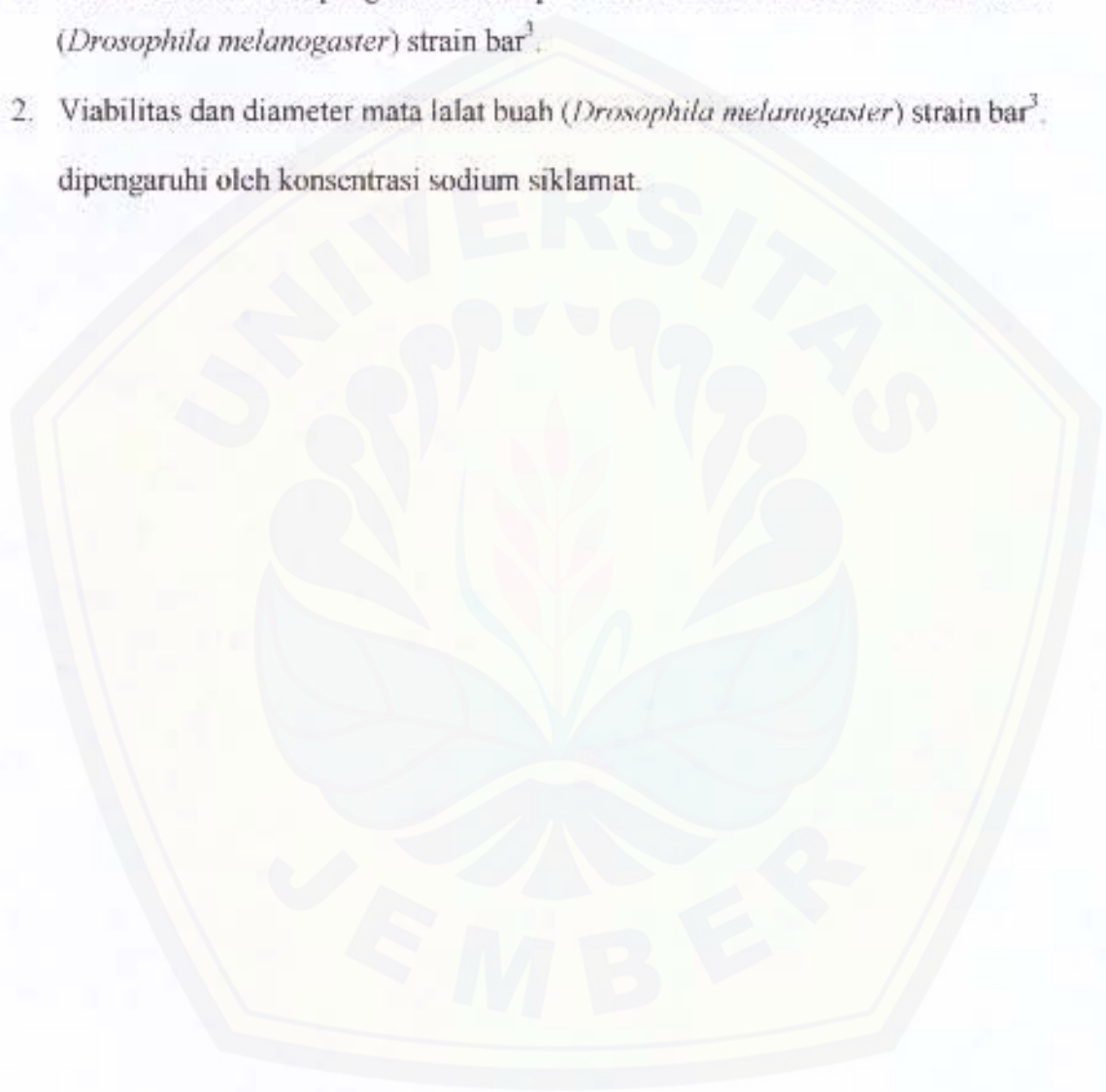
Adanya bahan kimia yang bersifat mutagen pada bahan makanan dapat menimbulkan terjadinya perubahan gen selama proses transkripsi maupun replikasi terhadap proses sintesis protein dalam tubuh individu tersebut. Kuantitas dan kualitas makanan juga sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup, umur, distribusi, reproduksi dan kecepatan perkembangan serta pertumbuhan makhluk hidup. Kuantitas makanan pada kelompok insekta berkaitan dengan penyimpanan dan potensi makanan yang digunakan sebagai sumber tenaga untuk perkembangannya menjadi dewasa, kelangsungan hidup, umur dan ukuran tubuh insekta (Sidauruk, 1995).

Menurut Sidauruk (1995) Sodium siklamat merupakan salah satu bahan tambahan makanan yang memiliki kemampuan sebagai mutagen yang dapat menyebabkan perubahan faset mata pada *Drosophila melanogaster* mutan, yaitu munculnya faset mata pada strain *cym* pada dosis 0,3%. Kesimpulan yang dapat diambil bahwa sodium siklamat mampu mengubah struktur mata pada *Drosophila melanogaster* strain *eym*.

2.4 Hipotesa

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian tersebut, hipotesis alternatif dari penelitian ini adalah:

1. Natrium siklamat berpengaruh terhadap viabilitas dan diameter mata lalat buah (*Drosophila melanogaster*) strain bar³.
2. Viabilitas dan diameter mata lalat buah (*Drosophila melanogaster*) strain bar³, dipengaruhi oleh konsentrasi natrium siklamat.





III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai bulan Mei 2003. Tempat penelitian dilakukan di laboratorium genetika FMIPA jurusan Biologi Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hewan uji *Drosophila melanogaster* strain bar³ (F₁ dan F₂) dalam medium normal yang dibawa dari laboratorium genetika Unibraw, Malang. Medium pertumbuhan lalat buah yaitu tepung-gula-pisang-ragi (TPGR), pada setiap perlakuan menggunakan medium normal sebanyak 200 gr, sorbic acid (zat pencegah jamur), methyl paraben, eter, kapas, tutup busa, sodium siklamat (0gr, 1,5gr, 2,5gr, 3,5gr, 4,5gr, dan 5,5gr) dan kertas label.

Alat yang diperlukan adalah mikroskop stereo cahaya, micrometer okuler, micrometer obyektif, gelas preparat dan penutup, botol eter, cawan petri, kuas kecil dan spidol.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) tunggal, terdiri dari enam perlakuan dengan enam kali ulangan. Perlakuan terdiri dari pemberian bahan sodium siklamat dengan pola seperti tabel dibawah ini:

Kelompok	Perlakuan Sodium Siklamat (ppm)	Ulangan					
		1	2	3	4	5	6
A	0						
B	750						
C	1250						
D	1750						
E	2250						
F	2750						

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Medium

Medium yang digunakan adalah:

- 1) Pisang ambon 550 gr
- 2) Gula merah 150 gr
- 3) Agar-agar 1 bungkus (7 gr)
- 4) Sorbic acid 5 cc
- 5) Methyl paraben 5 cc
- 6) Yeast/ragi 20 gr
- 7) Aquadest 500 cc

Cara membuat medium adalah:

- a. Timbang bahan: pisang (550 gr) dan gula merah (150 gr) ditambahkan air secukupnya lalu diblender sampai kedua bahan tercampur rata dan halus.
- b. Agar-agar dicampur dengan aquadest kemudian dididihkan.
- c. Gula merah dan pisang yang telah diblender dimasukkan
- d. Diaduk sampai rata dan didiamkan \pm 10 menit sampai pisang matang
- e. Adonan didinginkan \pm 20 menit
- f. Ragi yang sudah dilarutkan dalam air dicampur dengan zat anti jamur (sorbic acid/dan methyl paraben)
- g. Adonan dituangkan ke dalam botol dan kertas pupasi dimasukkan
- h. Botol ditutup dengan busa.

(Oktarianti R dan S Mumpuni, 1999)

3.4.2 Penyiapan Stok Induk

- a. Menyiapkan 6 botol biakan yang telah diberi kode sesuai dengan *Drosophila melanogaster* yang akan dibiakkan
- b. Mengambil secara acak 3 ekor *Drosophila melanogaster* jantan strain bar³ dan 3 ekor betina virgin strain bar³ kemudian dimasukkan ke dalam botol sesuai dengan label.

- c. Menunggu sampai keluar pupa ($\pm 5,5$ hari)
- d. Setelah terbentuk pupa dan terlihat tanda akan menetas (hitam) induk dikeluarkan.
- e. Menunggu sampai keluar imago (± 8 hari)

3.4.3 Teknik mendapatkan generasi pertama (F_1)

- a. Menyiapkan 36 botol biakan yang telah diberi kode sesuai dengan *Drosophila melanogaster* strain bar³ yang akan dibiakkan dalam medium.
- b. 36 botol yang berisi medium disiapkan, dalam setiap 6 botol memiliki komposisi medium 0 ppm, 750 ppm, 1250 ppm, 1750 ppm, 2250 ppm dan 2750 ppm.
- c. Mengambil secara acak masing-masing 3 ekor *Drosophila melanogaster* strain bar³ jantan dan 3 ekor strain bar³ betina virgin kemudian dimasukkan ke dalam botol yang mempunyai komposisi medium yang berbeda-beda dan masing-masing botol diberi kode ulangan serta kode konsentrasi sodium siklamatnya.
- d. Menunggu sampai stadium instar III (pergantian kulit II) pada hari ke 3.
- e. Pengamatan viabilitas yaitu pada stadium instar III (pergantian kulit II/larva) sampai stadium imago (dewasa) dengan 6 ulangan dan 6 perlakuan pada keturunan pertama (F_1).
- f. Imago yang baru menetas diisolasikan dalam botol-botol ampul.
- g. Pengamatan diameter mata diambil secara acak dengan 6 kali ulangan dan 6 perlakuan.
- h. Mengukur diameter mata yang muncul pada masing-masing persilangan F_1
- i. Pada saat sebelum pupa menjadi imago, induk dari masing-masing persilangan dipindahkan ke botol-botol ampul.

3.4.4 Teknik mendapatkan generasi kedua (F_2)

Keturunan kedua menggunakan teknik yang sama dengan teknik mendapatkan keturunan pertama. Langkah-langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan 36 botol biakan yang telah diberi kode sesuai dengan *Drosophila melanogaster* strain bar^3 dari generasi I (F_1) yang akan dibiakkan dalam medium.
- j. 36 botol yang berisi medium disiapkan, dalam setiap 6 botol memiliki komposisi medium 0 ppm, 750 ppm, 1250 ppm, 1750 ppm, 2250 ppm dan 2750 ppm.
- b. Mengambil secara acak masing-masing 3 ekor *Drosophila melanogaster* strain bar^3 jantan dan 3 ekor strain bar^3 betina virgin kemudian dimasukkan ke dalam botol yang mempunyai komposisi medium yang berbeda-beda dan masing-masing botol diberi label dan kode ulangan serta kode konsentrasi sodium siklamatnya. sesuai dengan label.
- c. Menunggu sampai stadium instar III (pergantian kulit II) pada hari ke 3.
- d. Pengamatan viabilitas yaitu pada stadium instar III (pergantian kulit II/larva) sampai stadium imago (dewasa) dengan 6 ulangan dan 6 perlakuan pada keturunan kedua (F_2).
- e. Imago yang baru menetas diisolasikan dalam botol-botol ampul.
- f. Pengamatan diameter mata diambil secara acak dengan 5 kali ulangan dan 6 perlakuan.
- g. Mengukur diameter mata yang muncul pada masing-masing persilangan F_2
- h. Pada saat sebelum pupa menjadi imago, induk dari masing-masing persilangan dipindahkan ke botol-botol ampul.

Pengamatan dilakukan setiap hari, mulai dari kemunculan imago pertama sampai hari ke-10.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Mengamati viabilitas

a.1 Menghitung jumlah total larva dilakukan pada setiap hari dari hari ke 0 sampai hari ke-10 setelah perlakuan pada tiap keturunan F_1 dan F_2 . Data yang diambil sejumlah 10 individu strain bar³.

a.2 Menghitung persentase viabilitas larva-pupa dihitung sejak muncul larva selama 7 hari dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah larva yang hidup sampai pupa}}{\text{Jumlah total larva yang ada}} \times 100\%$$

Jumlah total larva yang ada

a.3 Menghitung persentase viabilitas pupa-imago dihitung sejak muncul pupa selama 7 hari, dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah pupa yang hidup sampai imago}}{\text{Jumlah total larva yang ada}} \times 100\%$$

Jumlah total larva yang ada

a.4 Menghitung persentase viabilitas larva-imago dihitung sejak muncul larva sampai hari ke-10, dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah larva yang hidup sampai imago}}{\text{Jumlah total larva yang ada}} \times 100\%$$

Jumlah total larva yang ada

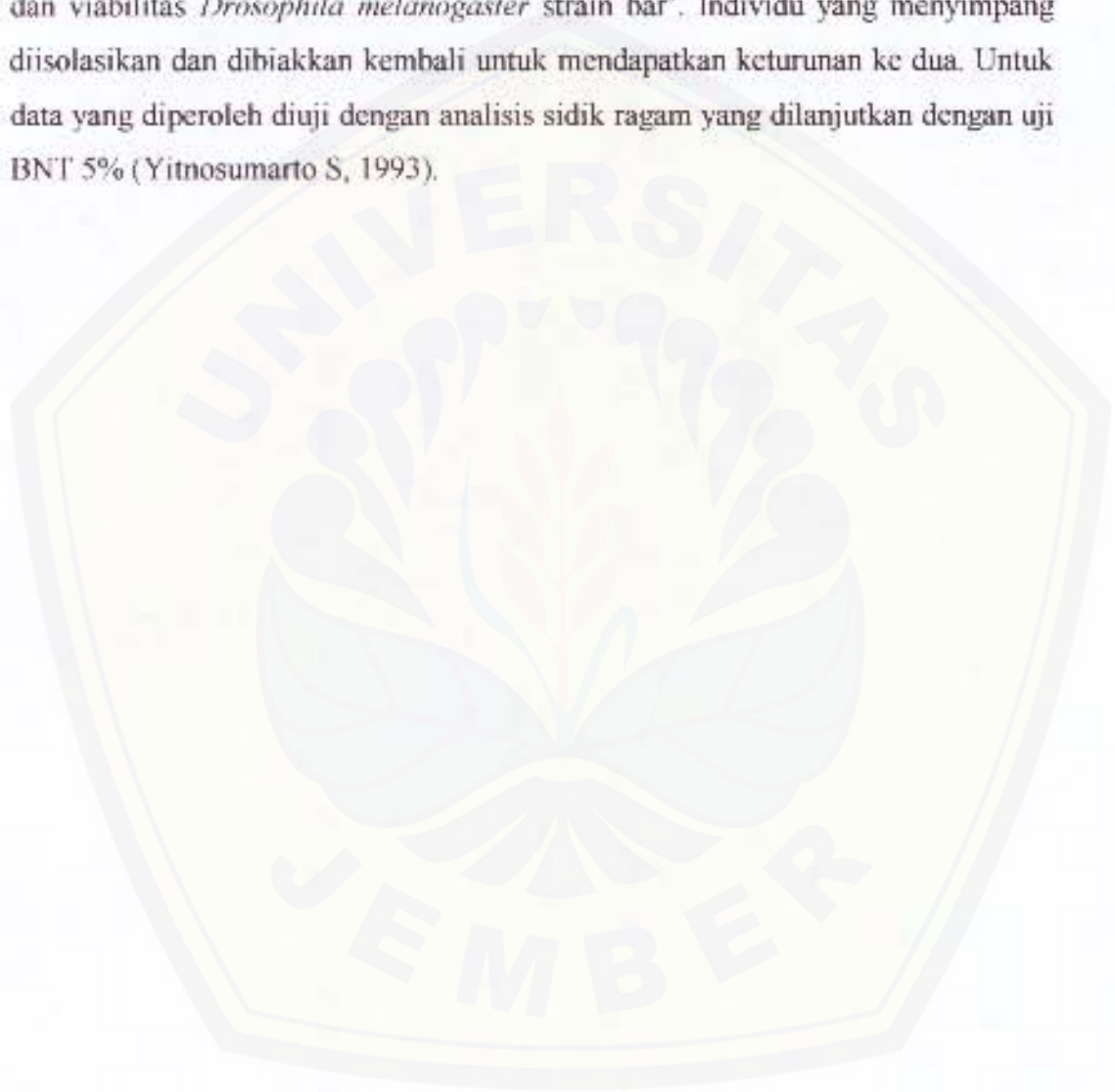
(Sumber: Chumaisiah, 2002)

b. 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 cahaya), kemudian di ukur panjang terpanjang dan lebar terlebar dari mata dengan menggunakan micrometer okuler. Untuk penghitungan micrometer obyektif di kalibrasi terlebih dahulu dengan micrometer okuler untuk menentukan faktor kalibrasi yang akan dikalikan dengan hasil pengukuran dengan satuan micron.

3.5 Analisis Data

Dalam penelitian ini terdapat satu jenis mutan yang diteliti menggunakan RAL dengan analisa statistik berupa analisis sidik ragam tunggal. Analisis ini digunakan untuk mengetahui pengaruh sodium siklamat terhadap diameter mata dan viabilitas *Drosophila melanogaster* strain har³. Individu yang menyimpang diisolasikan dan dibiakkan kembali untuk mendapatkan keturunan ke dua. Untuk data yang diperoleh diuji dengan analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji BNT 5% (Yitnosumarto S, 1993).





V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Sodium siklamat mampu menurunkan viabilitas dan diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain bar³ generasi I dan generasi II.
2. Konsentrasi 2750 ppm mampu menurunkan viabilitas lalat buah *Drosophila melanogaster* strain bar³ pada fase larva-pupa, pupa-imago dan larva-imago pada generasi I dan generasi II.
3. Konsentrasi 2750 ppm mampu mengurangi diameter mata lalat buah *Drosophila melanogaster* strain bar³ jantan dan betina pada generasi I dan generasi II.

5.2 Saran

Untuk lebih mengetahui pengaruh sodium siklamat terhadap diameter mata, dapat dilakukan dengan penghitungan jumlah faset mata.

Daftar Pustaka

- Anggracni, Tj. 1992. *Sistem Pertahanan Tubuh Serangga*. Bandung: PAU Bidang Ilmu Hayati
- Apandi, M dan P. Anna. 1992. *Dasar-dasar Genetika*. Jakarta: Erlangga.
- Balqis. 1995. Pengaruh Suhu terhadap Frekuensi Gagal Berpisah Kromosom Kelamin X *Drosophila melanogaster*. *Skripsi* (belum diterbitkan). Malang: FMIPA IKIP Malang.
- Chumaisiah N. 2002. Pengaruh Inbreeding terhadap Viabilitas dan fenotip lalat buah (*Drosophila Melanogaster* M.) Tipe liar dan mutan sepia. *Skripsi* (belum diterbitkan). Jember: FKIP UNEJ jurusan Biologi
- Corebima, A.D. 1985. *Evolusi Makhluk Hidup*. Jilid 1 Diklat (tidak diterbitkan). Malang: IKIP
- Demam J.M. 1989. *Principles of food Chemistry*. Terjemahan oleh Kosasih Padmawinata. 1997. Bandung: ITB.
- Fachruddin L. 1998. *Memilih dan Memanfaatkan Bahan Tambahan Makanan*. Bogor: PT Trubus Agriwiryia.
- Lu, F.C. 1995. *Toksikologi Dasar (Asas, Organ sasaran dan Penilaian risiko)*. Jakarta: UI-Press
- Gardner, E.J dan P. Snustand. 1984. *Principles of Genetic*. New York: John Wiley and Sons.
- Goodenough. 1988. *Genetika*. jilid 1. Ursula Jakarta: Erlangga.
- Hariyadi, S. 2000. *Petunjuk Praktikum Entomologi*. Jember: FKIP Unej
- Karyadi, E. 1997. "Memperbaiki Pola Makan Mencegah Kanker". Dalam *Intisari*. (Januari). No 402. www.@kompas.com

- Kimball, J.W. 1990. *Biologi edisi kedua*. Jakarta: Erlangga
- Linder, M.C. 1985. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta: UT-Press
- Oktarianti, R dan S. Mumpuni. 1999. *Petunjuk Praktikum*. Jember: Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Prijono D. 1988. *Penuntun Praktikum Pengujian Insektisida*. Bogor: Fakultas Pertanian IPB
- Roberts F. J. A dan M.E Pemberey. 1995. *Pengantar Kedokteran*. Jakarta: EGC
- Rothwell, Norman V. 1983. *Understanding Genetics*. New York: Mac Milan Publishing Co., Inc
- Rudiyanto. 1995. Pengaruh medan magnet terhadap viabilitas (*Drosophila Melanogaster*) strain normal (N), white(w) dan vestigial (vg). *Skripsi* (belum diterbitkan).Malang: FMIPA IKIP Malang.
- Sakidja. 1989. *Kimia Pangan*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Dirjen, Dikti PPLPTK.
- Sastrodihardjo, S. 1979. *Pengantar Entomologi Terapan*. Bandung: ITB
- Satasook, C.,M.B Isman dan P. Wiriychitro. 1992. *Activity of Rocagla mide and insetticide Natural Product Against the varigate cutaworm Peridroma souca*. Canada: University of Columbia, Van couver.
- Shorrocks. 1972. *Drosophila*. London : Ginn and Company Limited
- Sidauruk, H. 1995. Pengaruh Sodium Siklamat terhadap Fenotip *Drosophila Melanogaster* strain eyes missing (eym). *Skripsi* (belum diterbitkan). Malang: FMIPA IKIP Malang.

- Sinnot E. W., L.C. Dunn and T. Dobzhansky. 1958. *Principles of Genetic*, Fifth edition. New York: Mcgraw-Hill Book Company.
- Stine G.J. 1991. *Laboratorium Exercises in Genetics*. New york: Macmillan Publishing Company.
- Suharto, Wagiyana, Purnomo H. 2000. *Penuntun Praktikum Entomologi*. Jember: Unej Fakultas Pertanian Jurusan HPT
- Suprayatmi M. 2002. "Yang Manis Tidak Selalu Manis" @.member. Tripod.com
- Suryo.1990. *Genetika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- ,1995. *Sitogenetika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- ,2001. *Genetika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Wilson, J. A. 1979. *Principles of Animal Physiology*. London: Macmillan Publishing Co.
- Winarno F.G dan Rahayu T.S. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Winarno F.G. 1983. *Enzim Pangan dan Gizi*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka.
- ,1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia.
- Yitnosumarto S. 1993. *Percobaan, Analisis dan Interpretasinya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Lampiran I.

Data Persentase Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva - Pupa (F_1)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	I	II	III	IV	V	VI		
Kontrol	81.81	85.15	88.87	88.17	85.41	94.76	524.17	87.36
0.375	86.91	82.27	85.85	89.92	89.79	86.81	521.55	86.93
0.625	88.52	80.80	84.87	90.47	89.65	86.6	520.91	86.82
0.895	80.23	79.16	86.47	92.78	85.32	90.38	514.34	85.72
1.125	76.94	89.61	75.28	82.24	88.07	83.48	495.62	82.60
1.375	78.40	82.02	80.95	78.78	80.19	84	482.34	80.39
Total							3058.93	

Hasil Analisis Sidik Ragam Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva - Pupa (F_1)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	240.621	48.124	2.646 *	2.53	3.7
Galat	30	545.587	18.186			
Total	35	786.208				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	87.36	a
0,75	86.93	a
1,25	86.82	a
1,75	85.72	a
2,25	82.60	b
2,75	80.39	b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 2.

Data Persentase Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva - Pupa (F_2)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	I	II	III	IV	V	VI		
Kontrol	76.66	70.85	76.63	83.95	81.32	75.29	464.70	77.45
0.375	79.67	70.49	66.21	56.16	53.42	57.79	383.74	63.96
0.625	71.56	70.94	68.76	56.57	58.04	57.35	383.22	63.87
0.895	68.69	72.34	70.18	55.39	55.04	54.48	376.12	62.69
1.125	70.41	65.07	74.37	48.87	44.02	44.83	347.57	57.93
1.375	70.25	69.15	69.91	43.41	42.65	41.93	337.30	56.22
Total							2292.65	

Hasil Analisis Sidik Ragam Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva - Pupa (F_2)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	1676.971	335.394	3.080 *	2.53	3.7
Galat	30	3266.591	108.886			
Total	35	4943.561				

Keterangan : ns- Berbeda Tidak Nyata

* Berbeda Nyata

** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	77.45	a
0,75	63.96	b
1,25	63.87	b
1,75	62.69	b
2,25	57.93	b
2,75	56.22	b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 3.

Data Persentase Viabilitas *D. melanogaster* Fase Pupa - Imago (F₁)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	I	II	III	IV	V	VI		
Kontrol	79.36	85.95	77.16	79.27	85.89	70.72	478.35	79.73
0.375	53.40	52.27	82.94	64.65	64.77	65.98	384.01	64.00
0.625	60.46	53.95	63.86	62.10	63.46	62.89	366.72	61.12
0.895	65.07	51.42	52.43	60.00	58.06	58.65	345.63	57.61
1.125	50.44	58.91	56.26	51.14	54.14	54.94	325.83	54.31
1.375	50.72	43.28	64.70	52.32	43.20	45.24	299.46	49.91
Total							2200.00	

Hasil Analisis Sidik Ragam Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva - Pupa (F₁)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Pertakuan	5	3233.479	646.696	14.250 **	2.53	3.7
Galat	30	1361.509	45.384			
Total	35	4594.988				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata

* Berbeda Nyata

** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	79.73	a
0,75	64.00	b
1,25	61.12	b
1,75	57.61	c
2,25	54.31	c
2,75	49.91	e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%

Lampiran 4.

Data Persentase Viabilitas *D. melanogaster* Fase Pupa - Imago (F_2)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	I	II	III	IV	V	VI		
Kontrol	74.82	87.30	73.75	69.85	68.15	69.53	443.40	73.90
0.375	55.76	57.70	60.67	67.07	70.93	65.17	377.30	62.88
0.625	50.68	63.46	57.89	66.28	65.59	66.67	370.57	61.76
0.895	54.97	62.88	53.47	64.93	63.33	64.04	363.62	60.60
1.125	47.61	55.85	55.17	61.54	60.00	61.54	341.71	56.95
1.375	43.33	49.53	50.47	58.93	58.62	56.92	317.80	52.97
Total							2214.40	

Hasil Analisis Sidik Ragam Viabilitas *D. melanogaster* Fase Pupa-Imago (F_2)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	1500.303	300.061	8.322 **	2.53	3.7
Galat	30	1081.725	36.057			
Total	35	2582.028				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	73.90	a
0,75	62.88	b
1,25	61.76	b
1,75	60.60	b
2,25	56.95	c
2,75	52.97	d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 5.

Data Persentase Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva-Imago (F₁)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	I	II	III	IV	V	VI		
Kontrol	64.93	64.59	61.63	69.89	72.92	67.01	400.97	66.83
0.375	52.91	52.27	79.79	58.14	58.16	59.26	360.53	60.09
0.625	54.73	62.55	63.59	56.19	56.89	64.46	358.41	59.74
0.895	54.18	64.37	60.58	55.67	49.54	64.89	349.23	58.21
1.125	54.70	56.23	64.83	42.06	47.70	45.87	311.39	51.90
1.375	59.77	59.10	52.38	40.18	34.65	38.00	284.08	47.35
Total							2064.61	

Hasil Analisis Sidik Ragam Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva-Imago (F₁)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Pertakuan	5	1401.263	280.253	4.593 **	2.53	3.7
Galat	30	1830.372	61.012			
Total	35	3231.635				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	66.83	a
0,75	60.09	b
1,25	59.74	b
1,75	58.21	b
2,25	51.90	c
2,75	47.35	d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 6.

Data Persentase Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva-Imago (F₂)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	I	II	III	IV	V	VI		
Kontrol	43.30	48.24	50.00	58.64	55.42	52.35	307.95	51.33
0.375	41.83	45.64	42.85	37.67	44.82	37.88	250.69	41.78
0.625	40.27	36.72	44.02	37.5	42.66	45.59	246.76	41.13
0.895	36.08	44.68	37.03	35.97	34.86	39.31	227.93	37.99
1.125	34.48	32.85	43.24	30.07	26.41	27.58	194.63	32.44
1.375	27.41	25.75	33.33	25.58	25	25.16	162.23	27.04
Total							1390.19	

Hasil Analisis Sidik Ragam Viabilitas *D. melanogaster* Fase Larva-Imago (F₂)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	2102.661	420.532	22.093 **	2.53	3.7
Galat	30	571.047	19.035			
Total	35	2673.708				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	51.33	a
0,75	41.78	b
1,25	41.13	b
1,75	37.99	c
2,25	32.44	d
2,75	27.04	e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 7.

Data Pengukuran Panjang Faset Mata Jantan (F₁)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0312	0,0303	0,0312	0,0312	0,0303	0,1540	0,0308
0,75	0,0276	0,0294	0,0276	0,0294	0,0303	0,1442	0,0288
1,25	0,0285	0,0267	0,0294	0,0267	0,0267	0,1380	0,0276
1,75	0,0267	0,0249	0,0258	0,0267	0,0276	0,1317	0,0263
2,25	0,0267	0,0258	0,0267	0,0249	0,0240	0,1282	0,0256
2,75	0,0276	0,0240	0,0267	0,0249	0,0240	0,1273	0,0255
Total						0,8233	

Hasil Analisis Sidik Ragam Panjang Faset Mata Jantan (F₁)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,000108	0,000022	15,7577 **	2,62	3,90
Galat	24	0,000033	0,000001			
Total	29	0,000141				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata

* Berbeda Nyata

** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0308	a
0,75	0,0288	b
1,25	0,0276	c
1,75	0,0263	d
2,25	0,0256	e
2,75	0,0255	e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 8.

Data Pengukuran Lebar Faset Mata Jantan (F_1)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0134	0,0134	0,0125	0,0134	0,0125	0,0650	0,0130
0,75	0,0134	0,0116	0,0116	0,0107	0,0125	0,0596	0,0119
1,25	0,0107	0,0125	0,0125	0,0107	0,0116	0,0579	0,0116
1,75	0,0134	0,0125	0,0098	0,0116	0,0098	0,0570	0,0114
2,25	0,0107	0,0089	0,0098	0,0107	0,0125	0,0525	0,0105
2,75	0,0098	0,0107	0,0098	0,0098	0,0107	0,0507	0,0101
Total						0,3427	

Hasil Analisis Sidik Ragam Lebar Faset Mata Jantan (F_1)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,000026	0,000005	4,7663 **	2,62	3,90
Galat	24	0,000026	0,000001			
Total	29	0,000052				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0130	a
0,75	0,0119	a
1,25	0,0116	b
1,75	0,0114	b
2,25	0,0105	bc
2,75	0,0101	c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%

Lampiran 9.

Data Pengukuran Panjang Faset Mata Jantan (F_2)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0360	0,0336	0,0336	0,0360	0,0360	0,1752	0,0350
0,75	0,0312	0,0336	0,0288	0,0336	0,0312	0,1584	0,0317
1,25	0,0312	0,0312	0,0288	0,0312	0,0312	0,1536	0,0307
1,75	0,0312	0,0312	0,0312	0,0288	0,0312	0,1536	0,0307
2,25	0,0312	0,0288	0,0288	0,0312	0,0312	0,1512	0,0302
2,75	0,0264	0,0312	0,0312	0,0312	0,0312	0,1512	0,0302
Total						0,9432	

Hasil Analisis Sidik Ragam Panjang Faset Mata Jantan (F_2)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,0000847	0,0000169	7,0560 **	2,62	3,90
Galat	24	0,0000576	0,0000024			
Total	29	0,0001423				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata

* Berbeda Nyata

** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0350	a
0,75	0,0317	b
1,25	0,0307	c
1,75	0,0307	c
2,25	0,0302	c
2,75	0,0302	c

Keterangan Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 10.

Data Pengukuran Lebar Faset Mata Jantan (F_2)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0120	0,0120	0,0120	0,0120	0,0120	0,0600	0,0120
0,75	0,0120	0,0120	0,0096	0,0096	0,0120	0,0552	0,0110
1,25	0,0144	0,0120	0,0096	0,0096	0,0096	0,0552	0,0110
1,75	0,0096	0,0120	0,0096	0,0096	0,0120	0,0528	0,0106
2,25	0,0096	0,0096	0,0096	0,0096	0,0096	0,0480	0,0096
2,75	0,0096	0,0096	0,0096	0,0096	0,0096	0,0480	0,0096
Total						0,3192	

Hasil Analisis Sidik Ragam Lebar Faset Mata Jantan (F_2)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,0000217	0,0000043	3,228571 *	2,62	3,90
Galat	24	0,0000323	0,0000013			
Total	29	0,0000540				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata

* Berbeda Nyata

** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0120	a
0,75	0,0110	b
1,25	0,0110	b
1,75	0,0106	b
2,25	0,0096	c
2,75	0,0096	c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran II.

Data Pengukuran Panjang Faset Mata Betina (F_1)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0312	0,0329	0,0303	0,0312	0,0320	0,1575	0,0315
0,75	0,0294	0,0276	0,0276	0,0294	0,0294	0,1433	0,0287
1,25	0,0276	0,0267	0,0258	0,0276	0,0267	0,1344	0,0269
1,75	0,0276	0,0276	0,0231	0,0285	0,0240	0,1308	0,0262
2,25	0,0249	0,0231	0,0249	0,0276	0,0240	0,1248	0,0249
2,75	0,0249	0,0231	0,0240	0,0231	0,0249	0,1202	0,0240
Total						0,8108	

Hasil Analisis Sidik Ragam Panjang Faset Mata Betina (F_1)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,000185	0,000037	18,6373 **	2,62	3,90
Galat	24	0,000048	0,000002			
Total	29	0,000232				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0315	a
0,75	0,0287	b
1,25	0,0269	c
1,75	0,0262	c
2,25	0,0249	d
2,75	0,0240	e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 12.

Data Pengukuran Lebar Faset Mata Betina (F_1)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0125	0,0134	0,0134	0,0134	0,0134	0,0659	0,0132
0,75	0,0134	0,0116	0,0125	0,0125	0,0125	0,0623	0,0125
1,25	0,0134	0,0125	0,0116	0,0107	0,0116	0,0596	0,0119
1,75	0,0134	0,0142	0,0116	0,0089	0,0116	0,0596	0,0119
2,25	0,0116	0,0098	0,0116	0,0107	0,0098	0,0534	0,0107
2,75	0,0098	0,0098	0,0098	0,0107	0,0089	0,0490	0,0098
Total						0,3498	

Hasil Analisis Sidik Ragam Lebar Faset Mata Betina (F_1)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,000038	0,000008	6,48 **	2,62	3,90
Galat	24	0,000028	0,000001			
Total	29	0,000066				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0132	a
0,75	0,0125	b
1,25	0,0119	c
1,75	0,0119	c
2,25	0,0107	c
2,75	0,0098	d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 13.

Data Pengukuran Panjang Faset Mata Betina (F_2)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0336	0,0312	0,0360	0,0360	0,0360	0,1728	0,0346
0,75	0,0360	0,0360	0,0312	0,0336	0,0312	0,1680	0,0336
1,25	0,0336	0,0312	0,0336	0,0336	0,0336	0,1656	0,0331
1,75	0,0360	0,0312	0,0288	0,0360	0,0312	0,1632	0,0326
2,25	0,0288	0,0264	0,0288	0,0288	0,0288	0,1416	0,0283
2,75	0,0264	0,0264	0,0264	0,0264	0,0240	0,1296	0,0259
Total						0,9408	

Hasil Analisis Sidik Ragam Panjang Faset Mata Betina (F_2)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,000294	0,000059	14,59048 **	2,62	3,90
Galat	24	0,000097	0,000004			
Total	29	0,000391				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata

* Berbeda Nyata

** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0346	a
0,75	0,0336	b
1,25	0,0331	b
1,75	0,0326	b
2,25	0,0283	c
2,75	0,0259	c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%.

Lampiran 14.

Data Pengukuran Lebar Faset Mata Betina (F_2)

Perlakuan (%)	Ulangan					Total	Rerata
	I	II	III	IV	V		
Kontrol	0,0120	0,0120	0,0144	0,0120	0,0120	0,0624	0,0125
0,75	0,0120	0,0120	0,0120	0,0120	0,0120	0,0600	0,0120
1,25	0,0120	0,0120	0,0120	0,0120	0,0096	0,0576	0,0115
1,75	0,0120	0,0120	0,0120	0,0120	0,0096	0,0576	0,0115
2,25	0,0120	0,0120	0,0120	0,0096	0,0096	0,0552	0,0110
2,75	0,0096	0,0096	0,0096	0,0096	0,0120	0,0504	0,0101
Total						0,3432	

Hasil Analisis Sidik Ragam Lebar Faset Mata Betina (F_2)

SK	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	FHitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0,000017	0,000003	3,236364 *	2,62	3,90
Galat	24	0,000025	0,000001			
Total	29	0,000042				

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata
 * Berbeda Nyata
 ** Berbeda Sangat Nyata

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	Notasi
Kontrol	0,0125	a
0,75	0,0120	ab
1,25	0,0115	bc
1,75	0,0115	bc
2,25	0,0110	c
2,75	0,0101	d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji BNT taraf 5%

Lampiran 15



Foto 1. Foto *Drosophila melanogaster* strain bar³ Generasi Pertama (F₁) (a) Kontrol (b) Konsentrasi 0,75% (c) Konsentrasi 1,25% (d) Konsentrasi 1,75% (e) Konsentrasi 2,25% (f) Konsentrasi 2,75%



Foto 2 Foto *Drosophila melanogaster* strain bar¹ Generasi Kedua (F_2) (a) Kontrol (b) Konsentrasi 0,75% (c) Konsentrasi 1,25% (d) Konsentrasi 1,75% (e) Konsentrasi 2,25% (f) Konsentrasi 2,75%