



**PENGARUH EKSTRAK TEH HIJAU TERHADAP  
PERTUMBUHAN *Streptococcus mutans*  
DAN PRODUKSI ASAM LAKTAT  
(In Vitro)**

**KARYA TULIS ILMIAH  
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Kedokteran Gigi Pada  
Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember

Oleh :

**Feni Firdaningrum**

011610101108

Pembimbing :

drg. H. A. Gunadi, M.S., Ph.D  
drg. Depi Praharani, M.Kes

Asal :

Hadiah

Periode  
25 NOV 2005

Klass

615.082

FIR

Pengkatalog :

Prof

G/P

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2005**

**PENGARUH EKSTRAK TEH HIJAU TERHADAP PERTUMBUHAN  
*Streptococcus mutans* DAN PRODUKSI ASAM LAKTAT  
(In Vitro)**

**KARYA TULIS ILMIAH  
(SKRIPSI)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Kedokteran Gigi Pada  
Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember**

**Oleh :  
Feni Firdaningrum  
NIM : 011610101108**

Dosen Pembimbing Utama



**drg. H. A. Gunadi, M.S., Ph.D**  
NIP. 131 276 664

Dosen Pembimbing Anggota



**drg. Depi Praharani, M.Kes**  
NIP. 132 162 518

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2005**

Diterima oleh:  
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  
Sebagai Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)

Dipertahankan pada:  
Hari : Senin  
Tanggal : 5 September 2005  
Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



**drg. H. A. Gunadi, M.S., Ph.D**  
NIP. 131 276 664

Sekretaris



**drg. Pudji Astuti, M.Kes**  
NIP. 132 148 482

Anggota



**drg. Depi Praharani, M.Kes**  
NIP. 132 162 518



Mengesahkan  
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember



**drg. Zahroni Hamzah, M.S.**  
NIP. 131 558 576

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2005**

**HALAMAN MOTTO**

...janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak punya pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggung jawaban (Q.S. Al-Israa' [17] : 36).

..., mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar (Q.S. Al-Baqarah [2] : 153).

"Yakin - Semangat"

"Berusaha dan Berdoa" (pheny)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya sederhana ini sebagai ungkapan rasa hormat dan terima kasihku yang tulus dan tak terhingga kepada :

- Ibundaku tersayang (Almh.) *Soehartijah* yang telah mengandungku, melahirkanku, membesarkanku, merawatku dan mengajarku tentang arti dan makna hidup. Pengorbanan yang tiada ternilai, dan do'a yang tak pernah kering untuk kesuksesan dan kebahagiaan putri-putrinya. Semoga Allah memberi kesempatan untuk membalas kasihmu.
- Bapakku *Dasrip S.* tercinta yang tak pernah lelah bekerja keras, memberi kasih sayang yang tulus, taruhlah namaku selalu di hatimu.
- Kakak-kakakku tersayang, lentera hidupku, *Sri Wahyuni* dan *Siswadi* serta *Heri Murtini* dan *Pratiknyo*, terima kasih yang tak terhingga atas dukungan, bantuan, dan kasih sayangnya yang dicurahkan kepada diriku, serta perhatian, semangat agar selalu tegar, bijak dan dewasa menghadapi realita hidup.
- *My Soulmate* "**TRI EFTO APRILLIONO**", do'a, dukungan, semangat, perhatian, kasih sayang, cinta, dan pengorbanan menjadi motivasi dan inspirasi bagiku. *Thanks all.*
- Semua sahabatku: Tutux, Fanny, Astie, Depie, Amel, Dhona, Prima, Happy, Meta. Terima kasih atas bantuan, nasehat, dan dukungan kalian yang membuat aku bertahan.
- Seluruh keponakanku Abi, Ai', Billa, dan Dicky, *I love you all.*
- Seluruh guru-guruku yang selalu mengajarkan dan mengingatkan agar menjadikanku lebih baik, lebih berarti dalam hidup.
- Almamater yang selalu kubanggakan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allahurobbi atas segala limpahan karunia rahmat, hidayah dan 'inayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah (Skripsi) yang berjudul **“Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans* dan Produksi Asam Laktat (*In Vitro*).”**

Karya Tulis Ilmiah ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Kedokteran Gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. drg. Zahreni Hamzah, M.S. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan kepada penulis hingga terselesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
2. drg. H. A. Gunadi, M.S., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) atas bimbingan dan ilmu yang telah beliau berikan.
3. drg. Depi Praharani, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) atas bimbingan, ilmu dan semangat yang telah beliau berikan.
4. drg. Pudji Astuti, M.Kes, selaku Sekretaris Penguji atas segala masukan dan arahnya.
5. Seluruh teknisi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknik Pertanian Universitas Jember.
6. Kepala dan staf Taman Bacaan Fakultas Kedokteran Gigi dan UPT Perpustakaan Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas bahan acuan Karya Tulis Ilmiah ini.
7. Untuk cintaku TRI EFTO APRILLIONO, terima kasih atas jerih payah dalam membantu untuk kelancaran klinikku.
8. Seluruh teman FKG Universitas Jember angkatan 2001.
9. Teman-temanku KKT: Dek Titin, Ratna, Adisti, Febi, Mak Santhi, Iguh, Mas Ruhyat, Badri, Biba. Terima kasih atas segala pengertiannya.

10. Rental Merdeka, “mas Gogon” yang telah membantu dalam pengetikan hingga terselesainya Karya Tulis Ilmiah ini. Terima kasih atas segala bantuannya.
11. Seluruh peserta seminar proposal dan seminar hasil Karya Tulis Ilmiah ini yang telah memberikan saran dan kritik agar Karya Tulis Ilmiah ini menjadi lebih baik.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

Semua saran dan kritik yang membangun penulis harapkan guna kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan pemikiran yang berharga baik bagi penulis sendiri dan bagi praktisi Ilmu Kedokteran Gigi.

Jember, September 2005

Feni Firdaningrum

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Tanaman Teh.....	4
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Teh.....	4
2.1.2 Karakteristik Tanaman Teh.....	5
2.2 Daun Teh.....	5
2.2.1 Morfologi Daun Teh.....	5
2.2.2 Kandungan Daun Teh.....	6
2.2.3 Pengolahan Daun Teh.....	8
2.3 Teh Hijau.....	8
2.4 <i>Streptococcus</i> .....	9
2.4.1 Definisi.....	9
2.4.2 Morfologi dan Identifikasi.....	10
2.4.3 Klasifikasi <i>Streptococcus</i> .....	12



2.4.4 <i>Streptococcus mutans</i> .....	16
2.5 Metabolisme Karbohidrat.....	17
2.6 Asam Laktat .....	18
2.7 Hipotesis Penelitian.....	21
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	22
3.1 Jenis, Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.1.1 Jenis Penelitian.....	22
3.1.2 Tempat Penelitian.....	22
3.1.3 Waktu Penelitian.....	22
3.2 Variabel Penelitian.....	22
3.2.1 Variabel Bebas .....	22
3.2.2 Variabel Terikat .....	22
3.2.3 Variabel Kendali .....	22
3.3 Definisi Operasional Variabel.....	23
3.4 Jumlah dan Penggolongan Sampel Penelitian.....	23
3.4.1 Jumlah Sampel Penelitian .....	23
3.4.2 Penggolongan Sampel Penelitian.....	23
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.5.1 Alat Penelitian.....	23
3.5.2 Bahan Penelitian.....	24
3.6 Prosedur Kerja.....	25
3.6.1 Tahap Persiapan .....	25
3.6.2 Tahap Perlakuan.....	28
3.6.3 Tahap Pengamatan .....	29
3.7 Analisis Data .....	30
3.8 Alur Penelitian .....	32
<b>IV. HASIL DAN ANALISA</b> .....	33
4.1 Hasil .....	33
4.1.1 Pengukuran Nilai Absorbansi .....	33
4.1.2 Pengukuran Jumlah Asam Laktat.....	34
4.2 Analisis Data .....	35

4.2.1 Nilai Absorbansi.....	35
4.2.2 Jumlah Asam Laktat.....	36
4.2.3 Hubungan Antara Nilai Absorbansi dan Jumlah Asam Laktat.....	38
<b>V. PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
5.1 Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan <i>Streptococcus mutans</i> .....	39
5.2 Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Produksi Asam Laktat dari <i>Streptococcus mutans</i> .....	40
5.3 Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan <i>Streptococcus mutans</i> Dihubungkan dengan Produksi Asam Laktat.....	41
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
6.1 Kesimpulan .....	43
6.2 Saran.....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>

DAFTAR TABEL

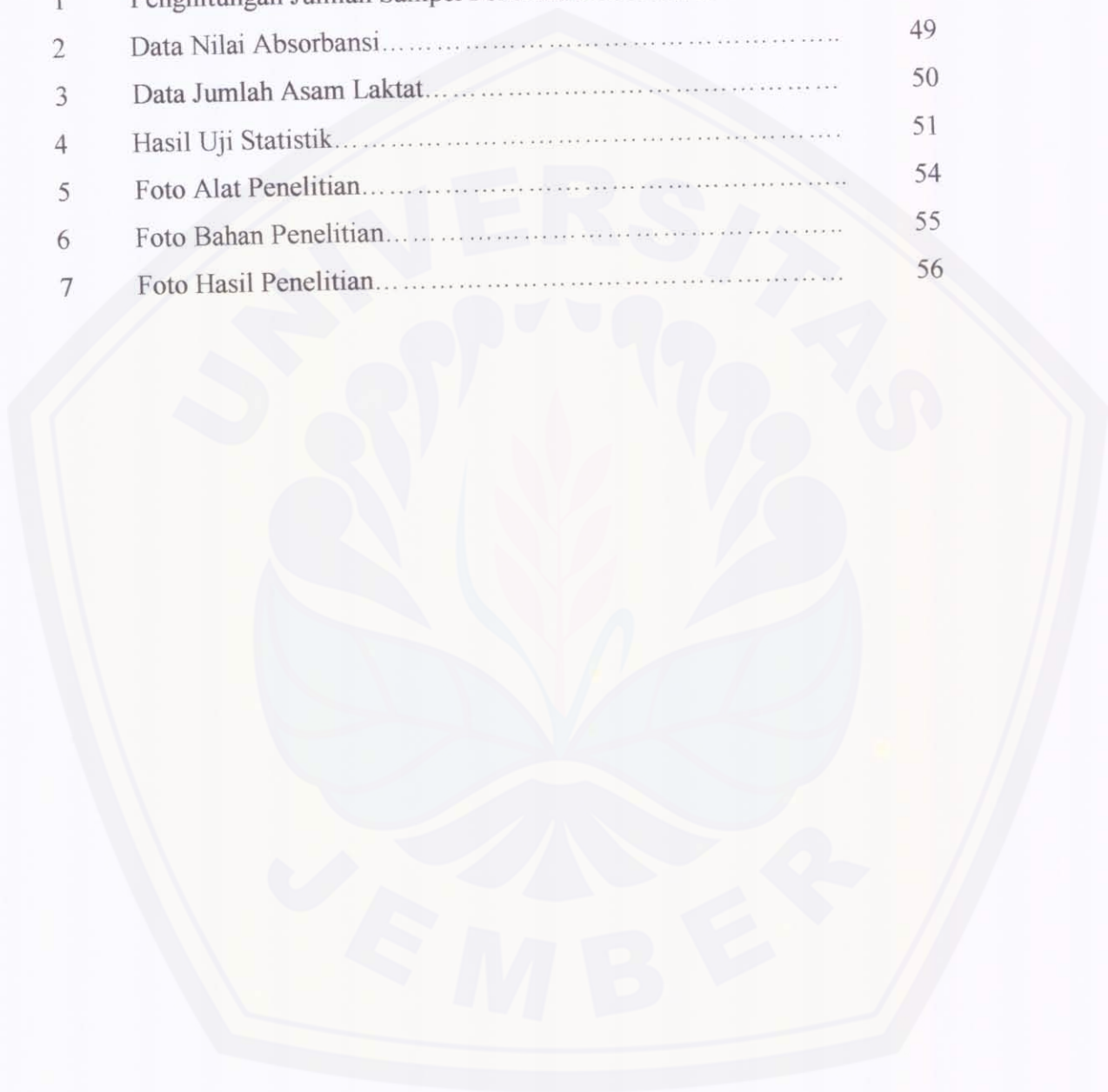
No.		Halaman
1	Identifikasi <i>Streptococcus</i> .....	12
2	Klasifikasi <i>Streptococcus</i> yang Patogen.....	13
3	Faktor-Faktor Virulensi <i>Streptococcus</i> Golongan A.....	14
4	Pembagian Fenotip dari <i>Streptococcus mutans</i> .....	16
5	Rata-rata Nilai Absorbansi Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan <i>Streptococcus mutans</i> pada Berbagai Waktu Pengamatan.....	33
6	Rata-rata Jumlah Produksi Asam Laktat dari <i>S. mutans</i> .....	34
7	Hasil Uji Anova Dua Arah Nilai Absorbansi.....	35
8	Hasil Uji <i>Tukey HSD</i> Nilai Absorbansi.....	36
9	Hasil Uji Anova Dua Arah Jumlah Asam Laktat.....	37
10	Hasil Uji <i>Tukey HSD</i> Jumlah Asam Laktat.....	37
11	Hasil Uji Korelasi Pearson.....	38

**DAFTAR GAMBAR**

No.		Halaman
1	Daun Teh.....	6
2	Katekin.....	9
3	Jalur Glikolisis.....	19
4	Skema Fermentasi dari Bakteri Asam Laktat dalam <b>Homofermentasi dan Heterofermentasi</b> .....	20
5	Alur Penelitian.....	32
6	Diagram Batang Rata-Rata Nilai Absorbansi.....	34
7	Diagram Batang Rata-Rata Jumlah Asam Laktat.....	35

**DAFTAR LAMPIRAN**

No.		Halaman
1	Penghitungan Jumlah Sampel Penelitian.....	48
2	Data Nilai Absorbansi.....	49
3	Data Jumlah Asam Laktat.....	50
4	Hasil Uji Statistik.....	51
5	Foto Alat Penelitian.....	54
6	Foto Bahan Penelitian.....	55
7	Foto Hasil Penelitian.....	56



## RINGKASAN

**“Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans* dan Produksi Asam Laktat (*In Vitro*)”, penelitian eksperimental. Oleh Feni Firdaningrum, NIM. 011610101108. Pembimbing: drg. H. A. Gunadi, M.S., Ph.D (DPU) dan drg. Depi Praharani, M.Kes (DPA).**

Karies adalah penyakit gigi dan mulut yang banyak dijumpai di Indonesia. Bakteri penyebab utama karies gigi adalah *Streptococcus mutans*. *S. mutans* yang melekat erat dalam plak dapat memfermentasikan fruktosa yang diuraikan dari sukrosa sehingga membentuk asam laktat. Sebagai hasil dari interaksi dengan gigi, asam laktat ini dapat menyebabkan dekalsifikasi, yang selanjutnya menimbulkan kerusakan pada dentin gigi. Teh hijau adalah tumbuhan yang dapat digunakan dalam mencegah pembentukan karies karena mengandung polifenol dalam jumlah besar. Polifenol yang terkandung dalam teh hijau dapat bersifat bakterisid atau bakteriostatik tergantung konsentrasinya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ekstrak teh hijau terhadap pertumbuhan *S. mutans*, pengaruh ekstrak teh hijau terhadap produksi asam laktat dari *S. mutans*, dan pengaruh ekstrak teh hijau terhadap pertumbuhan *S. mutans* yang dihubungkan dengan produksi asam laktat.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Maret – April 2005. Jumlah sampel penelitian ini adalah 40 yang dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan yaitu ekstrak teh hijau konsentrasi 3,125%, ekstrak teh konsentrasi 6,25%, dan ekstrak teh konsentrasi 12,5%, serta satu kelompok kontrol.

Dari hasil uji Analisa Varian dua arah untuk nilai ansorbansi maupun jumlah asam laktat didapatkan perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ) terhadap kelompok kontrol, ekstrak teh hijau konsentrasi 3,125%, 6,25%, dan 12,5%. Hasil uji *Tukey HSD* nilai absorbansi menunjukkan bahwa antara kelompok terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ), kecuali antara kelompok kontrol dengan kelompok teh hijau ekstrak konsentrasi 12,5% ( $t_{24}$ ) didapatkan hasil  $p = 0,178$ . Begitu pula hasil uji *Tukey HSD* jumlah asam laktat menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kelompok ( $p < 0,05$ ), kecuali antara kelompok ekstrak teh hijau konsentrasi 6,25% ( $t_{48}$ ) dengan kelompok ekstrak teh hijau konsentrasi 12,5% ( $t_{24}$ ) didapatkan hasil  $p = 0,630$ . Hasil uji Korelasi Pearson memperlihatkan adanya hubungan antara pertumbuhan *S. mutans* dengan produksi asam laktat ( $p = 0,816$ ).

Kesimpulan hasil penelitian ini yaitu ekstrak teh hijau berpengaruh terhadap pertumbuhan *S. mutans* dan produksi asam laktat dari *S. mutans* dimana penurunan pertumbuhan *S. mutans* diikuti juga dengan penurunan jumlah asam laktatnya.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Karies adalah penyakit gigi dan mulut yang banyak dijumpai di Indonesia. Penyakit ini adalah penyakit multifaktorial, sehingga untuk terjadinya karies gigi harus ada faktor-faktor permukaan gigi itu sendiri, substrat, mikroorganisme dan waktu. Karies merupakan proses demineralisasi dan desintegrasi secara terus menerus terhadap jaringan gigi yang mengalami dekalsifikasi dan terjadi akibat mikroorganisme yang menempel pada permukaan gigi (Sulistiyani, 2002). Bakteri penyebab utama karies gigi adalah *Streptococcus mutans* (Mangundjaja dkk., 2001).

Hasil penelitian Gibbons dan Banghart seperti diungkapkan Taubman dalam Roeslan (1992) menunjukkan bahwa *S. mutans* sanggup mensintesis glukukan dan sukrosa. Glukan yang terbentuk berperan pada perlekatan *S. mutans* di permukaan yang keras dan licin, karena konsistensinya yang seperti lumpur, pekat, tidak mudah larut, dan bersifat lengket. Akibatnya dapat mematangkan pembentukan plak gigi. Dari dalam plak inilah, *S. mutans* akan memetabolisme karbohidrat menjadi asam laktat yang dapat menyebabkan demineralisasi gigi (Finn, 1963 dalam Roeslan, 1992). Menurut Lehner dalam Widjiastuti (2000), bakteri *S. mutans* mampu memetabolisme karbohidrat menjadi asam, sehingga menurunkan pH saliva dibawah pH kritis 5,5 bahkan 4,1. Keadaan inilah yang dapat melarutkan enamel. Mekanisme tersebut merupakan sifat virulensi *S. mutans* dalam kaitannya dengan karies gigi. Disamping itu kemampuan bakteri *S. mutans* dalam pembentukan asam menyebabkan *S. mutans* dapat bertahan hidup dalam suasana asam (Vaidyanathan *et al.*, 1991 dalam Sylvani, 1999).

Berdasarkan perkiraan, prevalensi karies akan terus meningkat sehingga suatu program pencegahan untuk mengatasi penyakit ini sangat dianjurkan (Sutatmi, 1989 dalam Widyawati, 1991). Hasil penelitian Sakanaka *et al.* (1991) dalam Hardjwinata dkk. (2002), mendapatkan bahwa ternyata anak-anak yang minum teh setelah makan dapat menurunkan timbulnya karies. Menurut Oewen dkk. (1997), teh banyak mengandung zat-zat yang bermanfaat bagi kesehatan

yaitu fenol, non fenol, fluor, senyawa aromatis, dan enzim. Senyawa fenol yang terdapat pada teh adalah polifenol (katekin), yaitu diantaranya epigalokatein dan epigalokatekingalat yang bersifat antimikrobia.

Terdapat enam jenis teh yang dibagi berdasarkan derajat fermentasi dan oksida polifenol dalam teh yaitu: teh hijau, *yellow tea*, *dark tea*, *white tea*, *oolong tea* dan teh hitam. Keenam teh ini mempunyai rasa dan kualitas yang jelas berbeda ditentukan dengan derajat oksidasi dari polifenol, apakah enzimatis atau non enzimatis (Teranishi & Hornstein 1995 dalam Hardjwinata dkk., 2002). Di Indonesia terdapat dua macam teh, yaitu teh hitam dan teh hijau. Pada proses pengolahan teh hitam diperlukan proses fermentasi (oksidasi enzimatis) yang cukup. Sedangkan teh hijau melalui serangkaian proses fisik dan mekanis tanpa atau sedikit proses oksidasi enzimatis (fermentasi) (Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, 1994). Adanya perbedaan proses pengolahan teh menyebabkan teh hijau lebih banyak mengandung polifenol daripada teh hitam (Oki dalam Handajani dkk, 2004). Polifenol dari ekstrak teh hijau dapat menunjukkan efek bakteriostatik ataupun bakterisid tergantung pada konsentrasi yang digunakan. Menurut Hardjwinata dkk (2002), teh hijau mempunyai hasil terbaik dalam mencegah pembentukan karies karena mengandung katekin dalam jumlah besar yang sama dengan mineral seperti fluor. Katekin yang terkandung dalam teh hijau dapat bersifat bakterisid atau bakteriostatik tergantung konsentrasinya. Hasil penelitian Koopirojn *et al.* (2002), didapatkan bahwa ekstrak teh hitam dengan konsentrasi 50%, 33%, 25%, 20%, 16,7% dapat menghambat produksi asam laktat dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan ekstrak teh.

Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin mengetahui efektivitas ekstrak teh hijau terhadap pertumbuhan *S. mutans* dihubungkan dengan produksi asam laktat oleh *S. mutans*.



### 1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana pengaruh ekstrak teh hijau terhadap pertumbuhan *S. mutans* ?
- b. Bagaimana pengaruh ekstrak teh hijau terhadap produksi asam laktat dari *S. mutans* ?
- c. Bagaimana pengaruh ekstrak teh hijau terhadap pertumbuhan *S. mutans* dihubungkan dengan produksi asam laktat?

### 1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui pengaruh ekstrak teh hijau terhadap pertumbuhan *S. mutans*
- b. Mengetahui pengaruh ekstrak teh hijau terhadap produksi asam laktat dari *S. mutans*.
- c. Mengetahui pengaruh ekstrak teh hijau terhadap pertumbuhan *S. mutans* dihubungkan dengan produksi asam laktat?

### 1.4 Manfaat

- a. Memberikan tambahan informasi mengenai daya antibakteri teh hijau terhadap *S. mutans* yang merupakan bakteri kariogenik.
- b. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi untuk penelitian lebih lanjut.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Teh

Masyarakat umum menduga, bahwa asal tanaman teh (*Camellia sinensis*) berasal dari daerah pegunungan antara Tibet dan Republik Rakyat Cina (RRC) bagian Selatan, atau tepatnya 25°-35° Lintang Utara, dan antara garis meridian 95°-105°. Perusahaan kebun teh yang pertama diselenggarakan di daerah pegunungan sebelah Barat RRC Selatan, hingga sekarang propinsi Szechwan merupakan salah satu daerah yang terpenting di Asia Tenggara. Sejak lama hasil tanaman teh daerah tersebut dipergunakan dalam bahan ramuan pengobatan (Syamsulbahri, 1996). Sedangkan di Indonesia tanaman teh umumnya dikenal sebagai penyegar minuman. Daun teh berbau khas aromatik dan rasanya agak sepet (Kartasapoetra, 1993).

#### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Teh

Dalam spesies plantarum volume pertama, Linnaeus (1953) menamakan tanaman teh sebagai *Thea sinensis* kemudian dalam penerbitan kedua menguraikan dua spesies yaitu *Thea lohea* yang berdaun 6 dan *Thea viridis* yang berdaun bunga 9. Sejak lama dipergunakan penamaan tanaman teh dengan *Camellia thea* oleh para ahli botani dari India dan Srilangka, sedangkan Cohen Stuart menggunakan nama *Camellia theifera*. Pada akhirnya diperoleh kesepakatan untuk menyebut nama latin tanaman teh sebagai *Camellia sinensis*, seperti yang tercantum dalam buku yang berjudul Index Kewensis. Selanjutnya dinyatakan keseragaman dalam pengklasifikasian tanaman teh sebagai berikut :

Divisio : *Spermatopytha*  
Sub divisio : *Angiospermae*  
Klass : *Dicotyledonae*  
Ordo : *Parientales*  
Sub ordo : *Theineae*  
Famili : *Theaceae*  
Genus : *Camellia*

Species : *Camellia sinensis*  
(Syamsulbahri, 1996).

### 2.1.2 Karakteristik Tanaman Teh

Tanaman teh memiliki karakteristik yang unik mulai dari akar, batang, bunga, buah, biji dan daun (Syamsulbahri, 1996).

#### 1. Akar

Pohon teh mempunyai akar tunggang yang panjang, dengan akar cabang yang sedikit dan kebanyakan tidak panjang. Namun jika akar tunggangnya putus atau terpotong, seperti sesaat bibit dipindahkan ke persemaian; maka beberapa akar cabang akan tumbuh kebawah yang seolah-olah pengganti akar tunggang

#### 2. Batang

Tanaman teh termasuk tanaman perdu yang berbatang banyak, tingginya mencapai sekitar 2,75 m jika dibiarkan tanpa dilakukan pemangkasan.

#### 3. Bunga

Bunga teh adalah termasuk bunga tunggal yang keluar dari ketiak daun pada cabang-cabang dan ujung batang. Bunga teh mempunyai kelopak yang terdiri dari 5-6 helai yang berwarna putih dan berbau harum.

#### 4. Buah dan biji

Buah teh mengandung tiga biji, namun ada kalanya mengandung 4-5 biji, warna bijinya putih, tetapi kalau sudah tua berubah coklat. Buah teh berbentuk bulat, bergaris tengah antara 1,2-1,5 cm.

#### 5. Daun

Daun teh adalah bagian yang paling banyak digunakan karena memiliki banyak manfaat terutama dalam hal kesehatan.

## 2.2 Daun Teh

### 2.2.1 Morfologi Daun Teh

Daun teh merupakan daun tunggal yang duduknya di tangkai hampir berseling. Helai daun berbentuk lanset dengan ujung meruncing dan bertulang menyirip. Tepi daun lancip atau bergerigi. Daun yang tua licin pada

permukaannya, akan tetapi muka bawah dari daun muda diselimuti bulu-bulu halus yang mengkilat (Adisewojo, 1982 *dalam* Syamsulbahri, 1996), seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Daun teh (Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, 1994)

Daun-daun baru yang berbentuk setelah adanya pangkasan, lebih besar dari daun yang terbentuk sesudahnya. Besarnya kira-kira antara 2,5-5 cm, hal ini tergantung varietas. Pucuk dan ruasnya lebih banyak berambut. Daun tua teksturnya seperti kulit, sangat berkilat di permukaan atas, dan berwarna hijau kelam (Setyawijaya, 1988 *dalam* Syamsulbahri, 1996).

Helai-helai daun dapat dikatakan cukup tebal, kaku, berbentuk sudip melebar sampai sudip memanjang, panjangnya tidak lebih dari dari 5 cm, bertangkai pendek. Permukaan daun bagian atas mengkilat, pada daun muda permukaan bawahnya berambut sedang telah tua menjadi licin. Tepi daun bergerigi, agak tergulung ke bawah, berkelenjar yang khas dan terbenam (Kartasapoetra, 1993).

### 2.2.2 Kandungan Daun Teh

Menurut Kartasapoetra (1993), zat yang terkandung pada daun teh adalah 1% - 4% kafein, 7% - 15% tannin, dan sedikit minyak atsiri. Sedangkan Pratiwi dkk. (2002) menyebutkan daun teh mengandung zat aktif fluor, disamping juga mengandung senyawa polifenol. Daun teh mengandung beberapa zat kimia, yang

digolongkan menjadi: zat fenol, zat nonfenol, senyawa aromatik dan enzim. Dua zat fenol dalam daun teh adalah tannin (yaitu katekin dengan gallat), dan non tannin yang mengandung flavanols, protein, pigmen xantonil, pigmen karoten, vitamin, lemak sterol (Stahl dan Bukuchova *dalam* Pratiwi dkk. 2002). Pada teh banyak mengandung mineral: Al, Mn, K, Ca, Mg, Fe, Zn, dan Cu (Syarief dan Irawati, 1988). Menurut Winarno (2002), di dalam teh terdapat katekin dan epikatekin yang teresterifikasi dengan asam galat.

Pada daun yang masih muda, kandungan fosfor sangat tinggi. Alkoid kafein: 2,5–4,5% (berat kering), kandungan N 4,5–5 % (berat kering) pada daun muda. Gula 0,73–1,41% (10 macam), pati 0,82–2,96%, banyak mengandung polifenol, pektin 6,1% juga terdapat dalam daun muda (Syarief dan Irawati, 1998).

Berikut ini akan dijelaskan beberapa zat fenol yang terdapat dalam daun teh.

### 1. Polifenol

Ada empat komponen polifenol dalam daun teh yaitu (-)-*epigallocatechin gallate* (EGCG), (-)-*epigallocatechin* (GGC), (-)-*epicatechin gallate* (ECG) dan (-)-*epicatechin* (EC). Keempat komponen tersebut merupakan anti oksidan yang penting. Diantara empat komponen tersebut, EGCG merupakan komponen polifenol yang paling banyak dalam daun teh, serta mempunyai aktivitas biologis yang paling kuat (Price, 1993 *dalam* Handajani dkk., 2004).

Polifenol bersifat larut di dalam air, sehingga polifenol dapat larut di dalam seduhan teh. Banyaknya polifenol di dalam seduhan teh dipengaruhi oleh lamanya perendaman teh dan konsentrasi larutan. Makin pekat konsentrasinya makin banyak jumlah polifenol dalam seduhan teh (Nazarudin, 1993 *dalam* Soebagio, 2001). Menurut Sakanata *et al.* *dalam* Pratiwi dkk. (2002) polifenol dalam teh mempunyai efek antimikrobia dan dapat menghambat pertumbuhan *S. mutans*.

Handajani dkk. (2004) menyatakan bahwa fenol dan derivatnya dapat digunakan sebagai antimikroba, analgesik dan antiseptik. Adanya dugaan bahwa polifenol yang terdapat pada tumbuhan termasuk dalam daun teh dapat memodulasi metabolisme asam arakhidonat melalui *siklooksigenase* dan 5

*lipoksigenase* sehingga kemungkinan polifenol dalam daun teh hijau dapat berfungsi sebagai bahan immunosupresor yang dapat menghambat gejala inflamasi.

## 2. Fluor

Menurut Widyawati (1991), penggunaan fluor sebagai usaha untuk menanggulangi penyakit karies sudah lama dilakukan di negara-negara maju. Dari berbagai penelitian, terbukti bahwa penggunaan fluor sangat efektif untuk menurunkan prevalensi karies.

Fluor merupakan bahan antiseptik yang umum digunakan sebagai kemoterapi plak yang mempunyai efek bakterisid. Fluor efektif untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme plak gigi (Sulistiyani, 2002).

Mekanisme fluor dalam menghambat kerja enzim pada jalur glikolisis. Ion fluor dalam cairan rongga mulut akan berikatan dengan ion magnesium fluoride. Magnesium merupakan ion yang dibutuhkan bersama enolase mengubah 2P-gliserat menjadi fosfoenolpiruvat (PEP). Akibat hambatan oleh fluor, glikolisis pada sel bakteri dihambat, bakteri tidak menghasilkan energi cukup dan perkembangan bakteri menjadi terhambat (Djamil, 2000).

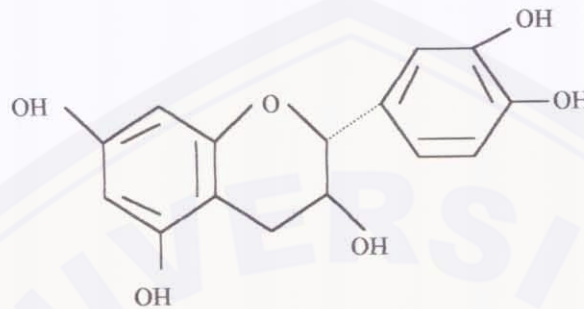
### 2.2.3 Pengolahan Daun Teh

Produk teh Indonesia terdiri dari dua macam yaitu teh hitam dan teh hijau. Perbedaan kedua macam teh tersebut disebabkan oleh perbedaan cara pengolahannya. Pada proses pengolahan teh hitam diperlukan proses fermentasi (oksidasi enzimatis) yang cukup. Sedangkan pengolahan teh hijau melalui serangkaian proses fisik dan mekanis tanpa atau sedikit proses oksidasi enzimatis (fermentasi) terhadap pucuk teh (*Camellia sinensis*) dengan menggunakan sistem *panning* (Sunda = sangray) (Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, 1994).

## 2.3 Teh Hijau

Tahapan pengolahan teh hijau terdiri dari pelayuan, penggulungan, pengeringan dan sortasi kering. Dalam pengolahan teh hijau, katekin tidak boleh mengalami perubahan akibat terjadinya oksidasi sebelum dan selama proses pengolahan (Pusat Penelitian Teh Dan Kina Gambung, 1994). Zat kimia yang

diperoleh paling banyak pada ekstrak daun teh hijau adalah polifenol atau disebut juga katekin dengan konsentrasi 30% (Oki *dalam* Handajani dkk., 2004). Ikatan kimia dari katekin dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2. Katekin (Wagner *and* Badt, 1991)

Hasil penelitian Otake menunjukkan kandungan polifenol atau katekin dalam teh hijau mempunyai daya hambat terhadap *Streptococcus mutans* strains JC-2 (serotipe C) dengan cara bekerja membentuk enzim glukosiltransferase dari *S. mutans* sehingga mencegah terbentuknya glukosa dari sukrosa (Burruano *and* Tortorici *dalam* Handajani dkk., 2004).

Menurut Owen dkk. (1997), katekin yang terkandung dalam teh hijau dapat bersifat bakterisid atau bakteriostatik, tergantung konsentrasinya. Sebagai senyawa fenol, katekin dapat bekerja dengan cara merusak dinding sel bakteri dan membran sitoplasmanya serta menyebabkan denaturasi protein.

## 2.4 Streptococcus

### 2.4.1 Definisi

Jenis *Streptococcus* adalah kumpulan beragam *coccus* gram positif yang secara khas tersusun berpasangan atau berantai. Kebanyakan spesies memiliki kemampuan anaerob tapi ada beberapa yang dapat tumbuh hanya dalam kondisi *atmospheric* antara anaerob sempurna sampai kapnophilik (misal, tumbuh tergantung dari CO<sub>2</sub>) (Murray *et al.*, 1998).

Beberapa diantaranya adalah anggota flora normal manusia; lainnya dihubungkan dengan penyakit-penyakit penting pada manusia yang bertalian sebagian terhadap infeksi, sebagian karena sensitisasinya. Kuman ini menghasilkan berbagai zat ekstraseluler dan enzim-enzim. Kemampuannya untuk menghemolisis sel-sel darah merah sampai berbagai tingkat adalah salah satu dasar penting untuk klasifikasi (Jawetz dkk., 1995).

## 2.4.2 Morfologi dan Identifikasi

### A. Ciri-ciri Khas Organisme

*Coccus* yang sendirian berbentuk bulat atau bulat telur dan tersusun dalam rantai. *Coccus* terbagi dalam bidang tegak lurus sumbu panjang rantai. Anggota-anggota rantai sering memberikan gambaran *diplococcus*, dan bentuk menyerupai batang kadang-kadang terlihat. Panjang rantai sangat bervariasi dan sebagian besar ditentukan oleh faktor-faktor lingkungan (Jawetz dkk., 1995).

Beberapa *Streptococcus* mengeluarkan polisakarida simpai yang sesuai dengan polisakarida *Pneumococcus*. Sebagian besar strain golongan A, B, dan C menghasilkan simpai yang terdiri dari asam hialuronat. Simpai paling nyata pada biakan yang sangat muda. Simpai ini menghalangi fagositosis. Dinding sel *Streptococcus* mengandung protein (antigen M, T, R), karbohidrat (spesifik menurut golongan), dan peptidoglikan. Dari dinding sel, pili seperti rambut menonjol melalui simpai. Pili tersebut sebagian terdiri dari protein M dan ditutupi oleh asam lipoteikhoat. Asam lipoteikhoat sangat penting dalam perlekatan *Streptococcus* pada sel epitel (Jawetz dkk., 1995).

Jenis *Streptococcus* mengandung berbagai jenis dari spesies homofermentasi dengan habitat yang sungguh berbeda, yang mana aktivitasnya penting sekali bagi manusia. Beberapa diantaranya bersifat patogen bagi manusia dan binatang. Sebagai bakteri yang memproduksi asam laktat, *Streptococcus* berperan penting dalam produksi susu, makanan ternak dan produksi fermentasi lainnya, dan spesies ini tentunya berperan penting dalam pembentukan karies gigi (Madigan *et al.*, 2000).



## B. Biakan

Kebanyakan *Streptococcus* tumbuh dalam media padat sebagai koloni diskoid, biasanya diameternya 1-2 mm. Strain golongan A yang menghasilkan bahan simpai sering memberikan koloni mukoid. *Peptostreptococcus* tumbuh dalam keadaan anaerobik (Jawetz dkk., 1995).

## C. Sifat-sifat Pertumbuhan

Energi pada dasarnya diperoleh dari penggunaan gula. Pertumbuhan *Streptococcus* cenderung menjadi kurang subur pada perbenihan padat atau dalam kaldu kecuali diperkaya darah atau cairan jaringan. Kebutuhan gizi, sangat bervariasi diantara spesies. *Streptococcus* tertentu dengan syarat pertumbuhan yang ketat hanya membentuk koloni sekitar organisme kontaminan (“strep satelit”). Kuman ini mungkin menghasilkan “biakan darah negatif” pada endokarditis. Kuman yang patogen bagi manusia paling banyak memerlukan faktor-faktor pertumbuhan. Pertumbuhan dan hemolisis dibantu oleh CO<sub>2</sub> 10% (Jawetz dkk., 1995).

Kendati kebanyakan *Streptococcus* hemolitik patogen tumbuh paling baik pada 37° C, *Enterococcus* golongan D tumbuh baik antara 15° dan 45°C. *Enterococcus* tumbuh juga dalam konsentrasi natrium klorida tinggi (6,5%) dan pada metilen biru 0,1%, dan dalam agar-agar empedu-eskulin. Kebanyakan *Streptococcus* bersifat fakultatif anaerob (*Peptostreptococcus*) (Jawetz dkk., 1995).

## D. Variasi

Varian strain *Streptococcus* yang sama, dapat menunjukkan bentuk koloni yang berbeda. Ini terutama nyata diantara strain golongan A, sehingga menghasilkan koloni yang pudar dan yang mengkilat. Koloni yang pudar terdiri dari organisme yang menghasilkan banyak protein M. Organisme demikian cenderung menjadi virulen dan relatif kebal terhadap fagositosa oleh lekosit manusia. Koloni yang mengkilat cenderung untuk menghasilkan sedikit protein M dan sering tidak virulen (Jawetz dkk., 1995).

### 2.4.3 Klasifikasi *Streptococcus*

Penyusunan *Streptococcus* secara praktis dalam kategori-kategori utama dapat didasarkan pada:

1. Morfologi koloni dan hemolisa pada lempeng agar darah,
2. Tes-tes biokimia dan resistensi terhadap faktor-faktor fisik dan kimia,
3. Sifat-sifat imunologik,
4. Gambaran ekologi (Jawetz dkk., 1995).

Menurut Murray *et al.*(1998), identifikasi dari *Streptococcus* diamati dari kerentanan, hidrolisis, dan pertumbuhannya (tabel 1).

**Tabel 1. Identifikasi *Streptococcus***

Organism	Susceptibility		Camp	Hydrolysis of		Growth in		Lysis By Bile
	Bacitracin	Optochin		Hippurate	Esculin	Bile	6,5% NaCl	
Beta-hemolytic streptococci								
Group Adat	S	R	-	-	-	-	-	-
Group B	R*	R	+	+	-	-	+*	-
Group C, F, G	R	R	-	-	-	-	-	-
Viridans group	R*	R	-	-	-*	-*	-	-
<i>S. pneumoniae</i>	R	S	-	-	-	-	-	+

NaCl, sodium chloride; S, susceptible; R, resistant; -, negative; +, positive

\*Test variations can be seen (Murray *et al.*, 1998)

Menurut Murray *et al.* (1998), *Streptococcus* yang bersifat patogen pada manusia dapat diklasifikasikan berdasarkan serologi, biokimia, dan pola hemolitik (tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi *Streptococcus* yang Patogen

<i>Serological Classification</i>	<i>Biochemical Classification</i>	<i>Hemolytic Patterns</i>
A	<i>S. pyogenes</i>	Beta
B	<i>S. agalactiae</i>	Beta, occasionally alpha or nonhemolytic
C	<i>S. anginosus</i> , <i>S. aquismilis</i>	Beta, occasionally alpha or nonhemolytic
D	<i>S. bovis</i>	Alpha, nonhemolytic; occasionally beta
F	<i>S. anginosus</i>	Beta
G	<i>S. anginosus</i>	Beta
-	<i>S. pneumoniae</i>	Alpha
Viridans group	<i>S. mutans</i> group, <i>S. salivarius</i> group, <i>S. sanguis</i> group, <i>S. mitis</i> group, <i>S. milleri</i> group	Alpha, nonhemolytic

(Murray *et al.*, 1998)

#### A. *Streptococcus* Beta Hemolitik

Pada umumnya, *Streptococcus* ini menghasilkan hemolisin yang larut dan dapat dikenal dengan mudah pada perbenihan, meskipun strain individu dapat gagal dikenali. *Streptococcus* ini mengeluarkan karbidrat C spesifik golongan. Ekstrak asam yang mengandung karbohidrat C ini memberikan reaksi presipitasi dengan antiserum spesifik yang memungkinkan penyusunan *Streptococcus* hemolitik ke dalam golongan-golongan A-H dan K-U. Yang berikut ini terutama ada hubungan dengan kedokteran dan kadang-kadang ditunjukkan dengan nama yang khusus.

##### 1. Golongan A (*Streptococcus pyogenes*)

Merupakan kelompok besar patogen manusia yang berhubungan dengan invasi lokal atau sistemik dan kelainan pasca streptokok disebabkan reaksi-reaksi imunologi. Kuman ini biasanya sensitif basitrasin (Jawetz dkk., 1995). Menurut Murray *et al.*, (1998), derajat patogenisitas dari *Streptococcus* kelompok A ditentukan oleh macam dari struktur molekul dan proses penghasilan toksin, serta macam enzim (tabel 3).

**Tabel 3. Faktor-Faktor Virulensi *Streptococcus* Golongan A**

<i>Virulence Factor</i>	<i>Biological Effect</i>
<i>Capsule</i>	<i>Nonimmunogenic; antiphagocytic</i>
<i>M protein</i>	<i>Antiphagocytic; degrades C3b</i>
<i>M-like proteins</i>	<i>Binds IgM, and IgG and alpha2-macroglobulin (protease inhibitor)</i>
<i>F protein</i>	<i>Mediates adherence to epithelial cells</i>
<i>Pyrogenic exotoxins</i>	<i>Mediates pyrogenicity, enhancement of delayed hypersensitivity and susceptibility to endotoxin, cytotoxicity, nonspecific mitogenicity for T cells, immunosuppression of B-cells function, and production of scarlatiniform rash</i>
<i>Streptolysin S</i>	<i>Lyses leukocytes, platelets, and erythrocytes; stimulates release of lysosomal enzymes; nonimmunogenic</i>
<i>Streptolysin Obat</i>	<i>Lyses leukocytes, platelets, and erythrocytes; stimulates release of lysosomal enzymes; immunogenic</i>
<i>Streptokinase</i>	<i>Lyses blood clots; facilitates spread of bacteria in tissues</i>
<i>Dnase</i>	<i>Depolymerizes cell-free DNA in purulent material</i>
<i>C5a peptidase</i>	<i>Degrades C5a</i>

(Murray *et al.*, 1998)

## 2. Golongan B (*Streptococcus agalactiae*)

Merupakan anggota flora normal dan saluran kelamin wanita dan merupakan penyebab yang penting pada sepsis dan meningitis neonatal. Kuman-kuman ini menghidrolisa natrium hipurat, jarang peka terhadap basitrasin, dan memberikan respon yang positif terhadap apa yang dinamakan tes "CAMP (Jawetz dkk., 1995). Menurut Murray *et al.*(1998), *Streptococcus* golongan B memproduksi beberapa enzim, diantaranya *dnase*, *hyaluronidase*, *neuraminidase*, *proteases*, *hippurase*, dan *hemolysins*. Walaupun enzim ini bermanfaat untuk mengidentifikasi organisme, tapi peranannya dalam infeksi belum diketahui.

## 3. Golongan C dan G

Kadang-kadang terdapat pada faring, dapat menyebabkan sinusitis, bakteremia, atau endokarditis, dan dapat dikacaukan oleh organisme golongan A (Jawetz dkk., 1995).

#### 4. Golongan D

Termasuk *Enterococcus* (misalnya *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*), dan non *Enterococcus* (misalnya *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equines*). *Enterococcus* khas tumbuh dalam NaCl 6,5% atau empedu 40%, dihambat oleh penisilin tetapi tidak dimatikan, terdapat pada flora usus normal, dan ditemukan pada saluran air kemih atau infeksi kardiovaskuler atau pada meningitis. Non *Enterococcus* dihambat pula oleh NaCl 6,5% atau empedu 40% tetapi mudah dimatikan oleh penisilin. Kuman ini menyebabkan infeksi saluran kelenjar dan air kemih atau endokarditis (Jawetz dkk., 1995).

#### 5. Golongan E, F, H, dan K-U

Golongan ini jarang menimbulkan penyakit pada manusia. (Jawetz dkk., 1995).

### **B. *Streptococcus* Non Beta Hemolitik**

Kuman ini biasa menunjukkan hemolisa alfa pada biakan darah atau tanpa hemolisa. Anggota-anggota yang utama adalah sebagai berikut:

#### 1. *Streptococcus pneumoniae* (pneumokok)

Merupakan kuman yang larut dalam empedu, dan pertumbuhannya dihambat oleh cakram optokhin (*etilhidrokuprein hidroklorida*). Perannya dalam penyakit dibahas dalam bagian yang terpisah (Jawetz dkk., 1995).

#### 2. *Streptococcus viridans*

*S. viridans*, termasuk *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mitis*, *S. mutans*, *Streptococcus sanguis*, dan lain-lain, tidak larut dalam empedu, dan pertumbuhannya tidak dihambat oleh cakram optokhin. *S. viridans* adalah anggota yang paling umum dari flora normal saluran pernapasan manusia dan penting untuk keadaan kesehatan selaput lendir. Akibat trauma, kuman ini dapat mencapai aliran darah, dan merupakan penyebab utama endokarditis infeksi spontan bila kuman-kuman bersarang pada katup-katup jantung yang abnormal (Jawetz dkk., 1995). Menurut Murray *et al.*, (1998), kelompok *S. viridans* adalah kumpulan *heterogeneous alpha hemolytic* dan streptokokus non hemolitik. Beberapa *S.*

*viridans* (misalnya *S. mutans*), mensintesa polisakarida bermolekul besar seperti dekstran dan penting dalam pembentukan karies gigi.

### 3. *Streptococcus* golongan D

Meliputi beberapa strain yang menghasilkan hemolisin alfa tetapi selebihnya berlaku sebagai *enterococcus* (Jawetz dkk., 1995).

*Streptococcus* non beta hemolitik memiliki kemampuan hemolitik yang bervariasi. Kuman ini jarang ditemukan pada penyakit manusia tetapi menimbulkan koagulasi normal pada susu (“basi”). Kuman ini dinamakan pula *Streptococcus* laktat (Jawetz dkk., 1995).

### C. *Peptostreptococcus*

Kuman ini hanya tumbuh dalam keadaan anerobik atau mikroerofilik dan menimbulkan berbagai hemolisa. Kuman ini sering turut serta dalam infeksi campuran anerobik dalam abdomen, pelvis, paru-paru, atau otak. Kuman ini merupakan anggota flora normal usus dan saluran kelamin wanita (Jawetz dkk., 1995).

#### 2.4.4 *Streptococcus mutans*

*S. mutans* merupakan *coccus* gram positif yang tersusun berpasangan dan berantai, *non encapsulated*, *non sporulating*, *non motile*, aerobik tapi bersifat *facultative anaerob* serta ditemukan dalam plak gigi (Pelczar *et al.*, 1981). Menurut Slots and Taubman (1992), penggolongan *S. mutans* dibedakan atas sifat fenotipnya (tabel 4).

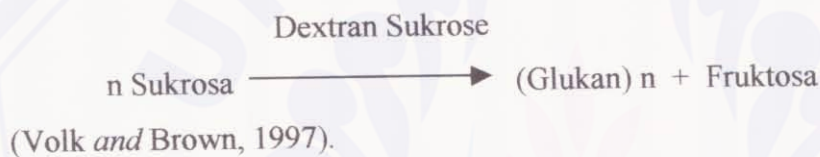
**Tabel 4. Pembagian Fenotip dari *Streptococcus mutans***

Species	Bratthal/ Perch serotype	Moles % G+C	Colonial morphology on suc agar	Mann/ sorb ferm	Sugars fermented	Cell surf/ extracell glucans from suc	Fructans from suc / raf	IPS
<i>S. mutans</i>	C, E, f	36-38	Frosted glass	+	Most hexoses/ disaccharides	+	+	+
<i>S. rathus</i>	B	41-43	Frosted glass	+	Most hexoses/ disaccharides	+	+	Strong
<i>S. cricetus</i>	A	42-44	Frosted glass	+	Most hexoses/ disaccharides	+	+	+

G+C, guanosine plus cytosine; suc, sucrose; raf, raffinose  
(Slots and Taubman, 1992)

Hasil penelitian yang terdahulu menyatakan bahwa *S. mutans* merupakan bakteri penyebab karies gigi paling dominan (Mac Farland dan Samaranayake, 1989 dalam Heriandi dan Widya, 2004).

Kemampuan *S. mutans* untuk membentuk plak dalam sintesis ekstraseluler polisakarida (dextran) bentuk sukrosa, mungkin disebabkan oleh keterlibatan mikroorganisme ini yang melekat kuat pada permukaan gigi. (Michalek *et al.*, 1982 dalam Mangundjaja dkk., 2001). *S. mutans* mengeluarkan enzim ekstraseluler glukosiltransferase yang disebut juga dextran sukrose, yang berbentuk khusus polimer besar yang tidak bisa dipecah dalam glukosa (misal, glukon), seperti terlihat dalam persamaan berikut ini:



Bakteri ini menggunakan glukon, polimer dari glukosa, untuk melekat dengan kuat pada permukaan gigi yang halus dan menyebabkan karies gigi atau kavitas (Pelczar and Chan, 1993). Glukon (diistilahkan juga glikokalik), melekat rapat sekali pada permukaan gigi dan bakteri, menyebabkan *Streptococcus* dapat hidup pada hubungan yang sangat tertutup dengan enamel gigi. *Streptococcus* yang melekat dalam plak dapat memfermentasikan fruktosa yang diuraikan dari sukrosa sehingga membentuk asam laktat. Sebagai hasil dari interaksi dengan gigi, asam laktat ini dapat menyebabkan dekalsifikasi, yang mana memberikan kerusakan berikutnya dalam daerah dentin gigi (Volk and Brown, 1997).

Daya pembentukan asam ini merupakan sifat yang paling konsisten pada *S. mutans*, dan hal ini berkaitan dengan kariogenisitas bakteri tersebut (Mc. Donald dkk., 2000 dalam Heriandi dan Widya, 2004).

## 2.5 Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat merupakan substrat utama yang dipecah dalam proses fermentasi. Polisakarida terlebih dahulu dipecah menjadi gula-gula sederhana sebelum difermentasi, misalnya hidrolisa pati menjadi unit-unit glukosa. Glukosa

selanjutnya akan dipecah menjadi senyawa-senyawa lain tergantung pada jenis fermentasinya (Staf Pengajar Teknologi Fermentasi, 2004).

Pada bakteri paling sedikit ada tujuh proses fermentasi yang berbeda terhadap glukosa, dan masing-masing proses menghasilkan produk-produk yang berbeda serta spesifik terjadi pada grup bakteri tertentu. Fermentasi glukosa pada prinsipnya terdiri dari dua tahap, yaitu:

1. Pemecahan rantai terhadap karbon dari glukosa dan pelepasan paling sedikit dua pasang atom hidrogen, menghasilkan senyawa karbon lainnya yang lebih teroksidasi daripada glukosa.
2. Senyawa teroksidasi tersebut direduksi kembali oleh atom hidrogen yang dilepaskan dalam tahap pertama, membentuk senyawa-senyawa lain sebagai hasil fermentasi (Staf Pengajar Teknologi Fermentasi, 2004).

Pada tahap pertama fermentasi glukosa selalu terbentuk asam piruvat. Ada empat jalur pemecahan glukosa menjadi asam piruvat yang terjadi pada mikroorganisme:

- a. Jalur *Embden-Meyerhof-Parnas (EMP)* atau glikolisis, ditemukan pada kebanyakan bakteri serta pada hewan dan manusia,
- b. Jalur *Entner-Doudoroff (ED)*, hanya ditemukan pada beberapa bakteri,
- c. Jalur *Heksosamonofosfat (HMF)*, ditemukan pada beberapa bakteri,
- d. Jalur *Fosfoketolase (FK)*, hanya ditemukan pada beberapa bakteri yang tergolong *lactobacili heterofermentatif*.

Pada tahap kedua fermentasi, asam piruvat akan diubah menjadi produk akhir yang spesifik untuk berbagai proses fermentasi (Staf Pengajar Teknologi Fermentasi, 2004).

## 2.6 Asam Laktat

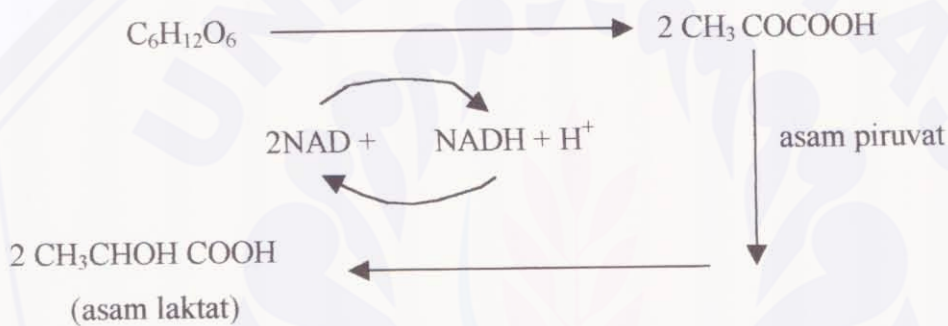
Asam laktat terutama diekstraksi oleh mocoales (*Rhizopus nodosus*, *R. oryzae*, *R. arrhizus*, *R. nigricans*) dan fikomiset lain (*Allomyces*, *Saprolegnia*, *Blastocladiella*). Asam ini tidak merupakan satu-satunya produksi metabolisme seperti pada bakteri-bakteri homofermentatif asam laktat, disamping asam laktat



juga terbentuk dalam jumlah kecil asam fumarat, asam tartat, asam apel, asam format, asam asetat dan etanol (Schlegel dkk., 1994).

Bakteri asam laktat adalah bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam (Buckle dkk., 1997).

Pada grup bakteri asam laktat, asam piruvat dari jalur EMP bertindak sebagai penerima hidrogen, dimana reduksi asam piruvat oleh  $\text{NADH}_2$  menghasilkan asam laktat dengan reaksi sebagai berikut:



Gambar 3. Jalur Glikolisis (Staf Pengajar Teknologi Fermentasi, 2004)

Menurut Slots and Taubman (1992), *S. mutans* dapat memetabolisme sukrosa baik melalui sistem glukosa transferase dan fruktosa transferase, yang masing-masing dari sistem ini menghasilkan dua mol asam laktat.

Berdasarkan jenis fermentasinya bakteri asam laktat dibedakan menjadi :

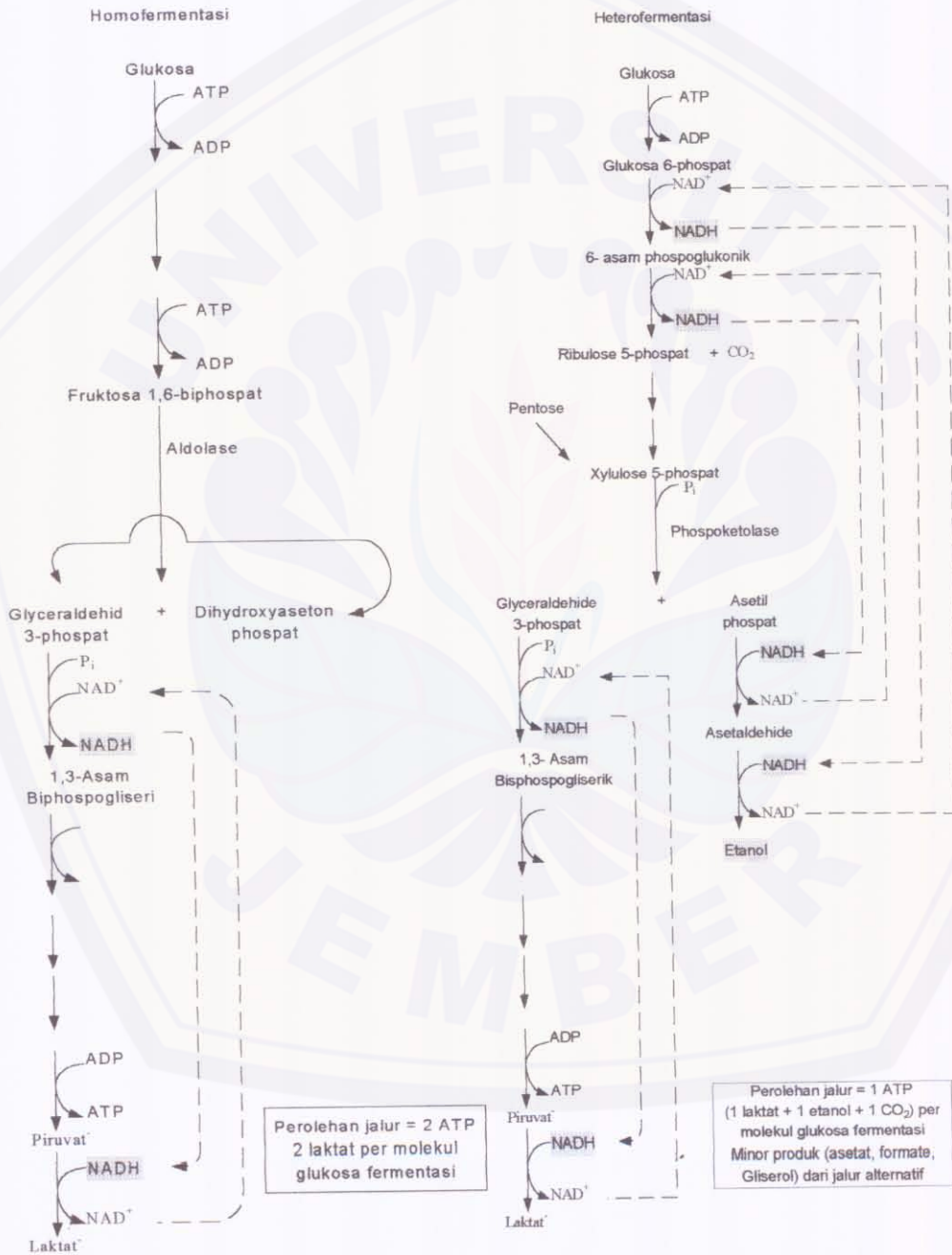
#### 1. Peragian asam laktat homofermentatif

Bakteri asam laktat homofermentatif membentuk murni laktat atau hampir (90%) murni. Bakteri ini menguraikan glukosa melalui alur fruktosa difosfat, jadi memiliki enzim yang diperlukan, termasuk *aldorase* (Schlegel dkk., 1994).

#### 2. Peragian asam laktat heterofermentatif

Bakteri asam laktat heterofermentatif tidak mempunyai enzim-enzim utama dari alur froktosa difosfat, yaitu aldolase dan triosafosfat isomerase (Schlegel dkk., 1994).

Pada jalur fermentasi glukosa dari bakteri asam laktat dalam homofermentasi menghasilkan 2 ATP 2 laktat per molekul glukosa fermentasi. Sedangkan pada heterofermentasi menghasilkan 1 ATP (1 laktat + 1 etanol + 1 CO<sub>2</sub>) per molekul glukosa (Madigan *et al.*,2000). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Skema Fermentasi dari Bakteri Asam Laktat dalam Homofermentasi dan Heterofermentasi (Madigan *et al.*, 2000).

### 2.7 Hipotesis Penelitian

Ekstrak teh hijau dapat mempengaruhi pertumbuhan dari *S. mutans* dan produksi asam laktat, dimana penurunan pertumbuhan *S. mutans* akan disertai penurunan produksi asam laktat.



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis, Tempat, dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris.

##### 3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

##### 3.1.3 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – April 2005.

#### 3.2 Variabel Penelitian

##### 3.2.1 Variabel Bebas

Ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 3,125%, 6,25%, dan 12,5%.

##### 3.2.2 Variabel Terikat

1. Pertumbuhan *Streptococcus mutans*
2. Produksi asam laktat

##### 3.2.3 Variabel Kendali

1. Metode pengukuran pertumbuhan *S. mutans*
2. Metode pengukuran produksi asam laktat
3. Media pertumbuhan *S. mutans*
4. Suhu dan lama inkubasi

### 3.3 Definisi Operasional Variabel

1. Ekstrak teh hijau adalah larutan yang dihasilkan dari saripati teh hijau.
2. Konsentrasi ekstrak teh hijau adalah persentase teh hijau sebagai zat terlarut dalam pelarut aquades.
3. Produksi asam laktat adalah hasil fermentasi karbohidrat dari *S. mutans* dan dihitung dengan metode titrasi menggunakan buret.
4. Pertumbuhan *S. mutans* ditandai dengan adanya kekeruhan dan diukur nilai absorbannya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 560nm.

### 3.4 Jumlah dan Penggolongan Sampel Penelitian

#### 3.4.1 Jumlah Sampel Penelitian

Jumlah sampel penelitian yang digunakan adalah 40 dimana jumlah untuk setiap kelompok perlakuan adalah 10 (lampiran 1).

#### 3.4.2 Penggolongan Sampel Penelitian

Sampel penelitian dibagi menjadi empat kelompok, yaitu :

1. A<sub>1</sub> : ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 3,125%
2. A<sub>2</sub> : ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 6,25%
3. A<sub>3</sub> : ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 12,5%
4. B : kontrol (tanpa perlakuan)

### 3.5 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.5.1 Alat Penelitian

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tabung reaksi dan rak tabung reaksi
2. *Autoclave* (HS 85 E, Hanshin Medical Co., Ltd., Korea)
3. *Laminar flow* (HF 100, USA)
4. Buret
5. Oven (BM 200, Memmert, Germany)
6. *Erlenmeyer*

7. Inkubator (17053099003100, Binder, Germany)
8. Labu *Erlenmeyer* 100ml
9. Neraca (Ohaus, *Germany*)
10. *Desicator*
11. *Stopwatch*
12. *Boiling water bath*
13. *Centrifuge*
14. Pipet
15. *Tehrmolyne* (Maximix II, *USA*)
16. *Syringe*
17. *Beaker glass*
18. *Deck glass*
19. *Object glass*
19. Mikroskop Binokuler
20. Lampu Bunsen
21. Spektrofotometer (Milton Roy, *USA*)
22. Ose

### 3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Daun teh hijau kering (*Javanese green tea*) didapatkan dari Bagian Uji Riset PT. Unilever Jakarta
2. Media *Todd Hewitch Broth* (THB)
3. Aquades steril (Durafarma Jaya, Surabaya, Indonesia)
4. Bakteri *S. mutans*
5. Larutan Mac Farland 0,5
6. Kapas
7. Sukrosa
8. Indikator pp 1 %
9. Larutan NaOH 0,1 N
10. Media *Brain Heart Infusion Broth* (BHIB) (Oxoid, Oxoid Ltd., England)

11. *Air fuchsin*
12. *Carbol gentian violet*
13. Minyak emersi
14. Lugol
15. Alkohol 96%

### 3.6 Prosedur Kerja

#### 3.6.1 Tahap Persiapan

##### 1. Sterilisasi alat

Alat yang terbuat dari gelas dalam penelitian ini disterilkan terlebih dahulu dalam oven selama 15 menit dengan suhu 110° C. Bahan media disterilkan dalam *autoclave* selama 20 menit dengan suhu 121° C.

##### 2. Persiapan suspensi *S. mutans*

Bakteri *S. mutans* diambil dari galur murni koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga dan dibiakkan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Pembuatan suspensi kuman dilakukan dalam *laminar flow* dengan cara sebagai berikut:

- Satu ose bakteri *S. mutans* dari galur murni dimasukkan ke dalam media cair BHIB kemudian tutup tabung reaksi dengan kapas. Selanjutnya masukkan dalam *desicator* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dalam inkubator.
- Suspensi *S. mutans* dikocok dengan *thermolyne* dan diukur tingkat kekeruhannya dengan spektrofotometer menggunakan larutan standar Mac Farland 0,5.
- Skala absorban dari suspensi *S. mutans* tersebut harus sesuai dengan skala absorban dari larutan standar Mac Farland 0,5.

##### 3. Untuk menghindari media terkontaminasi dilakukan identifikasi morfologi *S. mutans*

###### a. Cara pembuatan sediaan hapusan

Cara membuat sediaan hapusan adalah sebagai berikut:

- *Object glass* dipilih yang permukaannya rata. Satu tepi media diletakkan  $\pm$  2-3 mm dari ujung *object glass*, *object glass* yang lain diletakkan dengan sudut 40°- 45° terhadap *object glass* di depan media.
  - Diambil bakteri *S. mutans* dari hasil pembiakan pada media cair dengan ose.
  - *Object glass* ditarik ke belakang sehingga menyentuh media dan tunggu sampai media menyebar pada sudut tersebut.
  - Dengan gerakan yang mantap *object glass* didorong sehingga terbentuk hapusan sampai sepanjang 3-4 cm pada *object glass*. Agar hapusan media tidak terlalu tipis atau terlalu tebal maka dapat dengan mengubah sudut antar kedua *object glass* dan kecepatan menggeser.
  - Hapusan media difiksasi di atas api spiritus (FKG Unej, 1999).
- b. Pewarnaan sediaan hapusan
- Metode pewarnaan sediaan hapusan menggunakan pengecatan Gram dengan cara:
- Pertama, pada sediaan ditetaskan zat warna *carbol gentian violet* (I) selama 3 menit.
  - *Carbol gentian violet* dibuang dan dituangi larutan *lugol* (*mordant*) selama 1 menit.
  - *Lugol* dibuang dan sediaan dilunturkan dengan alkohol 96% selama 1 menit. Dalam prakteknya biasanya diambil pegangan sebagai berikut apabila zat warna pertama sudah tidak terlihat lagi menempel pada gelas obyek maka pelunturan dianggap telah cukup.
  - Sediaan dibilas dengan air selama 1 menit untuk menghilangkan sisa bahan peluntur yang mungkin masih tertinggal pada sediaan.
  - Kemudian sediaan dicat dengan *air fuchsin* (II) selama 2 menit.
  - Sediaan disiram dengan air selama waktu yang diperlukan untuk menghilangkan sisa-sisa zat warna, lalu dikeringkan dan siap dilihat di bawah mikroskop.



c. Cara mengidentifikasi

Satu tetes minyak emersi diletakkan pada sediaan hapusan untuk diperiksa dan ditutup dengan *deck glass*. Kemudian dilihat di bawah mikroskop dengan pembesaran yang sesuai (1000x) (FKG Unej, 1999).

4. Pembuatan konsentrasi ekstrak teh hijau

Daun teh hijau 12,5 gram ditambahkan aquades steril sampai 100 ml kemudian direbus selama 15 menit (Koompirojn *et al.*, 2002). Larutan ini menunjukkan konsentrasi 12,5%. Kemudian dari larutan tersebut diambil 10 ml untuk diencerkan menjadi 6,25% dengan cara ditambahkan aquades steril sebanyak 10 ml dan dari larutan 6,25% tadi dibuat larutan 3,125 % dengan cara mengambil 5 ml kemudian ditambah 5 ml aquades steril. Pengenceran dilakukan di dalam *laminar flow* untuk menghindari kontaminasi.

5. Untuk mengetahui produksi asam laktat digunakan buret. Persiapan buret dan cara penggunaannya:

- a. Buret harus bersih, bebas lemak maupun debu.
- b. Pasang buret pada tempatnya, buret harus tegak lurus dengan datar air.
- c. Periksa kerannya, keran harus mudah diputar dan tidak bocor. Bila keran sukar diputar maupun bocor, lepaslah keran tersebut dan olesilah permukaannya dengan vaselin seperlunya.
- d. Bilaslah buret dengan larutan yang akan dipakai untuk titrasi sebanyak tiga kali, kemudian isilah buret dengan larutan yang sama sampai diatas titik nol. Biarkan dulu gelembung-gelembung udara keluar atau lapisan larutan yang berada pada dinding dalam diatas permukaan larutan tersebut turun dulu sehingga tinggi permukaan larutan sudah tidak berubah lagi.
- e. Alirkan larutan dengan membuka keran dan usahakan kolom pipa dibawah keran terisi larutan (tidak terdapat gelembung udara).
- f. Aturilah tinggi cairan sampai meniskusnya tepat pada angka nol, atau angka lain dan catatlah angka mula-mula ini.
- g. Mulailah titrasi, tangan kiri memegang keran sambil memutarnya dan tangan kanan memegang labu Erlenmeyer yang berisi cairan yang akan dititrasi. Selama titrasi labu Erlenmeyer tersebut digoyang-goyang dengan

gerakan berputar agar larutan yang menetes dari buret dapat segera tercampur. Demikian seterusnya sampai titik akhir tercapai. Titrasi akan lebih mudah dan cepat bila menggunakan alat pengaduk magnetis (“magnetic stirrer”). Alat ini ada yang dilengkapi dengan pemanas dan pengatur suhu (Sudarmaji dkk, 1984).

### 3.6.2 Tahap Perlakuan

1. Disiapkan 720 ml media THB dalam *Beaker glass* kemudian ditambahkan 4% (28,8 ml) sukrosa, dicampur sampai rata.
2. Disiapkan 4 kelompok tabung reaksi yang masing-masing kelompok terdiri dari 10 tabung reaksi. Sehingga jumlah tabung reaksi yang digunakan adalah 40 buah. Setiap tabung diisi 18 ml larutan campuran THB dan sukrosa.
3. Pada kelompok pertama, diambil 1 ml ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 12,5% kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi pertama. Hal yang sama dilakukan sampai tabung reaksi kesepuluh.
4. Pada kelompok kedua, diambil 1 ml ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 6,25% kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi pertama. Hal yang sama dilakukan sampai tabung reaksi kesepuluh.
5. Pada kelompok ketiga, diambil 1 ml ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 3,125% kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi pertama. Hal yang sama dilakukan sampai tabung reaksi kesepuluh.
6. Pada kelompok keempat sebagai kelompok kontrol, tidak ditambahkan ekstrak teh hijau.
7. Kemudian pada kelompok satu, dua, tiga dan empat, masing-masing tabung ditambahkan 1 ml suspensi *S. mutans*.
8. Dari setiap sampel diambil 2 ml untuk diamati nilai absorbannya. Nilai absorbansi yang tercantum disebut sebagai  $t_0$ .
9. Setelah itu keempat puluh tabung dimasukkan *desicator* kemudian diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37° C selama 24 jam.
10. Selanjutnya sampel dikocok sampai homogen, dan diambil 2 ml untuk diamati nilai absorbannya. Nilai absorbansi yang tercantum disebut  $t_{24}$ . Sisanya

*disentrifuge* 3000 rpm. Diambil 5 ml supernatan kemudian dititrasi dengan buret untuk penghitungan total asam laktat. Total asam yang dihasilkan disebut  $t_{24}$ .

11. Masing-masing sisa sampel dimasukkan *desicator* dan diinkubasi kembali dalam inkubator pada suhu 37° C selama 24 jam lagi.
12. Selanjutnya sampel dikocok sampai homogen dan diambil 2 ml untuk diamati nilai absorbannya. Nilai absorban yang tercantum disebut  $t_{48}$ . Sisanya *disentrifuge* 3000 rpm. Diambil 5 ml supernatan kemudian dititrasi dengan buret untuk penghitungan total asam laktat. Total asam yang dihasilkan disebut  $t_{48}$ .

### 3.6.3 Tahap Pengamatan

#### A. Pengamatan Titrasi

Setelah tahap perlakuan, pengukuran total asam laktat dilakukan dengan titrasi (Fardiaz, 1984 dalam Reagen, 2004).

1. Diambil 5 ml supernatan diencerkan di dalam labu *Erlenmeyer* yang berisi 50 ml aquades steril.
2. Filtrat diambil 25 ml ditempatkan ke dalam labu *Erlenmeyer* 125 ml
3. Kemudian ditambahkan indikator pp 1% 2-3 tetes
4. Dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah muda tetap dengan menggunakan buret
5. Total asam yang diperoleh dinyatakan dalam gr/ml asam laktat dengan persamaan :

$$\text{gr/ml asam laktat} = \frac{\text{ml titrat} \times \text{mol NaOH} \times 90 \times F_p}{\text{ml bahan} \times 1000}$$

Keterangan :

ml titrat : volume NaOH yang dipergunakan dalam titrasi

mol NaOH : 0,1 N

90 : Mr asam laktat

Fp : faktor pengencer = 2

ml bahan : 5 ml

## B. Pengukuran Nilai Absorbansi

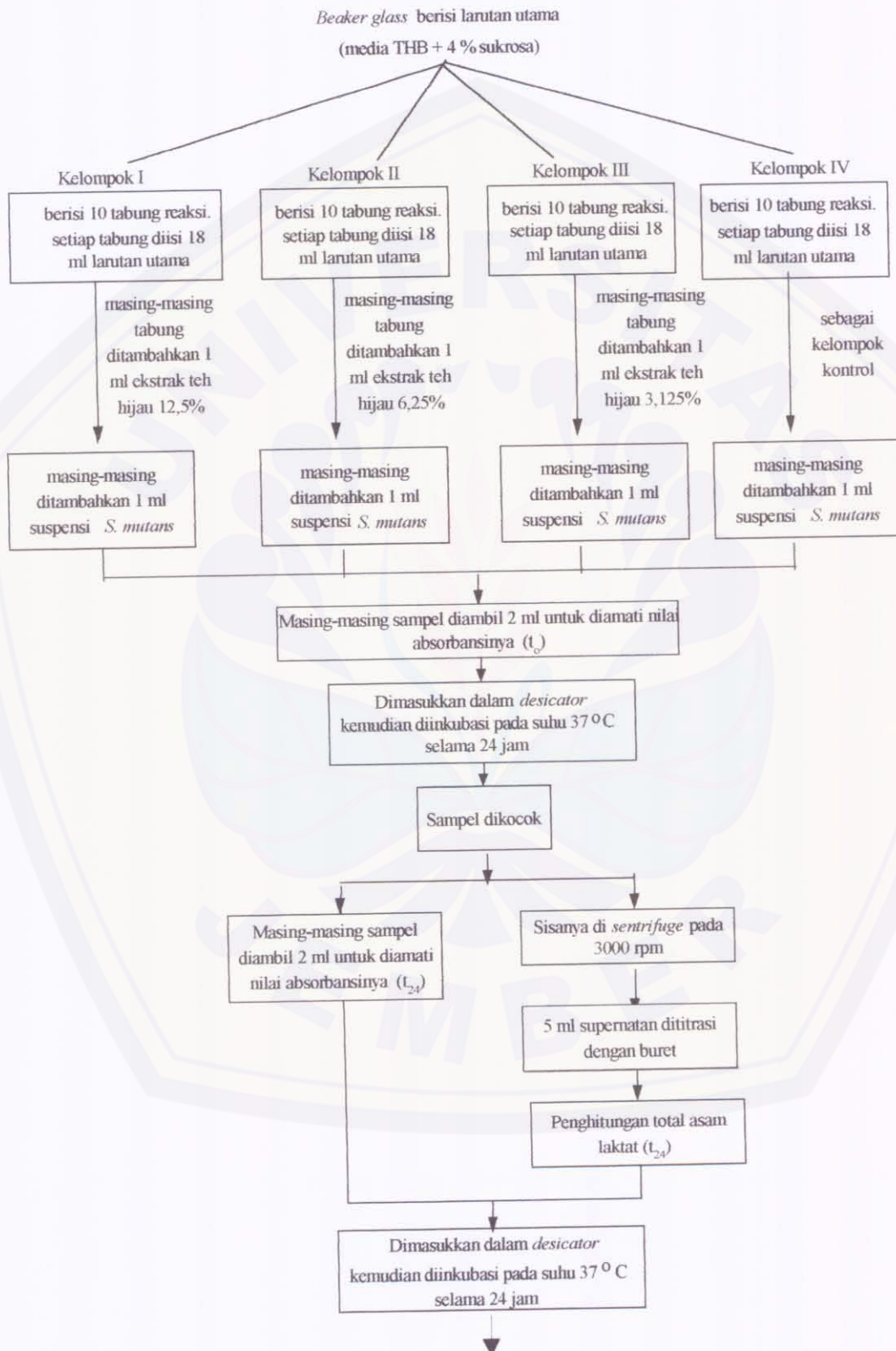
Setelah 24 jam dan 48 jam diamati ada tidaknya pertumbuhan *S. mutans* yang ditandai dengan adanya kekeruhan pada tabung reaksi, kemudian divortex dan diukur nilai absorbannya menggunakan spektrofotometer dengan cara sebagai berikut ini.

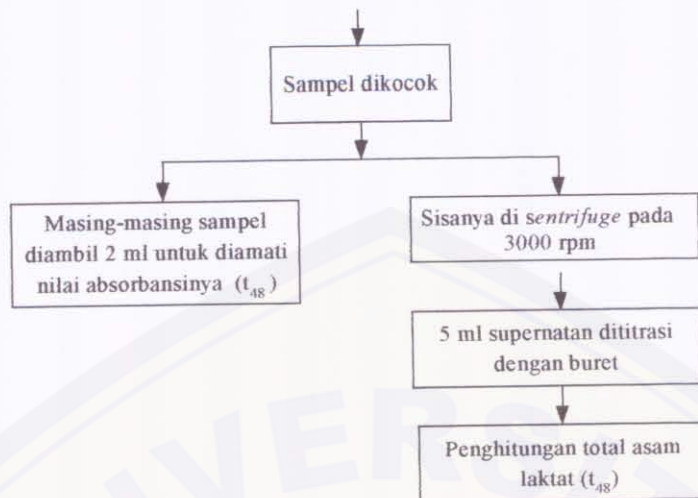
1. Dihidupkan alat dan dibiarkan 15 menit untuk memanaskan.
2. Dipilih panjang gelombang yang akan dipakai dengan memutar pengatur panjang gelombang 560 nm.
3. Diputar tombol absorbansi sampai jarum penunjuk mencapai nilai 0%T kemudian dimasukkan tabung reaksi khusus untuk *spectrophotometer*.
4. Diputar tombol absorbansi sampai jarum penunjuk mencapai nilai 100%T.
5. Dimasukkan larutan blanko (aquades) dalam tabung reaksi khusus ke tempat yang tersedia, lihat jarum transmitten dan tetap dikondisikan 100%.
6. Spektrofotometer siap untuk mengukur nilai absorbansi.
7. Nilai absorbansi diukur dengan cara masing-masing bahan dimasukkan dalam tabung reaksi khusus spektrofotometer. Hasil dicatat dan dianalisa.  
(Gunadi, 2001)

### 3.7 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan uji statistik analisa varian dua arah (*two way anova*) dengan derajat kemaknaan 95% ( $p < 0,05$ ) setelah terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas data. Uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*, sedangkan uji homogenitas data menggunakan *Levene's test*. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Tukey-HSD* dan uji Korelasi Pearson.

## 3.8 Alur Penelitian





Gambar 5. Alur Penelitian

#### IV. HASIL DAN ANALISA

##### 4.1 Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FKG Universitas Jember dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian pada bulan Maret - April 2005, diperoleh data sebagai berikut.

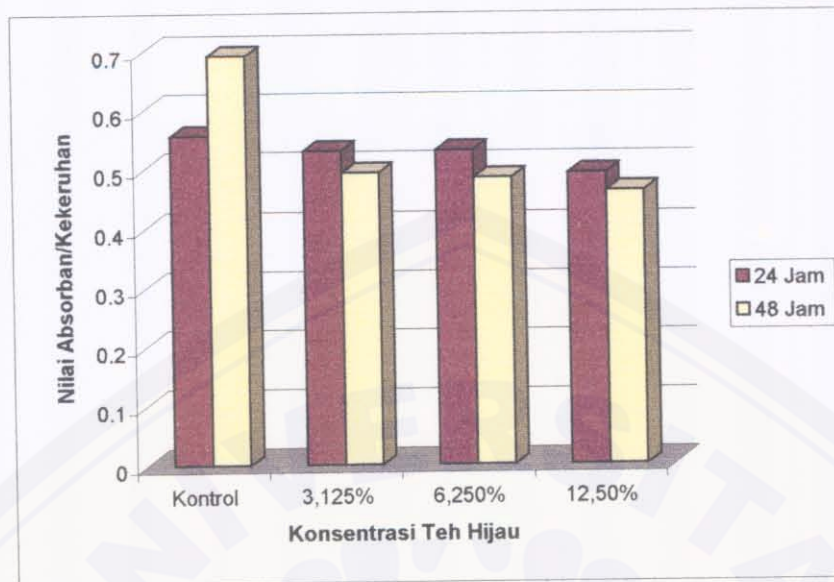
##### 4.1.1 Pengukuran Nilai Absorbansi

Nilai rata-rata pengukuran nilai absorbansi dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Rata-Rata Nilai Absorbansi Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans* pada Berbagai Waktu Pengamatan**

Kelompok	Waktu	Nilai Absorbansi	
		Rata-rata	Standar Deviasi
Kontrol	24 Jam	0.5570	0.0195
	48 Jam	0.6930	0.0221
Ekstrak teh hijau 3,125%	24 Jam	0.5300	0.0082
	48 Jam	0.4930	0.0106
Ekstrak teh hijau 6,250%	24 Jam	0.5300	0.0252
	48 Jam	0.4835	0.0088
Ekstrak teh hijau 12,50%	24 Jam	0.4910	0.0081
	48 Jam	0.4615	0.0113

Pada gambar 4 terlihat masing-masing kelompok perlakuan pada  $t_{48}$  menunjukkan rata-rata nilai absorbansi paling kecil dibandingkan dengan  $t_{24}$ . Ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 12,5% mempunyai rata-rata nilai absorbansi paling kecil baik pada  $t_{24}$  dan  $t_{48}$  jika dibandingkan dengan kelompok lain. Ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 3,125% mempunyai nilai absorbansi paling besar pada  $t_{24}$  dan  $t_{48}$  jika dibandingkan dengan kelompok lain. Nilai absorbansi menunjukkan tingkat pertumbuhan *S. mutans*, semakin tinggi nilai absorbansinya menunjukkan semakin tinggi pertumbuhan *S. mutans*.



Gambar 6. Diagram Batang Rata-Rata Nilai Absorbansi Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans* pada Berbagai Waktu Pengamatan

#### 4.1.2 Pengukuran Jumlah Asam Laktat

Rata-rata jumlah produksi asam laktat dapat dilihat pada tabel 6.

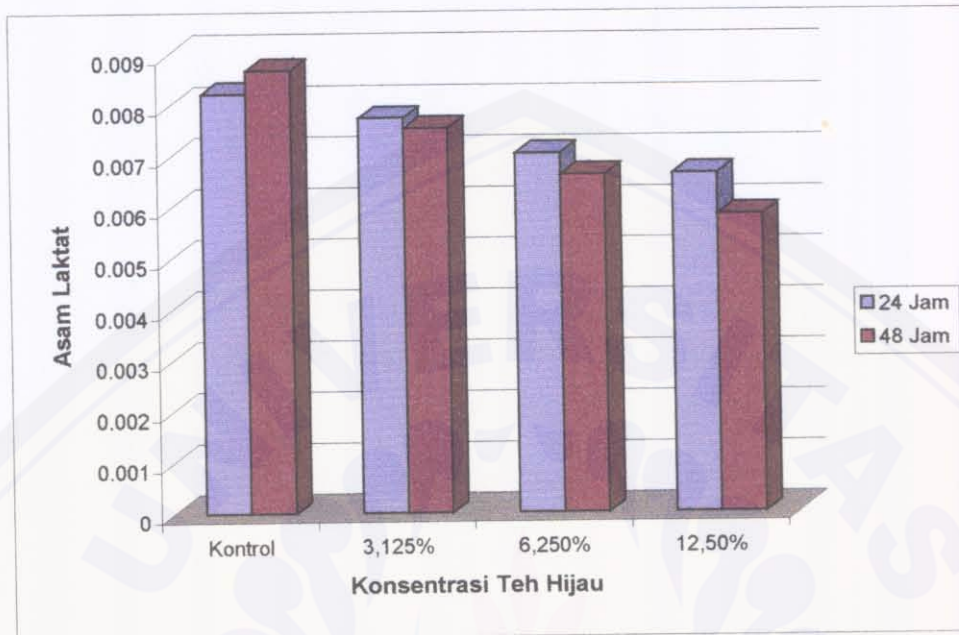
Tabel 6. Rata-Rata Jumlah Produksi Asam Laktat dari *Streptococcus mutans*

Konsentrasi	Waktu	Jumlah Produksi Asam Laktat	
		Rata-rata	Standar Deviasi
Kontrol	24 Jam	0.00823	0.00014
	48 Jam	0.00868	0.00011
Ekstrak teh hijau 3,125%	24 Jam	0.00774	0.00015
	48 Jam	0.00754	0.00014
Ekstrak teh hijau 6,250%	24 Jam	0.00704	0.00013
	48 Jam	0.00662	0.00022
Ekstrak teh hijau 12,50%	24 Jam	0.00664	0.00023
	48 Jam	0.00583	0.00021

Pada gambar 5 terlihat masing-masing kelompok perlakuan pada  $t_{48}$  menunjukkan jumlah asam laktat terkecil dibandingkan jumlah asam laktat pada  $t_{24}$ . Ekstrak teh hijau dengan konsentrasi 12,5% mempunyai jumlah asam laktat paling kecil pada  $t_{24}$  dan  $t_{48}$  dibandingkan dengan kelompok lain. Ekstrak teh hijau



dengan konsentrasi 3,125% mempunyai jumlah asam laktat paling besar pada  $t_{24}$  dan  $t_{48}$  dibandingkan dengan kelompok lain.



Gambar 7. Diagram Batang Rata-Rata Jumlah Produksi Asam Laktat dari *Streptococcus mutans*

## 4.2 Analisis Data

### 4.2.1 Nilai Absorbansi

Untuk mengetahui distribusi dan homogenitas data dilakukan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan uji *Homogeneity of Variances*. Hasilnya data terdistribusi normal dan homogen ( $p > 0,05$ ). Selanjutnya dilakukan uji Anova dua arah. Hasil uji Anova dua arah dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Anova Dua Arah Nilai Absorbansi

Variabel	JK	Db	RJK	F	P
Konsentrasi	0,0331	3	0,0110	38,794	0,000
Waktu	0,0101	2	0,0051	17,769	0,000
Konsentrasi dan waktu	1,3731	6	0,2288	804,309	0,000

Keterangan :

- JK : jumlah kuadrat
- Db : derajat bebas
- RJK : rerata jumlah kuadrat
- F : analisis parameter varian
- P : probabilitas

Data yang ada menunjukkan nilai  $p=0,000$  yang berarti  $p<0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa teh hijau dapat mempengaruhi nilai absorbansi. Kemudian untuk mengetahui perbedaan antara kelompok perlakuan dilakukan uji *Tukey HSD*. Hasil uji *Tukey HSD* dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8. Hasil Uji *Tukey HSD* Nilai Absorbansi**

	Kt24	Kt48	3,125 % t24	3,125 % t48	6,25% t 24	6,25% t48	12,5% t24	12,5% t48
Kt24	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.178	0.000
Kt48		-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3,125 % t24			-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
3,125 % t48				-	0.034	0.000	0.000	0.015
6,25% t24					-	0.000	0.000	0.000
6,25% t48						-	0.000	0.000
12,5% t24							-	0.000
12,5% t48								-

Dari hasil uji *Tukey HSD* diatas didapatkan hasil  $p<0,05$  sehingga dapat disimpulkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan kecuali pada kelompok perlakuan ekstrak teh hijau konsentrasi 12,5% dengan kelompok kontrol pada saat pengamatan setelah 24 jam ( $t_{24}$ ) didapatkan hasil  $p>0,05$  yang berarti tidak ada perbedaan bermakna.

#### 4.2.2 Jumlah Asam Laktat

Untuk mengetahui distribusi dan homogenitas data dilakukan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan uji *Homogeneity of Variances*. Hasilnya data terdistribusi normal dan homogen ( $p>0,05$ ). Selanjutnya dilakukan uji Anova dua arah. Hasil uji Anova dua arah dapat dilihat pada tabel 9.



Dari hasil Uji *Tukey HSD* di atas didapatkan hasil  $p < 0,05$  sehingga dapat disimpulkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan kecuali pada kelompok perlakuan ekstrak teh hijau konsentrasi 6,25% ( $t_{48}$ ) dengan kelompok perlakuan ekstrak teh hijau konsentrasi 12,5% ( $t_{24}$ )  $p > 0,05$  yang berarti tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna.

#### 4.2.3 Hubungan Antara Nilai Absorbansi dan Jumlah Asam Laktat

Untuk mengetahui hubungan antara nilai absorbansi dan jumlah asam laktat dilakukan uji Korelasi Pearson. Hasil uji Korelasi Pearson dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11. Hasil Uji Korelasi Pearson**

	NILAI ABSORBANSI	JUMLAH ASAM LAKTAT
NILAI ABSORBANSI	p Sig (2-tailed)	1,000 ,816 0,000

Keterangan :

P : probabilitas

Dari hasil uji didapatkan  $p = 0,816$  ( $p > 0,5$ ) yang artinya ada hubungan antara nilai absorbansi dan jumlah asam laktat.

## V. PEMBAHASAN

### 5.1 Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*

Hasil analisis data dengan uji Anova dua arah menunjukkan bahwa ekstrak teh hijau berpengaruh terhadap pertumbuhan *S. mutans*. Menurut Hardjainata dkk (2002), teh hijau mengandung katekin dalam jumlah besar yang sama dengan mineral seperti fluor sehingga teh hijau merupakan minuman yang dapat digunakan sebagai pencegah pembentukan karies. Katekin yang terkandung dalam teh hijau dapat bersifat bakterisid atau bakteriostatik, tergantung konsentrasinya. Sebagai senyawa fenol katekin dapat bekerja dengan cara merusak dinding sel bakteri dan membran sitoplasmanya serta menyebabkan denaturasi protein. Khusus untuk kesehatan gigi dan mulut, teh hijau mempunyai fungsi ganda yaitu kandungan katekin dalam teh mempunyai daya antimikroba dan fluor yang merupakan komponen anorganik dapat memperkuat struktur gigi (Mc Donal 1994 dalam Owen dkk, 1997).

Teh hijau mengandung fluor dua kali lipat lebih banyak daripada teh hitam (Hardjainata dkk, 2002). Mekanisme fluor dalam menghambat kerja enzim pada jalur glikolisis. Ion fluor dalam cairan rongga mulut akan berikatan dengan ion magnesium fluoride. Magnesium merupakan ion yang dibutuhkan bersama enolase mengubah 2P-gliserat menjadi fosfoenolpiruvat (PEP). Akibat hambatan oleh fluor, glikolisis pada sel bakteri dihambat sehingga bakteri tidak menghasilkan energi cukup dan perkembangan bakteri menjadi terhambat (Djamil, 2000).

Dari hasil uji *Tukey HSD* terlihat bahwa pada semua kelompok perlakuan (ekstrak teh hijau konsentrasi 3,125%; 6,25% dan 12,5%) semakin lama waktu inkubasi nilai absorbansi semakin kecil. Artinya semakin lama waktu kontak *S. mutans* dengan ekstrak teh hijau maka daya antibakteri dari kandungan ekstrak teh hijau tersebut semakin besar sehingga pertumbuhan *S. mutans* semakin sedikit.

Hasil *Tukey HSD* juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak teh hijau baik pada lama inkubasi 24 jam maupun 48 jam nilai absorbansinya semakin kecil. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi konsentrasi

ekstrak teh hijau maka semakin tinggi efektivitasnya terhadap *S. mutans*. Keadaan ini disebabkan karena dengan konsentrasi ekstrak teh hijau yang semakin tinggi, maka kandungan polifenolnya juga semakin banyak (Hardjawinata dkk, 2002).

Hasil penelitian ini didukung juga oleh hasil penelitian Pratiwi dkk (2002), yang mendapatkan bahwa ekstrak teh hijau dapat menghambat pertumbuhan *S. mutans* setelah kontak dengan konsentrasi 0,1% CGT (*Concentration of Green Tea*) selama 5 menit. Hal ini disebabkan karena teh mengandung enzim polifenol peroksida atau GTF (*Glucosyltransferase*) sehingga dapat menghambat pembentukan glukosa dari sukrosa yang merupakan cikal bakal dari plak.

## **5.2 Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Produksi Asam Laktat dari *Streptococcus mutans***

Hasil analisis data dengan uji Anova dua arah menunjukkan bahwa ekstrak teh hijau berpengaruh terhadap jumlah produksi asam laktat. Hal ini disebabkan adanya kandungan polifenol atau katekin dalam teh hijau mempunyai daya hambat terhadap *S. mutans* dengan cara bekerja membentuk enzim glukosiltransferase dari *S. mutans* sehingga mencegah glukosa dari sukrosa (Burruano and Tortorici dalam Handajani dkk., 2004).

Selain itu kandungan polifenol yang terdapat dalam daun teh dapat memodulasi metabolisme asam arakhidonat melalui *siklooksigenase* dan *5 lipoksigenase* (Handajani dkk., 2004). Menurut Djamil (2000), kandungan fluor dalam teh hijau dapat menghambat jalur glikolisis pada sel bakteri sehingga produksi akhir glikolisis *S. mutans* yang berupa asam laktat dapat terhambat.

Dari hasil uji *Tukey HSD* terlihat bahwa pada semua kelompok perlakuan (ekstrak teh hijau konsentrasi 3,125%; 6,25% dan 12,5%) semakin lama waktu inkubasi jumlah asam laktat semakin kecil. Artinya semakin lama waktu kontak dengan ekstrak teh hijau maka pengaruh ekstrak teh hijau semakin besar sehingga jumlah asam laktat yang dihasilkan akan semakin sedikit.

Hasil *Tukey HSD* juga menunjukkan semakin tinggi konsentrasi ekstrak teh hijau baik pada lama inkubasi 24 jam maupun 48 jam jumlah asam laktat semakin kecil. Hal ini disebabkan semakin pekat konsentrasi ekstrak teh hijau

maka semakin banyak jumlah polifenolnya (Nazarudin, 1993 *dalam* Soebagio, 2001).

### **5.3 Pengaruh Ekstrak Teh Hijau terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans* Dihubungkan dengan Produksi Asam Laktat**

Hasil uji Korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan antara pertumbuhan *S. mutans* dengan jumlah asam laktat. Hal ini sesuai dengan hipotesis yaitu ekstrak teh hijau dapat mempengaruhi pertumbuhan *S. mutans* dan produksi asam laktat dari *S. mutans*, dimana penurunan pertumbuhan dari *S. mutans* akan disertai penurunan produksi asam laktat.

Karbohidrat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sukrosa. Menurut Hardjawanata dkk (2002), sukrosa adalah disakarida yang dapat mempertinggi produksi karies. Metabolisme sukrosa ekstraseluler oleh *S. mutans* hanya sedikit menggunakan substrat sukrosa. Sebagian besar sukrosa lainnya, langsung di transportasikan ke dalam sel melalui sistem transport aktif menggunakan fosfoenolpiruvat (PEP). Selama dalam pengangkutan sukrosa difosforilasi oleh PEP. Di dalam sel, sukrosa akan dipecah oleh invertase, yaitu enzim yang mengkatalisasi pemecahan satu molekul sukrosa menjadi satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Selain sukrosa, *S. mutans* juga mampu memfermentasikan semua sakar sederhana yang terdapat dalam diet normal manusia. Produk dari reaksi tadi akan dimetabolisme melalui dua arah. Bila glukosa berlebihan, substrat ini akan disimpan dalam bentuk glikogen melalui jalur glikogenesis. Simpanan ini, akan dipecah kembali melalui jalur glikogenolisis bila kuman ini diinkubasi dalam waktu lama. Arah lain setelah gula masuk ke dalam sel adalah degradasi sakar sederhana ini melalui jalur glikogenesis Embden-Meyerhof Pathway (EMP). Umumnya metabolisme glukosa melalui sistem sitokrom dan oksigen, tapi *S. mutans* tidak mempunyai sistem sitokrom (Roith & Lehner, 1980 *dalam* Roeslan, 1992). Oleh karena itu, kuman ini memetabolisme glukosa tanpa adanya oksigen melalui fermentasi anaerob. Mekanisme ini diperlukan oleh banyak organisme untuk mendapatkan energi kimia dari karbohidrat dalam keadaan tanpa oksigen. Prosesnya melalui jalan

yang panjang, dengan beberapa enzim bekerja didalamnya. Pada fermentasi anaerob, energi kimia yang dihasilkan dalam bentuk fosfat energi tinggi sebanyak 2 ATP (adenosin tripospat). Sedangkan bila ada oksigen, energi kimia yang dihasilkan sebanyak 38 ATP. Pada fermentasi aerob, produk akhir glikolisis hanya sampai piruvat. Kemudian piruvat akan masuk ke siklus asam sitrat, dan dioksidasi melalui rantai respirasi. *S. mutans* merupakan kuman yang mampu melakukan fermentasi hemolaktik. Pada fermentasi hemolaktik ini, molekul glukosa, dipecah menjadi 2 molekul asam laktat sebagai satu-satunya produk akhir. Tetapi dalam keadaan tertentu, *S. mutans* dapat juga melakukan fermentasi heterolaktik dengan memproduksi zat lain selain asam laktat seperti asam format, asam asetat atau etanol. Pada fermentasi heterolaktik, asam laktat yang dihasilkan hanya sekitar setengah dari produk fermentasi homolaktik. Sedangkan energi yang dihasilkan hanya sekitar sepertiganya. Salah satu enzim yang dihasilkan oleh *S. mutans* yaitu enolase. Enolase ini dapat dihambat oleh fluorida. Bila terjadi hambatan pada enolase maka PEP tidak akan terbentuk, berarti asam laktat juga tidak diproduksi.



## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstrak teh hijau berpengaruh terhadap pertumbuhan *S. mutans*.
2. Ekstrak teh hijau berpengaruh terhadap produksi asam laktat dari *S. mutans*.
3. Penurunan pertumbuhan *S. mutans* diikuti juga dengan penurunan jumlah asam laktat dari *S. mutans*.

### 6.2 Saran

1. Teh hijau dapat digunakan sebagai obat kumur untuk mengurangi prevalensi karies gigi.
2. Diharapkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui konsentrasi hambat minimal teh hijau terhadap *S. mutans* dan seberapa lama teh hijau tersebut dapat menghambat pertumbuhan *S. mutans*.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckle, K. A, Edwards, R. A, Fleet, G. H, Wooton, M. 1997. **Ilmu Pangan**. Terjemahan Hari Purnomo. Jakarta: Universitas Indonesia
- Djamil, S. 2000. “**Mekanisme Fluor Menghambat Kerja Enzim Air Liur**”. *Jurnal Kedokteran Gigi UI*. Edisi Khusus
- Gunadi, A. 2001. “**Pengaruh Beberapa Inhibitor Protease terhadap Pertumbuhan *Fusobakterium nukleatum* ATCC 25586 secara in vitro**”. *Majalah Kedokteran Gigi*. Vol. 34, No. 4
- Handajani, Juni, Aswara, W, Tandehlin, R. T. C. 2004. “**Efek Ekstrak Daun Teh (*Camellia sinensis*) Konsentrasi 0,5% terhadap Kadar sIg A pada Saliva Penderita Gingivitis**”. *Journal Dentistry Indonesia*. Vol.11, No.1
- Hardjawanata, Karlina, Owen, R. R, Amelia, A. “**Efek Penghambatan Teh Hijau Dibandingkan dengan Cathecin terhadap Lesi Karies**”. *Jurnal PDGI*. Edisi Khusus. Tahun ke-52
- Harmono, H. 2003. **Pengaruh Konsentrasi Oral Kombinasi (*Etilestradiollevonogestrel*) terhadap Gambaran Mikroskopis Gingiva Tikus Betina Jenis Wistar (*Rattus norvegicus*)**. Tesis. Surabaya: Program Pascasarjana Universitas Airlangga
- Heriandi, Y dan Widya, A. 2004. “**Randomly Amplified Polymerphic DNA untuk Pemeriksaan Genotip *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sobrinus***”. *Majalah Kedokteran Gigi*. No. 55, Tahun ke-19.
- Jawetz, E, Melnick, J. L dan Adelberg. 1995. **Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan**. Terjemahan Tonang dari “**Medical Microbiology**”. 1991. Jakarta: EGC
- Kartasapoetra, G. 1993. **Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat**. Cetakan ke-3. Jakarta: Rineka Cipta
- Koompirojn, K, Guay M, Pewchana W, Suesuwan A, dan Ingkasate A. 2002. **Inhibition of Lactic Acid and Polysaccharide Formation of *Streptococcus mutans* by Tea Extract in vitro**. <http://www.pubmed.com>
- Madigan, M. T, Martinko, J. M and Parker, J. 2000. **Biology of Microorganisms**. 9<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc
- Mangundjaja, S., Pratiwi, T., dan Heriandi. 2001. “**Effectiveness of Chlorhexidine Mouthwash on Caries Activity Levels of *Mutans Streptococci* in Plaque**”. *Dental Journal*. Vol. 34, No. 3 a.

- Murray, Patrick P, Roshental, K. S, Kobayashi, G. S, Haller M. A. 1998. **Medical Microbiology**. 3<sup>th</sup> ed. Missouri: Mosby Inc
- Owen, R. R, Mahmud, H. M, Hardjawinata, K. 1997. “**Daya Hambat Minimal Catechin dari Teh Hijau terhadap *Streptococcus mutans***”. *Jurnal Kedokteran Gigi*. Vol. 9, No. 1
- Pelczar, M. J, Chan E. C. S, Krieg N. R. 1993. **Microbiology Concepts and Applications**. International ed. USA: Mc Graw Hill Inc
- Pratiwi, Titi, Sutadi H, Mangundjaja, Amalia Y. 2002. “**Antimicrobial Effect of Green Tea Polyphenol on *Streptococcus mutans* secara in vitro**”. *Jurnal PDGI*. Tahun ke-52
- Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung. 1994. **Petunjuk Teknis Pengolahan Teh**. Bandung: Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung.
- Reagen, Erick, 2004. **Pengembangan Prebiotik dalam Starter Yoghurt dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat**. Skripsi. Jember: FTP UNEJ
- Roeslan Boedi Oetomo, 1992. “**Metabolisme Karbohidrat oleh *Streptococcus mutans*: Pembentukan Plak dan Terjadinya Karies Gigi**”. *Jurnal PDGI*. No. 2, Tahun ke-41.
- Schlegel, Hans G, Schmidt K. 1994. **Mikrobiologi Umum**. Terjemahan Tedjo Baskoro Judul Asli: “**Allgemeine Mikrobiologie**. 1985”. Cetakan ke-6. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Slots, Jorgen and Taubman, Martin A. 1992. **Contemporary Oral Microbiology and Immunology**. USA: Year Book Inc
- Soebagio. 2001. “**Efektifitas Lama Perendaman Lempeng Resin Akrilik dalam Berbagai Konsentrasi Seduhan Teh Hitam terhadap Kekuatan Transversa**”. *Majalah Kedokteran Gigi*. Vol. 34, No. 3
- Staf Pengajar Teknologi Fermentasi. 2004. **Teknologi Fermentasi**. Jember: FTP UNEJ
- Sudarmadji, S, Haryono B, Suhardi. 1984. **Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian**. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Liberty
- Sulistiyani. 2002. “**Pengaruh Konsentrasi Obat Kumur Sodium Fluoride terhadap Koloni *Streptococcus mutans* dan Biokompatibilitas**”. *Jurnal PDGI*. Edisi Khusus. Tahun ke-52.
- Syamsulbahri. 1996. **Bercocok Tanam Tanaman Perkebunan Tahunan**. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

- Syarief, R dan Irawati, A. 1998. **Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian**. Jakarta: PT. Melton Putro
- Sylvani, Ary. 1999. “**Hubungan antara Kematian *Streptococcus mutans*, pH Biakan Bakteri dan Kelarutan Unsur Tembaga/Perak**”. *Dental Journal*. Vol. 32, No. 4.
- Volk, W. A, Brown J. C. 1997. **Basic Microbiology**. 8<sup>th</sup>. ed. United States: Addison Wesley Educational Publisher Inc
- Wagner, H, Badt S. 1991. **Plant Drug Analysis**. 2<sup>nd</sup>. ed. Berlin, New York: Springer
- Widjiastuti, I. 2000. “**Aglutin Saliva sebagai Media Perlekatan *Streptococcus mutans* pada Permukaan Gigi**”. *Dental Jurnal*. Vol. 3, No. 1
- Widyawati. 1991. “**Penggunaan Flour Sebagai Usaha Pencegahan Penyakit Karies di Indonesia**”. *Jurnal PDGI*. No. 3, Tahun ke-40.
- Winarno, F. G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. Catatan Ke-9. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

## Lampiran 1. Penghitungan Jumlah Sampel Penelitian

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari rumus Stell dan Torie *dalam* Harmono (2003).

$$(t-1)(n-1) \geq 20$$

t = Jumlah kelompok perlakuan

n = Jumlah sampel tiap kelompok perlakuan

Dengan menentukan jumlah kelompok perlakuan sebanyak 4, maka besar sampel masing-masing kelompok perlakuan:

$$(4-1)(n-1) \geq 20$$

$$(3)(n-1) \geq 20$$

$$3n \geq 20$$

$$n \geq 8$$

Jadi jumlah sampel minimal untuk setiap kelompok perlakuan ini adalah 8. Pada penelitian ini jumlah sampel yang digunakan untuk setiap kelompok adalah 10, sehingga jumlah sampel seluruhnya 40.

Lampiran 2. Data Nilai Absorbansi

Konsentrasi	Waktu	Ulangan										Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kontrol	0 Jam	0.300	0.290	0.310	0.300	0.250	0.280	0.290	0.270	0.288	0.270	0.2848	0.0177
	24 Jam	0.580	0.560	0.570	0.560	0.520	0.540	0.540	0.580	0.570	0.550	0.5570	0.0195
3,125%	48 Jam	0.710	0.690	0.700	0.680	0.640	0.720	0.690	0.710	0.700	0.690	0.6930	0.0221
	0 Jam	0.560	0.560	0.570	0.650	0.560	0.570	0.550	0.565	0.580	0.565	0.5730	0.0282
6,250%	24 Jam	0.520	0.530	0.535	0.545	0.525	0.530	0.525	0.530	0.540	0.520	0.5300	0.0082
	48 Jam	0.500	0.480	0.500	0.510	0.490	0.500	0.480	0.490	0.500	0.480	0.4930	0.0106
12,50%	0 Jam	0.620	0.600	0.620	0.610	0.600	0.640	0.610	0.630	0.630	0.640	0.6200	0.0149
	24 Jam	0.510	0.500	0.520	0.525	0.575	0.520	0.525	0.520	0.530	0.575	0.5300	0.0252
24,50%	48 Jam	0.480	0.470	0.490	0.495	0.475	0.480	0.485	0.490	0.495	0.475	0.4835	0.0088
	0 Jam	0.720	0.700	0.710	0.720	0.725	0.710	0.700	0.725	0.730	0.730	0.7170	0.0114
48,50%	24 Jam	0.500	0.485	0.495	0.500	0.480	0.485	0.490	0.495	0.500	0.480	0.4910	0.0081
	48 Jam	0.465	0.460	0.450	0.470	0.455	0.460	0.470	0.465	0.480	0.440	0.4615	0.0113

Lampiran 3. Data Jumlah Asam Laktat

Konsen- trasi	Waktu	Ulangan										Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kontrol	24 Jam	0.00810	0.00828	0.00810	0.00846	0.00810	0.00810	0.00846	0.00828	0.00818	0.00828	0.00823	0.00014
	48 Jam	0.00864	0.00872	0.00864	0.00882	0.00846	0.00864	0.00864	0.00882	0.00864	0.00882	0.00868	0.00011
3,125%	24 Jam	0.00774	0.00792	0.00756	0.00792	0.00774	0.00756	0.00792	0.00774	0.00756	0.00774	0.00774	0.00015
	48 Jam	0.00756	0.00774	0.00738	0.00774	0.00756	0.00735	0.00756	0.00756	0.00738	0.00756	0.00754	0.00014
6,250%	24 Jam	0.00684	0.00684	0.00702	0.00720	0.00702	0.00702	0.00720	0.00702	0.00720	0.00702	0.00704	0.00013
	48 Jam	0.00648	0.00630	0.00666	0.00684	0.00666	0.00648	0.00684	0.00684	0.00684	0.00662	0.00022	
12,50%	24 Jam	0.00684	0.00648	0.00684	0.00684	0.00630	0.00648	0.00666	0.00684	0.00684	0.00664	0.00023	
	48 Jam	0.00594	0.00576	0.00558	0.00594	0.00558	0.00576	0.00594	0.00612	0.00612	0.00583	0.00021	

Lampiran 4. Hasil Uji Statistik

Uji Normalitas Parameter Nilai Absorban/Kekeruhan

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kontrol-0 Jam	10	,2848000	,0177439	,25000	,31000
Kontrol-24 Jam	10	,5570000	,0194651	,52000	,58000
Kontrol-48 Jam	10	,6930000	,0221359	,64000	,72000
3,125%-0 Jam	10	,5730000	,0282056	,55000	,65000
3,125%-24 Jam	10	,5300000	,0081650	,52000	,54500
3,125%-48 Jam	10	,4930000	,0105935	,48000	,51000
6,250%-0 Jam	10	,6200000	,0149071	,60000	,64000
6,250%-24 Jam	10	,5300000	,0251661	,50000	,57500
6,250%-48 Jam	10	,4835000	,0088349	,47000	,49500
12,50%-0 Jam	10	,7170000	,0113529	,70000	,73000
12,50%-24 Jam	10	,4910000	,0080966	,48000	,50000
12,50%-48 Jam	10	,4615000	,0113162	,44000	,48000

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kontrol-0 Jam	Kontrol-24 Jam	Kontrol-48 Jam	3,125%-0 Jam
N		10	10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,2848000	,5570000	,6930000	,5730000
	Std. Deviation	,0177439	,0194651	,0221359	,0282056
Most Extreme Differences	Absolute	,172	,161	,246	,342
	Positive	,098	,119	,121	,342
	Negative	-,172	-,161	-,246	-,222
Kolmogorov-Smirnov Z		,543	,510	,778	1,083
Asymp. Sig. (2-tailed)		,930	,957	,580	,192

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		3,125%-24 Jam	3,125%-48 Jam	6,250%-0 Jam	6,250%-24 Jam
N		10	10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,5300000	,4930000	,6200000	,5300000
	Std. Deviation	,0081650	,0105935	,0149071	,0251661
Most Extreme Differences	Absolute	,200	,246	,149	,300
	Positive	,200	,190	,149	,300
	Negative	-,110	-,246	-,149	-,163
Kolmogorov-Smirnov Z		,632	,777	,471	,949
Asymp. Sig. (2-tailed)		,819	,582	,980	,329



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		6,250%-48 Jam	12,50%-0 Jam	12,50%-24 Jam	12,50%-48 Jam
N		10	10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,4835000	,7170000	,4910000	,4615000
	Std. Deviation	,0088349	,0113529	,0080966	,0113162
Most Extreme Differences	Absolute	,169	,204	,189	,147
	Positive	,154	,133	,171	,126
	Negative	-,169	-,204	-,189	-,147
Kolmogorov-Smirnov Z		,535	,646	,599	,466
Asymp. Sig. (2-tailed)		,937	,799	,866	,982

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Uji Normalitas Parameter Nilai Absorban/Kekeruhan (Total)

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Nilai Absorban	120	,53615	,11027	,250	,730

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nilai Absorban
N		120
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,53615
	Std. Deviation	,11027
Most Extreme Differences	Absolute	,137
	Positive	,087
	Negative	-,137
Kolmogorov-Smirnov Z		1,096
Asymp. Sig. (2-tailed)		,180

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Normalitas Parameter Asam Laktat

## Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kontrol-24 Jam	10	,0082340	,0001427	,00810	,00846
Kontrol-48 Jam	10	,0086840	,0001138	,00846	,00882
3,125%-24 Jam	10	,0077400	,0001470	,00756	,00792
3,125%-48 Jam	10	,0075390	,0001371	,00735	,00774
6,250%-24 Jam	10	,0070380	,0001328	,00684	,00720
6,250%-48 Jam	10	,0066240	,0002213	,00630	,00684
12,50%-24 Jam	10	,0066420	,0002316	,00630	,00684
12,50%-48 Jam	10	,0058320	,0002113	,00558	,00612

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kontrol-24 Jam	Kontrol-48 Jam	3,125%-24 Jam	3,125%-48 Jam
N		10	10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,0082340	,0086840	,0077400	,0075390
	Std. Deviation	,0001427	,0001138	,0001470	,0001371
Most Extreme Differences	Absolute	,226	,250	,200	,261
	Positive	,226	,250	,200	,239
	Negative	-,174	-,250	-,200	-,261
Kolmogorov-Smirnov Z		,715	,792	,632	,825
Asymp. Sig. (2-tailed)		,686	,557	,819	,504

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		6,250%-24 Jam	6,250%-48 Jam	12,50%-24 Jam	12,50%-48 Jam
N		10	10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,0070380	,0066240	,0066420	,0058320
	Std. Deviation	,0001328	,0002213	,0002316	,0002113
Most Extreme Differences	Absolute	,254	,236	,304	,195
	Positive	,254	,164	,196	,184
	Negative	-,246	-,236	-,304	-,195
Kolmogorov-Smirnov Z		,803	,745	,960	,618
Asymp. Sig. (2-tailed)		,539	,636	,315	,840

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Uji Normalitas Parameter Asam Laktat (Total)

## Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Asam Laktat	80	,0072916	,0008977	,00558	,00882

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Asam Laktat
N		80
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,0072916
	Std. Deviation	,0008977
Most Extreme Differences	Absolute	,093
	Positive	,093
	Negative	-,080
Kolmogorov-Smirnov Z		,828
Asymp. Sig. (2-tailed)		,500

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Two-way Anova Parameter Nilai Absorban/Kekeruhan

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi	1	Kontrol	30
	2	3,125%	30
	3	6,250%	30
	4	12,500%	30
Waktu	1	0 Jam	40
	2	24 Jam	40
	3	48 Jam	40

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Nilai Absorban

Konsentrasi	Waktu	Mean	Std. Deviation	N
Kontrol	0 Jam	,28480	,01774	10
	24 Jam	,55700	,01947	10
	48 Jam	,69300	,02214	10
	Total	,51160	,17367	30
3,125%	0 Jam	,57300	,02821	10
	24 Jam	,53000	,00816	10
	48 Jam	,49300	,01059	10
	Total	,53200	,03752	30
6,250%	0 Jam	,62000	,01491	10
	24 Jam	,53000	,02517	10
	48 Jam	,48350	,00883	10
	Total	,54450	,06009	30
12,500%	0 Jam	,71700	,01135	10
	24 Jam	,49100	,00810	10
	48 Jam	,48150	,01132	10
	Total	,55850	,11851	30
Total	0 Jam	,54870	,16405	40
	24 Jam	,52700	,02884	40
	48 Jam	,53275	,09539	40
	Total	,53615	,11027	120

Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: Nilai Absorban

F	df1	df2	Sig.
1,465	11	108	,155

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+KONSENT+WAKTU+KONSENT \* WAKTU

Uji Lanjut Tukey-HSD Parameter Nilai Absorban/Kekeruhan

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai Absorban

Tukey HSD

(I) Konsentrasi	(J) Konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	3,125%	-,02040*	,00436	,000	-,03177	-,00903
	6,250%	-,03290*	,00436	,000	-,04427	-,02153
	12,500%	-,04490*	,00436	,000	-,05627	-,03353
3,125%	Kontrol	,02040*	,00436	,000	,00903	,03177
	6,250%	-,01250*	,00436	,025	-,02387	-,00113
	12,500%	-,02450*	,00436	,000	-,03587	-,01313
6,250%	Kontrol	,03290*	,00436	,000	,02153	,04427
	3,125%	,01250*	,00436	,025	,00113	,02387
	12,500%	-,01200*	,00436	,034	-,02337	-,00063
12,500%	Kontrol	,04490*	,00436	,000	,03353	,05627
	3,125%	,02450*	,00436	,000	,01313	,03587
	6,250%	,01200*	,00436	,034	,00063	,02337

Based on observed means.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

Nilai Absorban

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
Kontrol	30	,51160			
3,125%	30		,53200		
6,250%	30			,54450	
12,500%	30				,55650
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2,845E-04.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

**Waktu**

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Nilai Absorban

Tukey HSD

(I) Waktu	(J) Waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0 Jam	24 Jam	,02170*	,00377	,000	,01274	,03066
	48 Jam	,01595*	,00377	,000	,00699	,02491
24 Jam	0 Jam	-,02170*	,00377	,000	-,03066	-,01274
	48 Jam	-,00575	,00377	,284	-,01471	,00321
48 Jam	0 Jam	-,01595*	,00377	,000	-,02491	-,00699
	24 Jam	,00575	,00377	,284	-,00321	,01471

Based on observed means.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

**Homogeneous Subsets**

Nilai Absorban

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Waktu	N	Subset	
		1	2
24 Jam	40	,52700	
48 Jam	40	,53275	
0 Jam	40		,54870
Sig.		,284	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2,845E-04.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40,000.

b. Alpha = ,05.

## Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nilai Absorban

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,4163 <sup>a</sup>	11	,1288	452,525	,000
Intercept	34,4948	1	34,4948	121236,91	,000
KONSENT	,0331	3	,0110	38,794	,000
WAKTU	,0101	2	,0051	17,769	,000
KONSENT * WAKTU	1,3731	6	,2288	804,309	,000
Error	,0307	108	,0003		
Total	35,9418	120			
Corrected Total	1,4470	119			

a. R Squared = ,979 (Adjusted R Squared = ,977)



Interaksi antara Konsentrasi & Waktu

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai Absorban

Tukey HSD

(I) Interaksi	(J) Interaksi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Kontrol-0 Jam	Kontrol-24 Jam	-,27220*	,00754	,000	-,29740	-,24700	
	Kontrol-48 Jam	-,40820*	,00754	,000	-,43340	-,38300	
	3,125%-0 Jam	-,28820*	,00754	,000	-,31340	-,26300	
	3,125%-24 Jam	-,24520*	,00754	,000	-,27040	-,22000	
	3,125%-48 Jam	-,20820*	,00754	,000	-,23340	-,18300	
	6,250%-0 Jam	-,33520*	,00754	,000	-,36040	-,31000	
	6,250%-24 Jam	-,24520*	,00754	,000	-,27040	-,22000	
	6,250%-48 Jam	-,19870*	,00754	,000	-,22390	-,17350	
	12,500%-0 Jam	-,43220*	,00754	,000	-,45740	-,40700	
	12,500%-24 Jam	-,20620*	,00754	,000	-,23140	-,18100	
	12,500%-48 Jam	-,17670*	,00754	,000	-,20190	-,15150	
	Kontrol-24 Jam	Kontrol-0 Jam	,27220*	,00754	,000	,24700	,29740
		Kontrol-48 Jam	-,13600*	,00754	,000	-,16120	-,11080
3,125%-0 Jam		-,01600	,00754	,609	-,04120	,00920	
3,125%-24 Jam		,02700*	,00754	,025	,00180	,05220	
3,125%-48 Jam		,06400*	,00754	,000	,03880	,08920	
6,250%-0 Jam		-,06300*	,00754	,000	-,08820	-,03780	
6,250%-24 Jam		,02700*	,00754	,025	,00180	,05220	
6,250%-48 Jam		,07350*	,00754	,000	,04830	,09870	
12,500%-0 Jam		-,16000*	,00754	,000	-,18520	-,13480	
12,500%-24 Jam		,06600*	,00754	,000	,04080	,09120	
12,500%-48 Jam		,09550*	,00754	,000	,07030	,12070	
Kontrol-48 Jam		Kontrol-0 Jam	,40820*	,00754	,000	,38300	,43340
		Kontrol-24 Jam	,13600*	,00754	,000	,11080	,16120
	3,125%-0 Jam	,12000*	,00754	,000	,09480	,14520	
	3,125%-24 Jam	,16300*	,00754	,000	,13780	,18820	
	3,125%-48 Jam	,20000*	,00754	,000	,17480	,22520	
	6,250%-0 Jam	,07300*	,00754	,000	,04780	,09820	
	6,250%-24 Jam	,16300*	,00754	,000	,13780	,18820	
	6,250%-48 Jam	,20950*	,00754	,000	,18430	,23470	
	12,500%-0 Jam	-,02400	,00754	,077	-,04920	,00120	
	12,500%-24 Jam	,20200*	,00754	,000	,17680	,22720	
	12,500%-48 Jam	,23150*	,00754	,000	,20630	,25670	



Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai Absorban

Tukey HSD

(I) Interaksi	(J) Interaksi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3,125%-0 Jam	Kontrol-0 Jam	,28820*	,00754	,000	,26300	,31340
	Kontrol-24 Jam	,01600	,00754	,609	-,00920	,04120
	Kontrol-48 Jam	-,12000*	,00754	,000	-,14520	-,09480
	3,125%-24 Jam	,04300*	,00754	,000	,01780	,06820
	3,125%-48 Jam	,08000*	,00754	,000	,05480	,10520
	6,250%-0 Jam	-,04700*	,00754	,000	-,07220	-,02180
	6,250%-24 Jam	,04300*	,00754	,000	,01780	,06820
	6,250%-48 Jam	,08950*	,00754	,000	,06430	,11470
	12,500%-0 Jam	-,14400*	,00754	,000	-,16920	-,11880
	12,500%-24 Jam	,08200*	,00754	,000	,05680	,10720
	12,500%-48 Jam	,11150*	,00754	,000	,08630	,13670
3,125%-24 Jam	Kontrol-0 Jam	,24520*	,00754	,000	,22000	,27040
	Kontrol-24 Jam	-,02700*	,00754	,025	-,05220	-,00180
	Kontrol-48 Jam	-,16300*	,00754	,000	-,18820	-,13780
	3,125%-0 Jam	-,04300*	,00754	,000	-,06820	-,01780
	3,125%-48 Jam	,03700*	,00754	,000	,01180	,06220
	6,250%-0 Jam	-,09000*	,00754	,000	-,11520	-,06480
	6,250%-24 Jam	,00000	,00754	1,000	-,02520	,02520
	6,250%-48 Jam	,04650*	,00754	,000	,02130	,07170
	12,500%-0 Jam	-,18700*	,00754	,000	-,21220	-,16180
	12,500%-24 Jam	,03900*	,00754	,000	,01380	,06420
	12,500%-48 Jam	,06850*	,00754	,000	,04330	,09370
3,125%-48 Jam	Kontrol-0 Jam	,20820*	,00754	,000	,18300	,23340
	Kontrol-24 Jam	-,06400*	,00754	,000	-,08920	-,03880
	Kontrol-48 Jam	-,20000*	,00754	,000	-,22520	-,17480
	3,125%-0 Jam	-,08000*	,00754	,000	-,10520	-,05480
	3,125%-24 Jam	-,03700*	,00754	,000	-,06220	-,01180
	6,250%-0 Jam	-,12700*	,00754	,000	-,15220	-,10180
	6,250%-24 Jam	-,03700*	,00754	,000	-,06220	-,01180
	6,250%-48 Jam	,00950	,00754	,982	-,01570	,03470
	12,500%-0 Jam	-,22400*	,00754	,000	-,24920	-,19880
	12,500%-24 Jam	,00200	,00754	1,000	-,02320	,02720
	12,500%-48 Jam	,03150*	,00754	,003	,00630	,05670

## Uji Korelasi

## Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Nilai Absorban	,53615	,11027	120
Asam Laktat	,0072916	,0008977	80

## Correlations

		Nilai Absorban	Asam Laktat
Nilai Absorban	Pearson Correlation	1,000	,816**
	Sig. (2-tailed)	,	,000
	N	120	80
Asam Laktat	Pearson Correlation	,816**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,
	N	80	80

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Asam Laktat

Tukey HSD

(I) Interaksi	(J) Interaksi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
6,250%-48 Jam	Kontrol-24 Jam	-,001610*	,000077	,000	-,001851	-,001369
	Kontrol-48 Jam	-,002060*	,000077	,000	-,002301	-,001819
	3,125%-24 Jam	-,001116*	,000077	,000	-,001357	-,000875
	3,125%-48 Jam	-,000915*	,000077	,000	-,001156	-,000674
	6,250%-24 Jam	-,000414*	,000077	,000	-,000655	-,000173
	12,500%-24 Jam	-,000018	,000077	1,000	-,000259	,000223
	12,500%-48 Jam	,000792*	,000077	,000	,000551	,001033
12,500%-24 Jam	Kontrol-24 Jam	-,001592*	,000077	,000	-,001833	-,001351
	Kontrol-48 Jam	-,002042*	,000077	,000	-,002283	-,001801
	3,125%-24 Jam	-,001098*	,000077	,000	-,001339	-,000857
	3,125%-48 Jam	-,000897*	,000077	,000	-,001138	-,000656
	6,250%-24 Jam	-,000396*	,000077	,000	-,000637	-,000155
	6,250%-48 Jam	,000018	,000077	1,000	-,000223	,000259
	12,500%-48 Jam	,000810*	,000077	,000	,000569	,001051
12,500%-48 Jam	Kontrol-24 Jam	-,002402*	,000077	,000	-,002643	-,002161
	Kontrol-48 Jam	-,002852*	,000077	,000	-,003093	-,002611
	3,125%-24 Jam	-,001908*	,000077	,000	-,002149	-,001667
	3,125%-48 Jam	-,001707*	,000077	,000	-,001948	-,001466
	6,250%-24 Jam	-,001206*	,000077	,000	-,001447	-,000965
	6,250%-48 Jam	-,000792*	,000077	,000	-,001033	-,000551
	12,500%-24 Jam	-,000810*	,000077	,000	-,001051	-,000569

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Asam Laktat

Tukey HSD<sup>a</sup>

Interaksi	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
12,500%-48 Jam	10	,005832					
6,250%-48 Jam	10		,006624				
12,500%-24 Jam	10		,006642				
6,250%-24 Jam	10			,007038			
3,125%-48 Jam	10				,007539		
3,125%-24 Jam	10				,007740		
Kontrol-24 Jam	10					,008234	
Kontrol-48 Jam	10						,008684
Sig.		1,000	1,000	1,000	,172	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

Interaksi antara Konsentrasi & Waktu

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Asam Laktat

Tukey HSD

(I) Interaksi	(J) Interaksi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol-24 Jam	Kontrol-48 Jam	-,000450*	,000077	,000	-,000691	-,000209
	3,125%-24 Jam	,000494*	,000077	,000	,000253	,000735
	3,125%-48 Jam	,000695*	,000077	,000	,000454	,000936
	6,250%-24 Jam	,001196*	,000077	,000	,000955	,001437
	6,250%-48 Jam	,001610*	,000077	,000	,001369	,001851
	12,500%-24 Jam	,001592*	,000077	,000	,001351	,001833
	12,500%-48 Jam	,002402*	,000077	,000	,002161	,002643
Kontrol-48 Jam	Kontrol-24 Jam	,000450*	,000077	,000	,000209	,000691
	3,125%-24 Jam	,000944*	,000077	,000	,000703	,001185
	3,125%-48 Jam	,001145*	,000077	,000	,000904	,001386
	6,250%-24 Jam	,001646*	,000077	,000	,001405	,001887
	6,250%-48 Jam	,002060*	,000077	,000	,001819	,002301
	12,500%-24 Jam	,002042*	,000077	,000	,001801	,002283
	12,500%-48 Jam	,002852*	,000077	,000	,002611	,003093
3,125%-24 Jam	Kontrol-24 Jam	-,000494*	,000077	,000	-,000735	-,000253
	Kontrol-48 Jam	-,000944*	,000077	,000	-,001185	-,000703
	3,125%-48 Jam	,000201	,000077	,172	-,000040	,000442
	6,250%-24 Jam	,000702*	,000077	,000	,000461	,000943
	6,250%-48 Jam	,001116*	,000077	,000	,000875	,001357
	12,500%-24 Jam	,001098*	,000077	,000	,000857	,001339
	12,500%-48 Jam	,001908*	,000077	,000	,001667	,002149
3,125%-48 Jam	Kontrol-24 Jam	-,000695*	,000077	,000	-,000936	-,000454
	Kontrol-48 Jam	-,001145*	,000077	,000	-,001386	-,000904
	3,125%-24 Jam	-,000201	,000077	,172	-,000442	,000040
	6,250%-24 Jam	,000501*	,000077	,000	,000260	,000742
	6,250%-48 Jam	,000915*	,000077	,000	,000674	,001156
	12,500%-24 Jam	,000897*	,000077	,000	,000656	,001138
	12,500%-48 Jam	,001707*	,000077	,000	,001466	,001948
6,250%-24 Jam	Kontrol-24 Jam	-,001196*	,000077	,000	-,001437	-,000955
	Kontrol-48 Jam	-,001646*	,000077	,000	-,001887	-,001405
	3,125%-24 Jam	-,000702*	,000077	,000	-,000943	-,000461
	3,125%-48 Jam	-,000501*	,000077	,000	-,000742	-,000260
	6,250%-48 Jam	,000414*	,000077	,000	,000173	,000655
	12,500%-24 Jam	,000396*	,000077	,000	,000155	,000637
	12,500%-48 Jam	,001206*	,000077	,000	,000965	,001447

Uji Lanjut Tukey-HSD Parameter Asam Laktat

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Asam Laktat

Tukey HSD

(I) Konsentrasi	(J) Konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	3,125%	,0008195*	,0000546	,000	,0006759	,0009631
	6,250%	,0016280*	,0000546	,000	,0014844	,0017716
	12,500%	,0022220*	,0000546	,000	,0020784	,0023656
3,125%	Kontrol	-,0008195*	,0000546	,000	-,0009631	-,0006759
	6,250%	,0008085*	,0000546	,000	,0006649	,0009521
	12,500%	,0014025*	,0000546	,000	,0012589	,0015461
6,250%	Kontrol	-,0016280*	,0000546	,000	-,0017716	-,0014844
	3,125%	-,0008085*	,0000546	,000	-,0009521	-,0006649
	12,500%	,0005940*	,0000546	,000	,0004504	,0007376
12,500%	Kontrol	-,0022220*	,0000546	,000	-,0023656	-,0020784
	3,125%	-,0014025*	,0000546	,000	-,0015461	-,0012589
	6,250%	-,0005940*	,0000546	,000	-,0007376	-,0004504

Based on observed means.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

Asam Laktat

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
12,500%	20	,006237			
6,250%	20		,006831		
3,125%	20			,007640	
Kontrol	20				,008459
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2,983E-08.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,000.

b. Alpha = ,05.

## Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Asam Laktat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,00006152 <sup>a</sup>	7	,00000879	294,639	,000
Intercept	,00425342	1	,00425342	142606,72	,000
KONSENT	,00005616	3	,00001872	627,678	,000
WAKTU	,00000119	1	,00000119	39,840	,000
KONSENT * WAKTU	,00000416	3	,00000139	46,533	,000
Error	,00000215	72	,00000003		
Total	,00431709	80			
Corrected Total	,00006366	79			

a. R Squared = ,966 (Adjusted R Squared = ,963)



Twoway Anova Parameter Asam Laktat

Warnings

Post hoc tests are not performed for Waktu because there are fewer than three groups.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi	1	Kontrol	20
	2	3,125%	20
	3	6,250%	20
	4	12,500%	20
Waktu	2	24 Jam	40
	3	48 Jam	40

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Asam Laktat

Konsentrasi	Waktu	Mean	Std. Deviation	N
Kontrol	24 Jam	,00823	,00014	10
	48 Jam	,00868	,00011	10
	Total	,00846	,00026	20
3,125%	24 Jam	,00774	,00015	10
	48 Jam	,00754	,00014	10
	Total	,00764	,00017	20
6,250%	24 Jam	,00704	,00013	10
	48 Jam	,00662	,00022	10
	Total	,00683	,00028	20
12,500%	24 Jam	,00664	,00023	10
	48 Jam	,00583	,00021	10
	Total	,00624	,00047	20
Total	24 Jam	,00741	,00064	40
	48 Jam	,00717	,00109	40
	Total	,00729	,00090	80

Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: Asam Laktat

F	df1	df2	Sig.
1,866	7	72	,061

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+KONSENT+WAKTU+KONSENT \* WAKTU

**Homogeneous Subsets**

**Nilai Absorban**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Interaksi	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
Kontrol-0 Jam	10	,28480						
12,500%-48 Jam	10		,46150					
6,250%-48 Jam	10		,48350	,48350				
12,500%-24 Jam	10			,49100				
3,125%-48 Jam	10			,49300				
3,125%-24 Jam	10				,53000			
6,250%-24 Jam	10				,53000			
Kontrol-24 Jam	10					,55700		
3,125%-0 Jam	10					,57300		
6,250%-0 Jam	10						,62000	
Kontrol-48 Jam	10							,69300
12,500%-0 Jam	10							,71700
Sig.		1,000	,150	,982	1,000	,609	1,000	,077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.





Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai Absorban  
Tukey HSD

(I) Interaksi	(J) Interaksi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
12,500%-0 Jam	Kontrol-0 Jam	,43220*	,00754	,000	,40700	,45740
	Kontrol-24 Jam	,16000*	,00754	,000	,13480	,18520
	Kontrol-48 Jam	,02400	,00754	,077	-,00120	,04920
	3,125%-0 Jam	,14400*	,00754	,000	,11880	,16920
	3,125%-24 Jam	,18700*	,00754	,000	,16180	,21220
	3,125%-48 Jam	,22400*	,00754	,000	,19880	,24920
	6,250%-0 Jam	,09700*	,00754	,000	,07180	,12220
	6,250%-24 Jam	,18700*	,00754	,000	,16180	,21220
	6,250%-48 Jam	,23350*	,00754	,000	,20830	,25870
	12,500%-24 Jam	,22600*	,00754	,000	,20080	,25120
	12,500%-48 Jam	,25550*	,00754	,000	,23030	,28070
	12,500%-24 Jam	Kontrol-0 Jam	,20620*	,00754	,000	,18100
Kontrol-24 Jam		-,06600*	,00754	,000	-,09120	-,04080
Kontrol-48 Jam		-,20200*	,00754	,000	-,22720	-,17680
3,125%-0 Jam		-,08200*	,00754	,000	-,10720	-,05680
3,125%-24 Jam		-,03900*	,00754	,000	-,06420	-,01380
3,125%-48 Jam		-,00200	,00754	1,000	-,02720	,02320
6,250%-0 Jam		-,12900*	,00754	,000	-,15420	-,10380
6,250%-24 Jam		-,03900*	,00754	,000	-,06420	-,01380
6,250%-48 Jam		,00750	,00754	,998	-,01770	,03270
12,500%-0 Jam		-,22600*	,00754	,000	-,25120	-,20080
12,500%-48 Jam		,02950*	,00754	,008	,00430	,05470
12,500%-48 Jam		Kontrol-0 Jam	,17670*	,00754	,000	,15150
	Kontrol-24 Jam	-,09550*	,00754	,000	-,12070	-,07030
	Kontrol-48 Jam	-,23150*	,00754	,000	-,25670	-,20630
	3,125%-0 Jam	-,11150*	,00754	,000	-,13670	-,08630
	3,125%-24 Jam	-,06850*	,00754	,000	-,09370	-,04330
	3,125%-48 Jam	-,03150*	,00754	,003	-,05670	-,00630
	6,250%-0 Jam	-,15850*	,00754	,000	-,18370	-,13330
	6,250%-24 Jam	-,06850*	,00754	,000	-,09370	-,04330
	6,250%-48 Jam	-,02200	,00754	,150	-,04720	,00320
	12,500%-0 Jam	-,25550*	,00754	,000	-,28070	-,23030
	12,500%-24 Jam	-,02950*	,00754	,008	-,05470	-,00430

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai Absorban  
Tukey HSD

(I) Interaksi	(J) Interaksi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
6,250%-0 Jam	Kontrol-0 Jam	,33520*	,00754	,000	,31000	,36040
	Kontrol-24 Jam	,06300*	,00754	,000	,03780	,08820
	Kontrol-48 Jam	-,07300*	,00754	,000	-,09820	-,04780
	3,125%-0 Jam	,04700*	,00754	,000	,02180	,07220
	3,125%-24 Jam	,09000*	,00754	,000	,06480	,11520
	3,125%-48 Jam	,12700*	,00754	,000	,10180	,15220
	6,250%-24 Jam	,09000*	,00754	,000	,06480	,11520
	6,250%-48 Jam	,13650*	,00754	,000	,11130	,16170
	12,500%-0 Jam	-,09700*	,00754	,000	-,12220	-,07180
	12,500%-24 Jam	,12900*	,00754	,000	,10380	,15420
	12,500%-48 Jam	,15850*	,00754	,000	,13330	,18370
	6,250%-24 Jam	Kontrol-0 Jam	,24520*	,00754	,000	,22000
Kontrol-24 Jam		-,02700*	,00754	,025	-,05220	-,00180
Kontrol-48 Jam		-,16300*	,00754	,000	-,18820	-,13780
3,125%-0 Jam		-,04300*	,00754	,000	-,06820	-,01780
3,125%-24 Jam		,00000	,00754	1,000	-,02520	,02520
3,125%-48 Jam		,03700*	,00754	,000	,01180	,06220
6,250%-0 Jam		-,09000*	,00754	,000	-,11520	-,06480
6,250%-48 Jam		,04650*	,00754	,000	,02130	,07170
12,500%-0 Jam		-,18700*	,00754	,000	-,21220	-,16180
12,500%-24 Jam		,03900*	,00754	,000	,01380	,06420
12,500%-48 Jam		,06850*	,00754	,000	,04330	,09370
6,250%-48 Jam		Kontrol-0 Jam	,19870*	,00754	,000	,17350
	Kontrol-24 Jam	-,07350*	,00754	,000	-,09870	-,04830
	Kontrol-48 Jam	-,20950*	,00754	,000	-,23470	-,18430
	3,125%-0 Jam	-,08950*	,00754	,000	-,11470	-,06430
	3,125%-24 Jam	-,04650*	,00754	,000	-,07170	-,02130
	3,125%-48 Jam	-,00950	,00754	,982	-,03470	,01570
	6,250%-0 Jam	-,13650*	,00754	,000	-,16170	-,11130
	6,250%-24 Jam	-,04650*	,00754	,000	-,07170	-,02130
	12,500%-0 Jam	-,23350*	,00754	,000	-,25870	-,20830
	12,500%-24 Jam	-,00750	,00754	,998	-,03270	,01770
	12,500%-48 Jam	,02200	,00754	,150	-,00320	,04720

## Uji Korelasi

## Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Nilai Absorban	,53615	,11027	120
Asam Laktat	,0072916	,0008977	80

## Correlations

		Nilai Absorban	Asam Laktat
Nilai Absorban	Pearson Correlation	1,000	,816**
	Sig. (2-tailed)	,	,000
	N	120	80
Asam Laktat	Pearson Correlation	,816**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,
	N	80	80

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 5. Foto Alat dan Bahan Penelitian



Keterangan:

1. Neraca
2. Beaker Glass
3. Bunsen
4. Stopwatch
5. Deck Glass dan Object Glass
6. Rak tabung reaksi
7. Syringe
8. Ose
9. Tabung reaksi



Keterangan:

1. Buret
2. PP
3. Pipet
4. Gelas ukur
5. Tabung Erlenmeyer
6. Labu ukur
7. Beaker Glass 100 ml
8. NaOH



Keterangan:

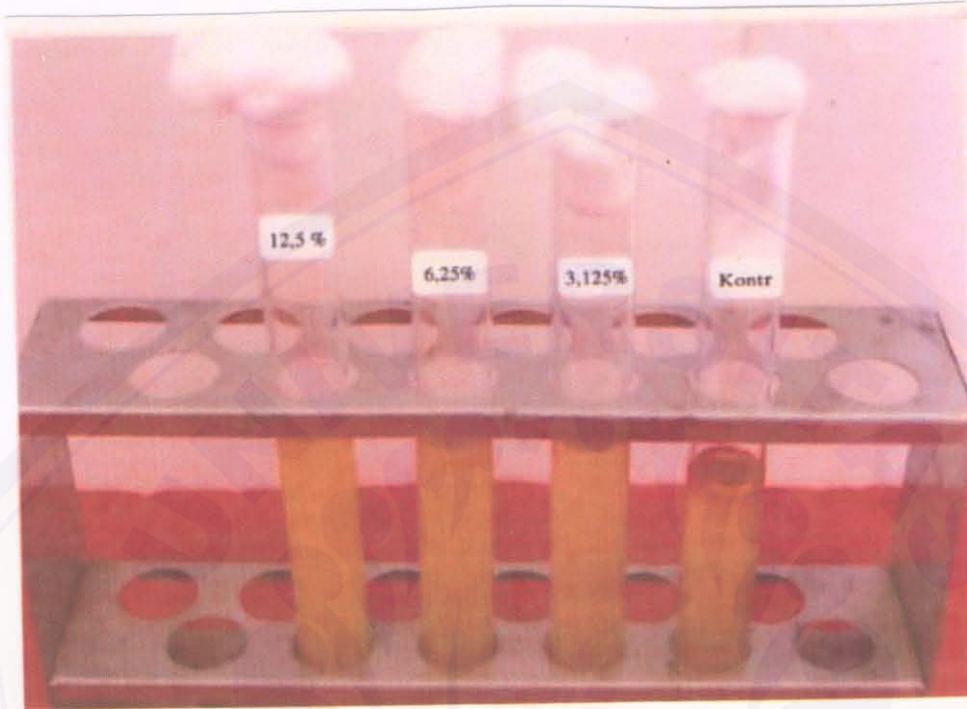
1. Aquadest steril
2. Suspensi *S. mutans*
3. Minyak emersi
4. BHI
5. Teh hijau kering
6. THB



Keterangan:

1. Gram A
2. Gram B
3. Gram C
4. Gram D

## Lampiran 6. Foto Hasil Penelitian

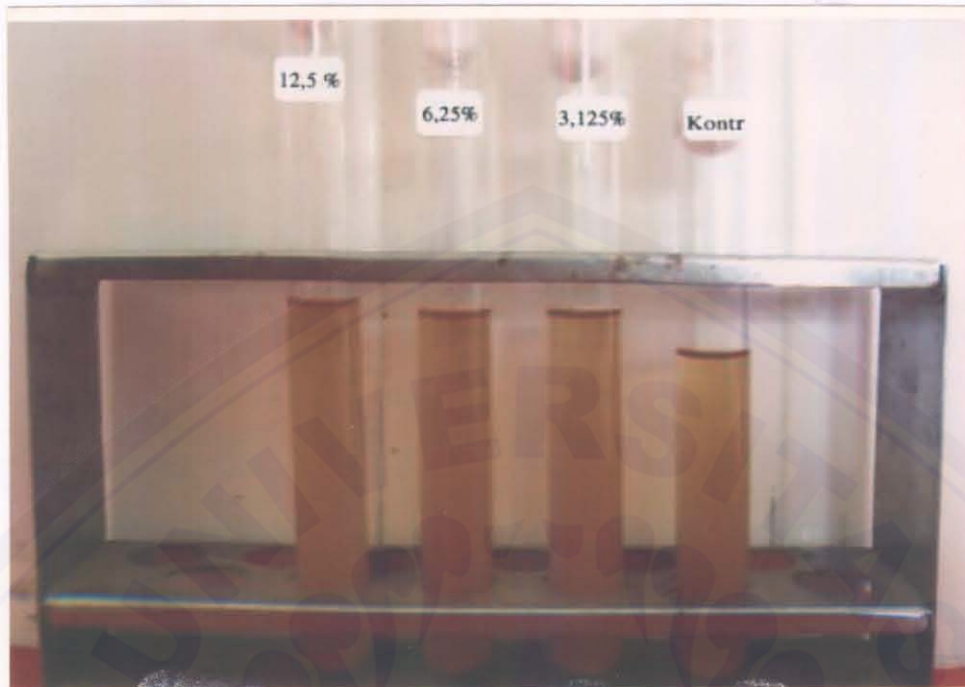


Pertumbuhan *Streptococcus mutans* dalam media THB dengan penambahan ekstrak teh hijau dan kontrol setelah diinkubasi 24 Jam

## Keterangan:

1. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB ditambah ekstrak teh hijau 12,5%
2. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB ditambah ekstrak teh hijau 6,25%
3. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB ditambah ekstrak teh hijau 3,125%
4. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB (Kontrol)

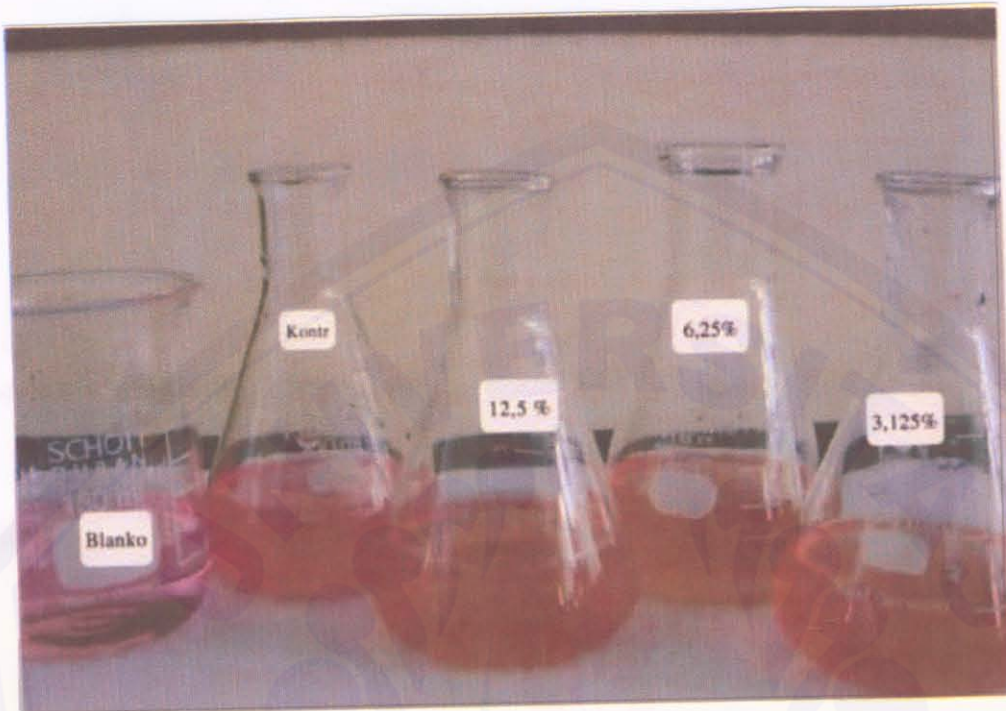




Keterangan **Digital Repository Universitas Jember**

1. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB ditambah ekstrak teh hijau 12,5%
2. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB ditambah ekstrak teh hijau 6,25%
3. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB ditambah ekstrak teh hijau 3,125%
4. Pertumbuhan *S. mutans* dalam media THB (Kontrol)





Hasil Titrasi produksi asam laktat setelah *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau dan kontrol setelah inkubasi 24 Jam

Keterangan:

1. Blanko
2. Hasil Titrasi produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB
3. Hasil Titrasi produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau 12,5%
4. Hasil Titrasi produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau 6,25%
5. Hasil Titrasi produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau 3,125%



Hasil Titration produksi asam laktat setelah *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau dan kontrol setelah inkubasi 48 Jam

Keterangan:

1. Blanko
2. Hasil Titration produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB
3. Hasil Titration produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau 12,5%
4. Hasil Titration produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau 6,25%
5. Hasil Titration produksi asam laktat pada *S. mutans* ditambah dalam media THB dan ditambah ekstrak teh hijau 3,125%