

- PHOSPATES

- STREPTOCOCCUS MUTANS

- BUFFERS

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

44
TKG 07/05
Sam
P

TESIS

PENGARUH FOSFAT TERHADAP MULTIPLIKASI STREPTOKOKUS MUTANS DAN pH MEDIA

Penelitian Eksperimental Laboratoris In Vitro



GALIH SAMPOERNO

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

2004

PENGARUH FOSFAT TERHADAP MULTIPLIKASI STREPTOKOKUS MUTANS DAN pH MEDIA

Penelitian Eksperimental Laboratoris In Vitro

T E S I S

**Untuk memperoleh Gelar Magister
Dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Gigi
Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga**

Oleh :

GALIH SAMPOERNO

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
S U R A B A Y A**

2004

Lembar Pengesahan

**TESIS INI TELAH DISETUJUI
TANGGAL 10 DESEMBER 2004**

Oleh :

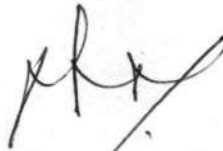
Pembimbing Ketua



Dr. Soetopo, drg., M.Sc.

NIP. 130 212 046

Pembimbing

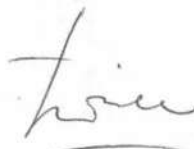


Markus Budi Rahardjo, drg., M.Kes.

NIP. 130 937 954

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Gigi
Program Pascasarjana Universitas Airlangga**



Dr. Trijoedani Widodo, drg., MS.

NIP. 130 368 691

PENETAPAN PANITIA PENGUJI

**TELAH DIUJI PADA
TANGGAL 10 DESEMBER 2004**

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. Dr. H. Ruslan Effendi, drg.,MS.

Anggota : 1. Dr. Soetopo, drg.,M.Sc.

2. Markus Budi Rahardjo, drg.,M.Kes.

3. Hanindio Soelarso, drg.,MS.

4. Rinna Erlyawati Santoso, drg.,MS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala rahmat dan karuniaNya yang dilimpahkan kepada saya selama mengikuti pendidikan program Magister hingga terselesaikannya tesis ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Dr. Soetopo, drg., MSc. selaku Pembimbing Ketua yang telah banyak meluangkan dan menyisihkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan dan membantu tesis ini dengan penuh perhatian dan kesabaran hingga terselesaikannya tesis ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Markus Budi Raharjo, drg., M.Kes. selaku Pembimbing yang telah banyak meluangkan dan menyisihkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan dan membantu tesis ini dengan penuh perhatian dan kesabaran hingga terselesaikannya tesis ini.

Dengan selesainya tesis ini, perkenankan saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Rektor Universitas Airlangga Prof. Dr. Med. H. Puruhito, dr, DTMH. Ph.D atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Magister pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Prof. Dr. Mohammad Amin, dr. atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti dan

menyelesaikan pendidikan Magister pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

- Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Prof. Dr. Mohamad Rubianto, drg., MS., Sp. Perio. atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Magister pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Gigi Program Pascasarjana Universitas Airlangga Dr. Trijoedani Widodo, drg., MS., Sp. KG. yang tidak henti-hentinya memberi pengarahan, nasehat serta semangat yang sangat berarti, sehingga dapat terselesaikannya pendidikan Magister saya pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Kepala Bagian Laboratorium Konservasi Gigi yang hingga pertengahan pendidikan dijabat Mohamad Rulianto, drg., MS., Sp. KG. yang kemudian dijabat Ahmad Sudirman, drg., MS., Sp. KG. atas ijin dan kesempatan yang diberikan untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Magister pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Teman-teman angkatan 2002 pendidikan Magister pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga yang telah memberi semangat dan bantuan selama mengikuti pendidikan.
- Teman-teman sejawat di Laboratorium Ilmu Konservasi Gigi Universitas Airlangga yang telah memberi semangat dan bantuan selama mengikuti pendidikan.

- Bapak dan Ibu serta Ayah dan Ibu mertua yang dengan tidak henti-hentinya telah membantu doa serta dorongan semangat demi terselesainya pendidikan saya, saya haturkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya.
- Istriku tercinta atas segala bantuan yang telah diberikan serta anak-anakku tersayang Hana dan Dana yang masih butuh banyak perhatian dan pengasuhan harus sering saya tinggalkan untuk keperluan belajar, saya sampaikan rasa terima kasih yang tidak terhingga.

Akhirnya kepada semua pihak, yang tidak dapat saya sebut satu per satu, yang telah membantu saya baik secara moril maupun materiil demi terselesainya pendidikan saya di Program Pascasarjana ini, saya ucapkan terima kasih dan mohon maaf apabila terdapat kesalahan. Semoga Allah SWT membalas budi dan amal baik kepada kita semua, amin.

Penulis

RINGKASAN

PENGARUH FOSFAT TERHADAP MULTIPLIKASI STREPTOKOKUS MUTANS DAN pH MEDIA

GALIH SAMPOERNO

Penyakit dapat terjadi dengan dua atau tiga kombinasi antara faktor genetik, faktor lingkungan dan faktor agen infeksi. Dalam bidang kedokteran gigi dua penyakit utama yaitu karies dan penyakit periodontal membutuhkan interaksi dari keseluruhan tiga faktor tersebut. Sejak erupsi, elemen-elemen gigi langsung berhubungan dengan saliva. Saliva termasuk dalam faktor host yang dianggap berperan dalam terjadinya karies gigi. Fosfat merupakan salah satu komponen anorganik dari saliva. Dalam suatu penelitian baik pada binatang coba maupun manusia, pemberian fosfat pada makanan tersebut menghasilkan penurunan karies yang signifikan. Fosfat dapat menurunkan atau mencegah karies gigi dengan mekanisme Peningkatan ion fosfat di dalam saliva dapat merubah keseimbangan penguraian hidroksiapatit untuk mendukung garam mineral dengan adanya asam, fosfat dapat bertindak sebagai buffer pada asam yang berasal dari bakteri dan Ion fosfat dapat menahan protein pelikel sehingga dapat merubah perlekatan bakteri. Bakteri yang paling sering dihubungkan dengan karies gigi adalah Streptokokus mutans. Lingkungan fisik dengan suhu, pH, gas-gas dan potensial reduksi oksidasi yang tepat sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan multiplikasi Streptokokus mutans dengan

penambahan fosfat pada media pertumbuhan dan mengetahui perbedaan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *The Post Test Only Controlles Group Design* untuk pengukuran nilai absorbance *Streptokokus mutans* dan *The Pre Test Post Test Controlles Group Design* untuk pengukuran pH media. Kelompok sampel dibedakan berdasarkan pemberian konsentrasi sodium dihidrogen fosfat yang berbeda pada media perbenihan *Streptokokus mutans*. Terdapat enam kelompok perlakuan dimana kelompok pertama dan kedua sebagai kontrol (-) dan (+), kelompok ketiga diberi sodium dihidrogen fosfat 0,5%, kelompok keempat diberi sodium dihidrogen fosfat 1%, kelompok kelima diberi sodium dihidrogen fosfat 1,5%, kelompok keenam diberi sodium dihidrogen fosfat 2%. Pengukuran multiplikasi *Streptokokus mutans* dengan teknik absorbance dengan mempergunakan spektrofotometer dan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* dengan pH meter.

Hasil menunjukkan bahwa ada penurunan multiplikasi *Streptokokus mutans* yang signifikan ($p < 0,05$) dengan penambahan fosfat dan ada penurunan pH media yang signifikan ($p < 0,05$) dengan penambahan fosfat pada media pertumbuhan *Streptokokus mutans*. Hal ini disebabkan karena fosfat mempunyai efek kapasitas bufer yang baik terhadap media pertumbuhan *Streptokokus mutans*, sehingga *Streptokokus mutans* tidak dapat bermultiplikasi dengan baik meskipun pada lingkungan dengan pH yang seharusnya menguntungkan untuk terjadi multiplikasi *Streptokokus mutans*.

SUMMARY

INFLUENCE OF PHOSPHATE IN MULTIPLICATION STREPTOCOCCUS MUTANS AND MEDIA pH

GALIH SAMPOERNO

The disease can be happened with two or three combination between genetic factor, environment factor and infection agent factor. In the dentistry, the two main diseases are caries and periodontal disease that need interaction from the whole of three factors following above. Since eruption, elements of the teeth have been connecting through with saliva. Saliva is included host factor in which is considered to perform in the process of caries. Phosphate is the one of component inorganic from the saliva. In the one of the good research to the animal or to the human, addition phosphate to the food that gives result, decline of the caries by significant. Phosphate can decrease and prevent caries of the teeth by mechanism. The increase of the ion phosphate in the saliva may shift the equilibrium dissociation of hydroxyapatite to favor the mineralized salt in the presence of acids, phosphate can act as a buffer to the bacterial acid and phosphate ion can desorbs pellicle protein, which may alter bacterial adherence. Bacteria that most often able to be connected with caries teeth with streptococcus mutants. Physical environment with temperature, pH, gases, and potential reduction oxidation exactly needs much of the growth of bacteria. The aim of this research is knowing the decline of multiplication streptococcus mutants with addition of phosphate

into media and knowing the difference pH media of the growth of streptococcus mutants with addition of phosphate.

The kind of this research is experiment of laboratories with design of research of *The Post Test Only Control Group Design* for measuring absorbance value and *The Pre Test Post Test Controlles Group Design* for measuring media pH. Sample groups are having deferential by giving concentration of sodium dehydrogenate phosphate that have different to the substratum media of streptococcus mutants (PHI). There is six groups where the first group and the second as control (-) and (+), the third group is filled sodium dehydrogenate phosphate 0, 5%, the fourth group is filled sodium dehydrogenate 1%, the fifth group is filled sodium dehydrogenate phosphate 1,5%, the sixth group is filled sodium dehydrogenate 2%. The multiplication measurement of streptococcus mutants with technique of absorbance by using spectrophotometer and media pH of the growth of streptococcus mutants with pH meter.

The result showed up that there is decline of multiplication streptococcus mutants which signification ($p < 0, 05$) with addition phosphate to the growth media of streptococcus mutants. This thing is caused as phosphate has capacities effect the good buffer to the growth media of streptococcus mutants, so that streptococcus mutants cannot have multiplication in good way although on that environment with pH that should be giving fortune to the process of multiplication streptococcus mutants.

ABSTRACT

INFLUENCE OF PHOSPHATE IN MULTIPLICATION STREPTOCOCCUS MUTANS AND MEDIA pH

GALIH SAMPOERNO

By signification Phosphate can avoid the process of caries of the teeth with the capability of the buffer capacity. The kind of the research is laboratories experiment in vitro. The aim of this research is to know the decline of multiplication of Streptococcus mutans with addition of phosphate and to know the increase media pH with addition of phosphate to the growth of media of Streptococcus mutans. The quantity of the sample 30 divided to six groups are control (-), control (+), phosphate 0,5%, phosphate 1%, phosphate 1,5% and phosphate 2%. The multiplication measurement of streptococcus mutants with technique of absorbance by using spectrophotometer and media pH of the growth of streptococcus mutants with pH meter. The result said that there is decline of Streptococcus mutans by signification ($p < 0,05$) with addition of phosphate and there is the decline of media pH by signification ($p < 0,05$) with addition of phosphate to the media of the growth of streptococcus mutans.

Key World : Phosphate, Streptococcus mutans, Buffer capacity, pH

DAFTAR ISI

	halaman
Sampul Depan.....	i
Sampul Dalam.....	ii
Prasyarat Gelar.....	iii
Persetujuan.....	iv
Penetapan panitia.....	v
Ucapan terima kasih.....	viii
Ringkasan.....	x
Summary.....	xii
Abstract.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	1
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Fosfat.....	8
2.2 Streptokokus Mutan.....	8
2.2.1 Pengertian Streptokokus Mutan.....	8
2.2.2 Klasifikasi Streptokokus Mutan.....	9
2.2.3 Morfologi Streptokokus Mutan.....	11
2.3 Saliva.....	11
2.3.1 Pengertian Saliva.....	12
2.3.2 Komposisi Saliva.....	14
2.3.3 Fungsi Saliva.....	14
2.3.4 Hubungan Saliva dengan Karies Gigi.....	16
2.3.5 pH dan Kapasitas Bufer.....	17
2.3.5 pH dan Kapasitas Bufer Saliva.....	18
2.4 Asam Laktat.....	19
2.4.1 Glikolisis.....	21
2.4.2 Produk Akhir Metabolisme.....	23
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....	23
3.1 Kerangka Konseptual.....	24
3.2 Hipotesis Penelitian.....	25
3.3 Skema Kerangka Konseptual.....	26
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN.....	26
4.1 Jenis Penelitian.....	26
4.2 Sampel Penelitian.....	26
4.3 Variabel Penelitian.....	26

4.3.1 Variabel Bebas.....	26
4.3.2 Variabel Tergantung.....	27
4.3.3 Variabel Terkendali.....	27
4.4 Definisi Operasional Variabel.....	27
4.5 Bahan Penelitian.....	28
4.6 Alat Penelitian.....	28
4.7 Lokasi Penelitian.....	28
4.8 Pembagian Kelompok Sampel.....	29
4.9 Prosedur Kerja.....	29
4.9.1 Pembuatan Media Perbenihan.....	29
4.9.2 Penanaman S. mutan Pada Media Perbenihan.....	30
4.9.3 Pengukuran nilai absorbance S. mutan.....	30
4.9.4 Pengukuran pH Media Perbenihan.....	30
4.10 Bagan Alur Penelitian.....	31
4.11 Analisis Statistik.....	31
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....	33
BAB 6 PEMBAHASAN.....	41
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
7.1 Kesimpulan.....	46
7.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

		halaman
Tabel 2.1.	Tingkat keasaman atau kebasahan dari beberapa senyawa fosfat.....	6
Tabel 2.2.	Klasifikasi Streptokokus mutans berdasar WHO (1999).....	8
Tabel 2.3.	Rata-rata komposisi saliva manusia dan nilai normal untuk plasma.....	13
Tabel 5.1.	Nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi nilai absorbance Streptokokus mutans.....	33
Tabel 5.2.	Nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi pH media sebelum penanaman Streptokokus mutans.....	34
Tabel 5.3.	Nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi pH media sesudah penanaman Streptokokus mutans.....	35
Tabel 5.4.	Nilai p hasil uji Kolmogorov Smirnov Test dan Levene Test pada masing-masing kelompok	36
Tabel 5.5.	Nilai p hasil uji Independent T Test antar kelompok pengukuran nilai absorbance Streptokokus mutans....	38
Tabel 5.6.	Nilai p hasil uji Paired T Test pada pH sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutans	39

DAFTAR GAMBAR

		halaman
Gambar 3.1.	Alur kerangka konseptual.....	25
Gambar 4.1.	Alur penelitian.....	31
Gambar 5.1.	Nilai rerata nilai absorbance kelompok kontrol (-), kontrol (+), fosfat 0,5%, fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2%.....	34
Gambar 5.2.	pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutans pada kelompok kontrol (-), kontrol (+), fosfat 0,5%, fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2%	40

DAFTAR LAMPIRAN

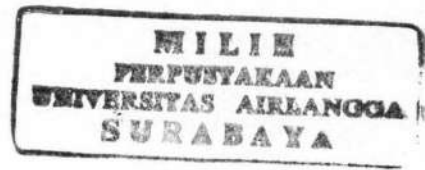
	halaman
Lampiran 1 : Data hasil penelitian nilai absorbance Streptokokus mutans dan pH media pertumbuhan Streptokokus mutans.....	49
Lampiran 2 : Hasil uji normalitas dengan uji <i>Kolmogorov Smirnov Test</i> untuk nilai absorbance dan pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutnas.....	50
Lampiran 3 : Hasil uji <i>Levene Test</i> nilai absorbance Streptokokus mutans.....	53
Lampiran 4 : Hasil uji Independent T Test antar kelompok perlakuan pada kelompok pengukuran nilai absorbance Streptokokus mutans.....	54
Lampiran 5 : Hasil uji Paired T Test pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutnas.....	69
Lampiran 6 : Perhitungan besar sampel penelitian.....	75

BAB 1

PENDAHULUAN

TESIS

BAB 1
PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Penyakit dapat terjadi dengan dua atau tiga kombinasi antara faktor genetik, faktor lingkungan dan faktor agen infeksi. Dalam bidang kedokteran gigi dua penyakit utama yaitu karies dan penyakit periodontal membutuhkan interaksi dari keseluruhan tiga faktor tersebut (Andersen 2001). Penyebab dari karies gigi sangatlah kompleks dan merupakan interaksi antara faktor host, faktor diet dan faktor bakteri (Willett dan Rosen, 1991). Menurut Krasse (1985) untuk terjadinya karies gigi diperlukan tiga faktor utama dari host, bakteri dan diet yang tidak hanya harus ada tetapi juga harus berinteraksi.

Sejak erupsi, gigi langsung berhubungan dengan saliva (Amerongen, 1991). Saliva termasuk dalam faktor host yang dianggap berperan dalam terjadinya karies gigi (Willett dan Rosen, 1991). Jumlah dan susunan saliva sangat menentukan bagi kesehatan mulut. Terutama ditinjau dari sudut patologi mulut, cairan mulut sangat penting bertalian dengan proses biologis yang terjadi di dalam rongga mulut (Amerongen, 1991). Saliva dan bakteri rongga mulut merupakan faktor utama yang menentukan kesehatan rongga mulut (Wang, et al, 2001).

Fosfat merupakan salah satu komponen anorganik dari saliva. Besarnya kalsium dan fosfat dalam saliva adalah penting untuk proses remineralisasi email dan berperan pada pembentukan karang gigi pada plak

bakteri (Amerongen, 1991). Fosfat merupakan substansi yang memberikan kontribusi pada kapasitas buffer saliva (Roth dan Calmes, 1981). Menurut Wei (1995) kapasitas buffer saliva merupakan salah satu bagian dari *hypothetical formula caries expression*. Fosfat inorganik dari saliva mempunyai beberapa fungsi biologis yang penting, lebih penting dipandang dari sudut kariologi dimana fosfat memberikan kontribusi pada daya larut terhadap kalsium fosfat dan berperan dalam perawatan struktur gigi (Thylstrup dan Fejerskov, 1994).

Dalam suatu penelitian pada binatang coba, pemberian fosfat pada makanan binatang tersebut menghasilkan penurunan karies yang signifikan (Lilienthal, 1976 cit. Wei, 1995), dan dipercaya bahwa fosfat mempunyai efek kariostatik secara lokal dari pada jalur sistemik (Wei, 1995). Penelitian pertama pada manusia dilakukan di Stralfors Swedia dengan menambahkan 2% dikalsium fosfat suplemen pada roti dan gula. Setelah satu tahun ternyata dapat menurunkan 50% insidensi karies gigi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Di Sidney, Australia penambahan 1% kalsium sukrosa fosfat pada gula, sirup, madu, biskuit dan permen dapat menurunkan 25% total karies dibandingkan kelompok kontrol setelah satu tahun. Penambahan 225 mg dikalsium fosfat pada permen karet yang dikunyah lima kali sehari selama 20 menit ternyata dapat menurunkan 20% karies gigi dibandingkan dengan kelompok kontrol selama 30 bulan. Pada penelitian dengan menambahkan 1% sodium dihidrogen fosfat pada sereal dapat menurunkan 20%-50% karies gigi dibandingkan dengan kelompok kontrol (Nizel, 1972).

Fosfat dapat menurunkan atau mencegah karies gigi dengan mekanisme :

1. Efek buffer atau alkali saliva dan pH plak.
2. Biasanya ion atau massa mempunyai efek dengan membuat konsentrasi ion fosfat yang tinggi di dalam rongga mulut yang pada gilirannya mencegah larutnya fosfat dari gigi (Nizel, 1972).

Sedangkan Nisengard dan Newman (1994) mengajukan beberapa mekanisme fosfat sebagai aktifitas antikaries sebagai berikut :

1. Peningkatan ion fosfat di dalam saliva dapat merubah keseimbangan penguraian hidroksiapatit untuk mendukung garam mineral dengan adanya asam.
2. Fosfat dapat bertindak sebagai buffer pada asam yang berasal dari bakteri.
3. Ion fosfat dapat menahan protein pelikel sehingga mempengaruhi perlekatan bakteri.

Secara umum ada tiga kelompok klasifikasi bakteri yang merupakan faktor agen infeksi yang berhubungan dengan karies gigi yaitu : Streptokokus mutans, Laktobaksili dan spesies Aktinomises. Bakteri yang paling sering dihubungkan dengan karies gigi adalah Streptokokus mutans. Streptokokus mutans telah terlibat sebagai agen penyebab utama dari karies gigi pada manusia dan binatang percobaan (Yuehuei dan Friedman, 2000). Kelompok bakteri ini secara konsisten tumbuh dalam proporsi yang lebih besar dalam flora bakteri saliva dari orang dengan karies aktif (Andersen, 2001).

Streptokokus mutans merupakan bakteri yang sangat asidogenik sehingga mampu menghasilkan asam dengan kecepatan tinggi yang dapat menyebabkan demineralisasi hidroksiapatit (Slots dan Taubman, 1992). Pada survey epidemiologi baik cross-sectional maupun longitudinal mengimplikasikan bahwa Streptokokus mutans merupakan penyebab karies gigi pada manusia. Lactobacilli dan Streptococci mendapatkan energi dari jalur glikolitik sehingga dapat memproduksi asam laktat sebagai produk akhirnya. Asam organik lain dibentuk dalam plak gigi seperti asam format dan asam piruvat, tetapi asam laktat merupakan penyebab utama pada proses dekalsifikasi enamel gigi (Willett dan Rosen, 1991).

Lingkungan fisik dengan suhu, pH, gas-gas dan potensial reduksi oksidasi yang tepat sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri (Willett dan Rosen, 1991). Derajat keasaman atau kebasahan (yang ditunjukkan dengan pH) dari medium pada pertumbuhan bakteri mempengaruhi pertumbuhan dan karakteristik seluler yang lain dari bakteri (Nolte, 1982). Konsentrasi pH dan suhu pada medium dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produk akhir dari aktivitas bakteri (Melville, 1981).

Dari latar belakang tersebut, maka akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh fosfat terhadap multiplikasi Streptokokus mutans dan pH media.

1.2. Rumusan Masalah

- Apakah terdapat perbedaan multiplikasi *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.
- Apakah terdapat perbedaan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.

1.3. Tujuan Penelitian

- Mengetahui perbedaan multiplikasi *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.
- Mengetahui perbedaan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.

1.4. Manfaat Penelitian

- Dapat diketahui perbedaan multiplikasi *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.
- Dapat diketahui perbedaan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.
- Penambahan fosfat dapat dipakai sebagai pencegahan atau menurunkan insidensi karies gigi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

TESIS

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fosfat

Fosfat merupakan salah satu komponen anorganik dari saliva. Besarnya kalsium dan fosfat dalam saliva adalah penting untuk proses remineralisasi email dan berperan pada pembentukan karang gigi pada plak bakteri (Amerogen, 1991). Fosfat merupakan substansi yang memberikan kontribusi pada kapasitas buffer saliva (Roth dan Calmes, 1981). Menurut Wei (1995) kapasitas buffer saliva merupakan salah satu bagian dari *hypothetical formula caries expression*. Fosfat inorganik dari saliva mempunyai beberapa fungsi biologis yang penting, lebih penting dipandang dari sudut cariology dimana fosfat memberikan kontribusi pada daya larut terhadap kalsium fosfat dan berperan dalam perawatan struktur gigi (Thylstrup dan Fejerskov, 1994).

Fosfat inorganik ditemukan didalam saliva dalam bentuk asam fosfat H_3PO_4 dan ion fosfat inorganik yang terdiri dari ion fosfat primer (H_2PO_4), sekunder (HPO_4) dan tersier (PO_4). Tingkat keasaman atau kebasahan dari beberapa senyawa fosfat dapat kita lihat pada tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1. Tingkat keasaman atau kebasahan dari beberapa senyawa fosfat

Senyawa fosfat	Keasaman	Kebasaan
H_3PO_4	Asam	Basa <<<
NaH_2PO_4	Asam <	Basa <<
Na_2HPO_4	Asam <<	Basa <
Na_3PO_4	Asam <<<	Basa

Konsentrasi ion ini tergantung pada pH saliva. Jumlah dari ion dan molekul ini merupakan total keseluruhan konsentrasi fosfat yang telah dilakukan pengukuran di laboratorium. Konsentrasi tersier ion berkurang jika terjadi penurunan pH, secara tidak langsung ion hasil dari hidroksiapatit menurun bersamaan dengan penurunan pH, dimana fenomena ini adalah penyebab utama dari demineralisasi gigi. Kandungan dari ion fosfat organik di dalam saliva merupakan prasyarat untuk stabilisasi dari mineral-mineral gigi di dalam lingkungan rongga mulut seperti kalsium (Thylstrup dan Fejerskov, 1994).

Konsentrasi total fosfat organik menurun dengan peningkatan flow saliva. Pada saliva yang tidak dirangsang konsentrasinya sekitar 5 mM, tetapi variasinya cukup besar. Setelah dirangsang konsentrasinya menurun 2-3 mM atau kurang. Seperti halnya kalsium, terdapat perbedaan ekskresi fosfat pada kelenjar yang berbeda, dimana konsentrasi fosfat dari kelenjar submandibularis hanya sekitar sepertiga dari kelenjar parotis, tetapi itu enam kali lebih besar dari kelenjar mukous minor (kelenjar yang dekat permukaan gigi). Oleh karena itu diasumsikan bahwa konsentrasi fosfat inorganik menunjukkan variasi yang besar di dalam lingkungan mikro. Nilai puncak fosfat biasanya 50% lebih tinggi dari nilai minimumnya. Lebih jauh lagi, nilai puncak fosfat wanita pada waktu permulaan ovulasi, ini menandakan bahwa hormonal mempengaruhi ekskresi fosfat melalui kelenjar saliva. Sekitar 10% - 25% fosfat inorganik tergantung pada pH (Thystrup dan Fejerskov, 1994).

Asam pada plak gigi bertanggung jawab terjadinya lesi karies. PH 5,5 merupakan pH kritis dan mempercepat terjadinya dekalsifikasi enamel. Dengan peningkatan konsentrasi ion hidrogen dalam plak dan lebih banyak ion fosfat (dalam bentuk HPO_4^{2-} dan H_2PO_4^-) akan menyebabkan fase apatit yang solit (Willett dan Rosen, 1991).

2.2 Streptokokus mutans

2.2.1. Pengertian Streptokokus mutans

Streptokokus mutans adalah bersifat fakultatif anaerob, bakteri asidogenik nonhaemolitik, memproduksi polisakarida baik intraseluler maupun ekstraseluler. Bakteri ini menurut dalil Koch adalah penyebab dari karies gigi (Lehner, 1992).

2.2.2. Klasifikasi Streptokokus mutans

Streptokokus mutans dikelompokkan menjadi tujuh serotip (a-g) dengan teknik pengendapan dan imunofluoresen (Lehner, 1992). Menurut Slots dan Taubman (1992), Streptokokus mutans berdasarkan heterogen genetik dibagi dalam lima spesies yaitu : cricetus, ferus, mutans, rattus dan sobrinus. Sedangkan menurut WHO (1999), Streptokokus mutans digolongkan menjadi delapan serotipe yang dapat kita lihat pada Tabel 2.1. di halaman berikutnya.

Tabel 2.2. Klasifikasi *Streptokokus mutans* berdasarkan WHO (1999).

Streptokokus mutans		
Spesies	Serotype	Host
<i>S. mutans</i>	c,e,f	Manusia
<i>S. Sobrinus</i>	D,g	Manusia
<i>S. Cricetus</i>	A	Manusia dan binatang
<i>S. Ferus</i>	-	Tikus
<i>S. rattus</i>	B	Manusia dan tikus
<i>S. macaeae</i>	-	Kera
<i>S. downei</i>	H	Kera

Dimana jenis yang terbanyak pada plak adalah *Streptokokus mutans* (serotype c, e dan f) yang berhubungan dengan segala macam karies, sedangkan populasi yang terbanyak kedua adalah *Streptokokus sobrinus* (serotype d dan g).

2.2.3. Morfologi *Streptokokus mutans*

Sel *Streptokokus mutans* diameternya 0,5 – 0,75 μm kadang memanjang menjadi tangkai pendek, terjadi berpasangan atau rantai pendek. Pada blood agar koloninya 0,5 – 1 mm biasanya berwarna abu-abu transparan sampai putih, dan sirkuler atau nonsirkuler, kadang permukaan yang kasar, dan mungkin melekat pada agar. *Streptokokus mutans* biasanya α -hemolitik atau nonhemolitik, tetapi ada juga strains β -hemolitik. *Streptokokus mutans* membentuk polisakarida ekstraseluler, buram, kasar kolonisasi dengan warna putih, biasanya tidak melekat kuat pada agar dan kadang-kadang mengelilingi polimer glukon yang basah (Slots dan Taubman, 1992).

Streptokokus yang menyebabkan karies gigi diantaranya adalah Streptokokus mutans dan Streptokokus salivarius yang mensekresi heksosiltransferase lain, yang mengubah sakarose menjadi pofruktose (Laevanen). Polisakarida ini melekat erat pada permukaan gigi, dan merupakan matriks yang didalamnya akan tertimbun dengan produk-produk fermentasi Streptokokus terutama asam laktat (Schlegel, 1985).

Streptokokus mutans termasuk fakultatif anaerob, tetapi pertumbuhan optimalnya didapatkan secara anaerob dan menurut Willett (1991) Streptokokus mutans lebih aktif pada pH 5 dari pada pH 7. Beberapa strainnya adalah capnophilic. Fermentasi homolaktik dari glukose menghasilkan asam laktat (tanpa gas). Streptokokus mutans membentuk polisakarida ekstraseluler dari sukrosa melalui dua enzim yaitu glukosiltransferase dan fruktosiltransferase. Sukrose adalah disakarida yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Glukosiltransferase memecah sukrosa, mengikat molekul glukosa untuk membentuk glukans (dextrans) dengan fermentasi molekul fruktosa. Friktans (levans) dibentuk melalui fruktosiltransferase dengan fermentasi bagian dari glukosa. Kebanyakan strain dari Streptokokus mutans juga mengumpulkan polisakarida intraseluler (Slots dan Taubman, 1992).

Dua media selektif yang paling sering dipergunakan adalah Mitis Salivarius Agar (MSA) dan TYC agar. Keduanya mengandung sukrosa 5% dan menyebabkan differensiasi dari spesies Streptokokus

mutans dengan membuat morfologi koloni. Agen selektif di dalam Mitis Salivarius Agar adalah potassium tellurite (Slots dan Taubman, 1992). *Streptokokus mutans* ditemukan didalam plak dari gigi karies dan biasanya tidak dapat diisolasi pada gigi yang tidak karies. Bakteri ini dapat tumbuh pada kultur murni (Lehner, 1992).

Gigi dan rongga mulut manusia merupakan habitat utama untuk *Streptokokus mutans*, yang mana menyesuaikan diri untuk kolonisasi pada permukaan gigi yang halus. *Streptokokus mutans* tidak ditemukan pada orang yang edentulous, tetapi dapat terjadi kolonisasi pada gigi palsu. Semua serotipe dalam grup *Streptokokus mutans* adalah kariogenik pada percobaan binatang dan dianggap penyebab utama karies pada manusia. *Streptokokus mutans* dapat juga terlibat pada infeksi endokarditis. Kolonisasi dan kariogenik kebanyakan ditemukan oleh produksi dari polisakarida ekstraseluler, yang langsung berhubungan dengan jumlah bahan sukrosa makanan host yang masuk (Slots dan Taubman, 1992).

2.3. Saliva

2.3.1. Pengertian Saliva

Saliva atau ludah adalah cairan yang terdapat di dalam rongga mulut yang memiliki komposisi dan fungsi yang bermacam-macam. Cairan ini dihasilkan oleh tiga macam kelenjar ludah mayor yaitu kelenjar parotis, kelenjar submaksilaris dan beberapa kelenjar ludah



minor yang terdapat pada daerah labial, sublingual, palatal, glossopalatal dan lingual (Grand, et al, 1979).

Saliva juga merupakan cairan yang disekresi oleh kelenjar saliva ke rongga mulut dan disebarkan dari peredaran darah melalui celah diantara permukaan gigi dan gusi yang disebut sulkus gingiva (Amerongen, 1988).

Menurut Scannapieco (1994), saliva adalah regulator yang penting pada flora bakteri rongga mulut. Aliran saliva dan kepadatan populasi bakteri rongga mulut berubah pada waktu siang. Aliran saliva yang paling besar terjadi pada waktu terjaga karena stimulasi makanan yang berulang-ulang, dan tampaknya sifat-sifat pada waktu malam berbeda dengan sifat saliva pada waktu siang.

Aliran yang terus menerus dari saliva tanpa stimulasi, yaitu aliran dalam keadaan istirahat, menunjukkan rata-rata 19 ml per jam. Jumlah ini dapat meningkat karena rangsangan psikis dan adanya makanan dalam mulut (misalnya pada waktu pengunyahan). Terdapat variasi yang sangat besar dalam keadaan istirahat pada masing-masing orang (0,5 – 111 ml per jam) terutama pada saat tidur jumlah sekresi saliva sangat minimal (Nolte, 1982 : Lehner, 1995).

2.3.2. Komposisi Saliva

Menurut Edgar dan O'Mullane (1990) komposisi saliva bervariasi karena dipengaruhi banyak faktor termasuk jenis kelenjar dimana saliva tersebut diproduksi. Komposisi saliva secara

keseluruhan adalah penting untuk diketahui karena secara tetap cairan saliva ini membasahi gigi. Rata-rata komposisi saliva secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.3. Rata-rata komposisi saliva manusia dan nilai normal untuk plasma

		Tidak Dirangsang (%)	Dirangsang (%)
Air		99,4	99,5
Bahan padat		0,6	0,5
Gaya berat	1,002 – 1,008		
Khusus			
Rerata pH	6,7		
Kisaran pH	6,2 – 7,6		
		Saliva (mM)	Plasma (mM)
Inorganik	Ca ²⁺	1-2	2,5
	Mg ²⁺	0,2-0,5	1,0
	Na ⁺	6,26	140
	K ⁺	14-32	4
	NH ₄ ⁺	1-7	0,03
	H ₂ PO ₄ ⁻ & HPO ₄ ²⁻	2-23	2
	Cl ⁻	17-29	103
	HCO ₃ ⁻	2-30	27
	F ⁻	0,0005-0,005	0,001
	SN ⁻	0,1-2,0	-
Organik	Urea (dewasa)	2-6	5
	Urea(anak)	1-2	-
	Asam urat	0,2	3
	Asam amino (bebas)	1-2	2
	Glukosa (bebas)	0,05	5
	Laktat	0,1	1
	Asam lemak	10	3000
Makro molekul	Protein	1400-2000	70000
	Glikoprotein gula	110-300	1400
	Amilase	380	-
	Lisosim	109	-

Peroksidase	3	-
IgA	194	1300
IgG	14	13000
IgM	2	1000
Lemak	20-30	5500

Komposisi saliva menurut Nolte (1982), adalah :

- Bakteri
- Enzym
- Hasil metabolisme
- Leukosit
- Enzym dari jaringan
- Sekresi dari mukosa
- Cairan gingival
- Sisa makanan

Saliva mengandung mucin yang berfungsi untuk melicinkan saliva. Mucin terdiri dari karbohidrat dan asam amino. Hal inilah yang memungkinkan adanya makanan bagi bakteri (Nolte, 1982).

2.3.3. Fungsi Saliva

Fungsi saliva menurut Lehner (1995) antara lain :

- Mencegah infeksi bakteri pada mukosa karena mengandung IgA sekretori
- Dapat mencegah perlekatan bakteri dengan permukaan mukosa

Sedangkan menurut Houwink (1984) fungsi saliva adalah :

- Antimikroba

- Mempunyai kapasitas bufer yang dapat mempertahankan pH
- Membantu proses pencernaan

2.3.4. Hubungan Saliva Dengan Karies Gigi

Sejak erupsi, elemen-elemen gigi langsung berhubungan dengan saliva (Amerongen, 1991). Saliva termasuk dalam faktor host yang dianggap berperan dalam terjadinya karies gigi (Willett dan Rosen, 1991). Jumlah dan susunan saliva sangat menentukan bagi kesehatan mulut. Terutama ditinjau dari sudut patologi mulut, cairan mulut sangat penting bertalian dengan proses biologis yang terjadi di dalam rongga mulut (Amerongen, 1991).

Saliva sangat penting pengaruhnya dalam endapan bakteri pada permukaan gigi, baik adhesi, kohesi dan agregasinya. Bakteri menumpuk di dalam saliva akan sering tertelan akan tetapi adhesi bakteri pada permukaan gigi mungkin juga meningkat bila permukaan gigi sudah dilapisi saliva (Melville, 1981).

Individu dengan aliran saliva yang rendah akan mempunyai pH saliva yang lebih asam, dan pengendapan bahan-bahan yang bersifat asam akan lebih mudah terjadi dari pada individu dengan aliran saliva yang lebih tinggi dan pH yang netral. Pengendapan protein saliva menjadi hidroksiapatit dan pengumpulan plak bakteri juga mudah pada pH asam. Karena peningkatan bakteri asidogenik dapat meningkatkan pembentukan dan keasaman plak. Hal ini dapat menjelaskan bahwa individu dengan karies aktif mempunyai bakteri

asidogenik dan plak yang lebih banyak dari pada individu yang tidak berkaries. Saliva mengandung mucin yang dapat memungkinkan sebagai perlekatan bakteri karena mengandung nutrisi bagi bakteri (Nolte, 1982).

Saliva adalah media pertumbuhan dan aktivitas plak. Saliva berperan pada terbentuknya karies gigi karena saliva mempengaruhi plak dan metabolismenya. Sifat-sifat saliva yang mempengaruhi aktivitas karies antara lain :

- Pengurangan sekresi saliva dalam jumlah besar dapat meningkatkan terjadinya karies bila ditunjang oleh konsumsi makanan yang kariogenik.
- Selama tidur
- Sekresi saliva berkurang banyak dan hal ini menyebabkan gigi lebih mudah terserang karies
- Kapasitas bufer saliva menetralkan asam yang terbentuk dalam plak yang dapat mencegah terjadinya kerusakan gigi.

Kapasitas bufer saliva berhubungan dengan sekresi saliva yang tinggi dan aktivitas karies yang rendah (Cawson, 1991).

2.3.5. pH dan Kapasitas Bufer

Dapar atau bufer adalah senyawa-senyawa atau campuran senyawa yang dapat meniadakan perubahan pH terhadap penambahan sedikit asam atau basa. Peniadaan perubahan pH tersebut dikenal dengan aksi dapar atau aksi bufer. Bila ke dalam air

atau larutan natrium klorida ditambahkan sedikit asam atau basa kuat, pH larutan akan berubah. Sistem semacam ini dikatakan tidak beraksi dapar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pH larutan dapar antara lain penambahan garam-garam netral ke dalam larutan dapat mengubah pH larutan dengan berubahnya kekuatan ion. Perubahan kekuatan ion dapat pula disebabkan oleh pengenceran. Temperatur juga berpengaruh terhadap larutan-larutan dapar. Kolthoff dan tekelenburg menyatakan istilah koefisien temperatur pH yaitu perubahan pH akibat pengaruh temperatur. Larutan obat yang merupakan larutan elektrolit lemah juga dapat memperlihatkan kerja seperti dapar. Larutan indikator dapat dikatakan sebagai suatu asam lemah atau basa lemah yang dapat bertindak seperti dapar dan menghasilkan perubahan warna karena derajat disosiasinya berubah sesuai dengan perubahan pH.

2.3.6. pH dan Kapasitas Bufer Saliva

Derajat keasaman suatu larutan dinyatakan dengan pH. pH adalah logaritme negatif konsentrasi H^+ . Derajat keasaman atau pH suatu cairan fisiologis (saliva) adalah penting (Amerongen, 1991). Konsentrasi hidrogen di dalam cairan mulut dianggap sebagai "master variable" sejak pH mempengaruhi kebanyakan reaksi kimia yang terjadi di dalam rongga mulut (Thylstrup dan Fejerskov, 1994). pH merupakan salah satu lingkungan fisik yang dibutuhkan untuk

pertumbuhan bakteri selain suhu, beberapa gas dan potensial reduksi oksidasi (Willett dan Rosen, 1991).

pH dari mukosa rongga mulut dan jaringan mineralisasi dikendalikan oleh aliran saliva dan kapasitas bufer (Willett dan Rosen, 1991). Nilai pH saliva akan tergantung pada banyak faktor, dimana yang paling penting adalah bentuk dan jumlah lapisan asam, kemampuan bufer saliva (Thylstrup dan Fejerskov, 1994).

Kapasitas bufer suatu larutan adalah ukuran perubahan pH di daerah bufer oleh penambahan jumlah tertentu asam atau basa (Amerongen, 1991). Menurut Ramali (1990) bufer adalah zat yang mencegah perubahan kadar ion hidrogen bila ditambahkan pada suatu larutan. Kapasitas bufer saliva penting sekali pengaruhnya terhadap pH saliva dimana pengaruh bufer saliva dapat menekan naik turunnya derajat asam (pH) saliva sehingga proses dekalsifikasi gigi dapat dihambat (Amerongen, 1991).

Kapasitas bufer ludah yang dirangsang terutama 85% ditentukan oleh konsentrasi bikarbonat, untuk 14% ditentukan oleh konsentrasi fosfat dan 1% ditentukan oleh protein ludah (Amerongen, 1991). Fosfat inorganik memberikan kontribusi yang luas pada kapasitas bufer saliva pada laju aliran saliva rendah (Thylstrup dan Fejerskov, 1994). Fosfat terdapat didalam saliva yang dapat bertindak sebagai buffer (Nisengard dan Newman, 1994). Sistem bufer terpenting di dalam ludah adalah sistem bikarbonat dan sistem fosfat, dimana kedua sistem tersebut mempunyai pengaruh

bufer besar di dalam cairan fisiologis dengan pH 7,4 (Amerongen, 1991).

2.4. Asam Laktat

Streptokokus adalah bakteri asidogenik yang membuat asam laktat dari glukosa. Dengan adanya glukosa, lebih dari 80% glukosa yang dikonsumsi dengan cepat dikatabolisme menjadi asam laktat. Reaksi ini mendefinisikannya, seperti streptokokus lainnya, sebagai homofermentatif (hasil akhir produksinya adalah asam) dan mereka diindikasikan kuat menggunakan jalur Embden-Meyerhof atau jalur glikolisis (Slots dan Taubman, 1992).

Sejumlah kecil hasil akhir dari proses glikolisis adalah asam asetat, asam format dan asam monokarboksilat, etanol dan aseton khususnya pada pH pertengahan atau alkali, dimana hasil-hasil akhir itu meningkat, justru asam laktat menurun pada pH alkali dan keadaan dengan pembatasan karbohidrat atau makanan lain pada bakteri ini. Pada keadaan tersebut bakteri ini tidak tumbuh banyak (Sloth dan Taubman, 1992).

Asam laktat yang diproduksi adalah penting untuk virulensi. Kurangnya laktat dehidrogenase dari streptokokus rattus pada percobaan binatang menyebabkan tidak ada asam laktat pada plak yang dapat merusak gigi meskipun terjadi infeksi pada binatang coba tersebut. Lemahnya asidogenik mutans dari Streptokokus mutans dan Streptokokus ferus menyebabkan lemahnya daya kariogenik. Laktat asidogenik nyata-nyata

merupakan asam yang paling potent sebagai penyebab demineralisasi gigi (Slots dan Taubman, 1992).

Polisakarida intraselluler dipakai oleh *Streptokokus mutans* sebagai sumber dan metabolisme dengan bentukan utamanya adalah asam laktat. *Streptokokus mutans* juga dapat memetabolisme levan ekstraseluler menjadi asam laktat ketika sukrose eksogen atau gula sederhana lainnya tidak ada. (Nolte, 1982).

2.4.1. Glikolisis

Banyak bakteri mulut, termasuk *Streptokokus*, akan mempergunakan bentukan glukosa 6-P melalui transport jalur Embden-Meyer-hof glikolisis. Tujuan utama jalur glikolisis adalah pembentukan energi dan prekursor untuk sintesis bahan-bahan seluler. Meskipun jalur Embden-Meyer-hof merupakan rute utama untuk pembentukan energi, banyak bakteri juga mempunyai jalur reaksi pentosa fosfat untuk tujuan pembentukan prekursor seluler, seperti ribose 5-P dan penurunan tenaga untuk reaksi biosintesis (NADPH) (Thylstrup dan Fajerskov, 1994).

Dari *Streptokokus* rongga mulut, *Streptokokus mutans* dan *Streptokokus salivarius*, tidak mempunyai bagian oksidatif dari jalur pentosa fosfat dan membentuk NADPH melalui NADPH-tergantung gliseraldehid 3-P dehidrogenase khusus yang mengoksidasi gliseraldehid 3-P menjadi 3-P gliserat (Thylstrup dan Fejerskov, 1994).

Pemecahan glukosa dalam jalur glikolisis menyediakan energi dalam bentuk ATP, atau semacam ATP, melalui fosforilasi tingkat substrat atau fosforilasi transport elektron. Dalam fosforilasi tingkat substrat, bentukan senyawa kaya energi dalam jalur ini dipakai sebagai substrat oleh kinasis dengan bentukan ATP. Fosforilasi transport elektron, dilain pihak merupakan suatu kejadian yang pada akhirnya menghemat energi dalam bentuk peningkatan proton elektrokimia melewati membran sel dan energi ini dapat menggerakkan sintesis ATP. Kejadian ini melalui NAD atau flavoprotein dan molekul pembawa elektron ke terminal penerima elektron, seperti oksigen, nitrat dan fumarat. Perpindahan elektron menghasilkan pengeluaran proton dari sel membuat peningkatan konsentrasi proton (bagian dalam alkali) dan perubahan elektrikal yang berbeda (bagian dalam negatif) melewati membran. Penghematan energi, yang disebut kekuatan pengerak proton dapat dipakai hanya untuk pembentukan ATP, tetapi juga untuk pengerak dan penyediaan energi untuk proses transport sel yang bermacam-macam (Thyltrup dan Fejerskov, 1994).

2.4.2. Produk Akhir Metabolisme

Penghancuran glukosa menjadi piruvat dalam jalur glikolisis menghasilkan bentukan dari dua molekul NADH_2 per molekul glukosa yang terdegradasi. Untuk berlangsungnya fungsi glikolisis, NADH_2 ini harus dioksidasi menjadi NAD untuk mempertahankan

keseimbangan penurunan oksidasi sel. Untuk tujuan ini, bakteri mempunyai sistem yang beraneka ragam untuk perubahan piruvat yang mempunyai bermacam-macam tipe bakteri, jumlah dan jenis gula, sebaik adanya oksigen dan karbon dioksida. Pada tingkat gula yang tinggi, bentukan asam laktat dari piruvat oleh laktatdehidrogenase adalah jalur penting dalam streptokokus, laktobasilus, aktinomises dan bifidobakteria (Thylstrup dan Fejerskov, 1994).

Dengan tingkat gula yang rendah, dipilih jalur perubahan piruvat yang lain. Dibawah keadaan anaerob, streptokokus, laktobasilus dan aktinimises mempergunakan jalur piruvat formatilase dan membentuk asam formik, asam asetik dan etanol sebagai hasil akhirnya (Thyldtrup dan Fejerskov, 1994).

BAB 3
KERANGKA KONSEPTUAL
DAN HIPOTESIS PENELITIAN

TESIS

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1. Kerangka Konseptual

Fosfat dapat mempengaruhi pH, baik pH saliva, plak maupun media melalui kemampuan kapasitas bufer yang dimilikinya. Kapasitas bufer adalah senyawa-senyawa atau campuran senyawa yang dapat meniadakan perubahan pH terhadap penambahan sedikit asam atau basa (Martin, 1990). Kapasitas bufer ludah 14% ditentukan oleh konsentrasi fosfat (Amerongen, 1991). Fosfat inorganik memberikan kontribusi yang luas pada kapasitas bufer saliva pada laju aliran saliva rendah (Thylstrup dan Fejerskov, 1994). Fosfat terdapat didalam saliva yang dapat bertindak sebagai buffer (Nisengard dan Newman, 1994). Sistem bufer terpenting di dalam ludah adalah sistem bikarbonat dan sistem fosfat, dimana kedua sistem tersebut mempunyai pengaruh bufer besar di dalam cairan fisiologis dengan pH 7,4 (Amerongen, 1991). Fosfat inorganik ditemukan didalam saliva dalam bentuk asam fosfat H_3PO_4 dan ion fosfat inorganik yang terdiri dari ion fosfat primer (H_2PO_4), sekunder (HPO_4) dan tersier (PO_4) (Thylstrup dan Fejerskov, 1994). Sedangkan Ion fosfat tersier (PO_4) bersifat basa.

pH dari mukosa rongga mulut dan jaringan mineralisasi dikendalikan oleh aliran saliva dan kapasitas bufer (Willett dan Rosen, 1991). Nilai pH saliva akan tergantung pada banyak faktor, dimana yang paling penting adalah bentuk dan jumlah lapisan asam, kemampuan bufer saliva (Thylstrup dan Fejerskov, 1994).

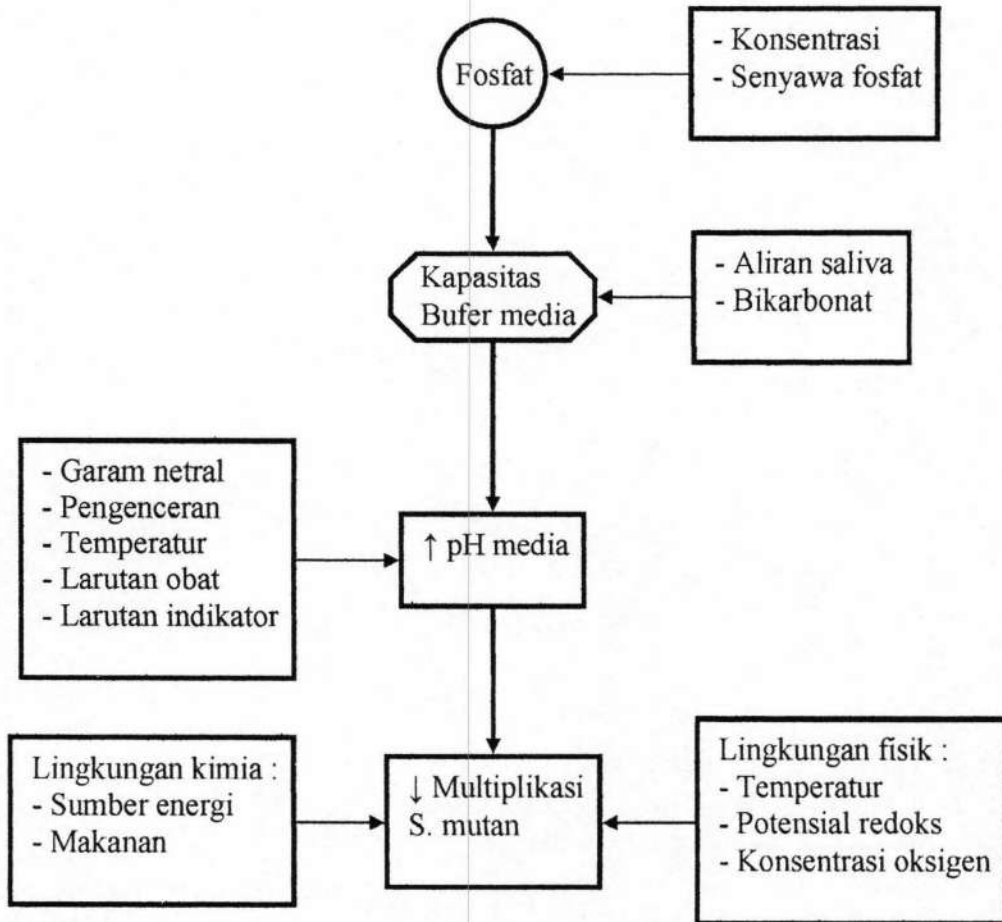
Lingkungan fisik dengan suhu, pH, gas-gas dan potensial reduksi oksidasi yang tepat sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri (Willett dan Rosen, 1991). Derajat keasaman atau kebasahan (yang ditunjukkan dengan pH) dari medium pada pertumbuhan bakteri mempengaruhi pertumbuhan dan karakteristik seluler yang lain dari bakteri (Nolte, 1982). Konsentrasi pH dan suhu pada medium dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produk akhir dari aktivitas bakteri (Melville, 1981).

Streptokokus mutans merupakan bakteri yang bersifat asidofilik, dimana semakin asam pH media, maka semakin meningkat multiplikasinya. Menurut Lehner (1992) *Streptokokus mutans* bersifat asidogenik, dimana bakteri asidogenik dapat meningkatkan pembentukan dan keasaman plak (Nolte, 1982). *Streptokokus mutans* akan lebih aktif pada pH 5 dari pada pH 7 (Willett dan Rosen, 1991). Dan menurut Slot dan Taubman (1992) pada pH alkali akan terjadi penurunan asam laktat dan menyebabkan terjadinya penghambatan multiplikasi *Streptokokus mutans*.

Hipotesis Penelitian

- Terdapat penurunan multiplikasi *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.
- Terdapat peningkatan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* dengan penambahan fosfat.

3.2. Skema Kerangka Konseptual



Gambar 3.1. Skema kerangka konseptual

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

TESIS

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *The Post Test Only Controlles Group Design* untuk pengukuran nilai absorbance Streptokokus mutans dan *The Pre Test Post Test Controlles Group Design* untuk pengukuran pH media.

4.2. Sampel Penelitian

Kriteria sampel : Jenis Streptokokus mutans yang dipakai adalah Streptokokus mutans serotipe C dari stok yang dibiakkan di Laboratorium Mikrobiologi FKG Unair.

Sampling : *Simple random*

Besar Sampel : Berdasarkan rumus Daniel (1991) dan penelitian pendahuluan dapat ditentukan besar sampel tiap kelompok perlakuan 5 sampel dengan memakai standart deviasi 0,0689.

$$n = \frac{Z\alpha^2 \cdot \delta^2}{d^2}$$

4.3. Variabel Penelitian

4.3.1. Variabel Bebas

- Fosfat (Sodium dihidrogen fosfat)

4.3.2. Variabel Tergantung

- Multiplikasi Streptokokus mutans pada media perbenihan
- pH media perbenihan

4.3.3. Variabel Terkendali

- Media perbenihan
- Suhu perbenihan
- Lama inkubasi
- Teknik penanaman bakteri

4.4. Definisi Operasional Variabel

- Variabel fosfat (sodium dihidrogen fosfat) adalah suatu senyawa fosfat yang ditambahkan pada media perbenihan Streptokokus mutans (BHI) sebanyak 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% pada kelompok perlakuan sebagai bahan yang dapat menurunkan multiplikasi Streptokokus mutans dan perubahan pH media.
- Variabel multiplikasi Streptokokus mutans adalah tingkat kekeruhan media pertumbuhan Streptokokus mutans yang diukur nilai absorbansinya dengan alat spektrofotometer dimana semakin besar nilai absorbance atau semakin keruh media pertumbuhan Streptokokus mutans maka semakin meningkat multiplikasi Streptokokus mutans dan semakin kecil nilai absorbance atau semakin tidak keruh media pertumbuhan Streptokokus mutans maka semakin menurun multiplikasi Streptokokus mutans.

- Variabel pH media perbenihan adalah perbedaan derajat keasaman atau kebasahan media perbenihan sebelum dan sesudah perlakuan yang diukur dengan pH meter.

4.5. Bahan Penelitian

- Medium Brain Heart Infusion Broth (BHIB)
- Sodium dihidrogen fosfat
- Trypton Yeast Cystine (TYC)
- Isolasi Streptokokus mutan

4.6. Alat Penelitian

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer, pH meter, Timbangan digital, Autoclave, Inkubator, Tabung reaksi, Petri disk, Mikro pipet, Spreader, Rak tabung reaksi, Brander dan Candle jar.

4.7. Lokasi dan Waktu Penelitian

- Lokasi penelitian : Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Laboratorium Multipurpose Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
- Waktu penelitian : Februari – Mei 2004

4.8. Pembagian Kelompok Sampel

Kelompok sampel dibedakan berdasarkan pemberian konsentrasi sodium dihidrogen fosfat yang berbeda pada media perbenihan *Streptokokus mutans* (BHI). Terdapat enam kelompok perlakuan dimana kelompok pertama dan kedua sebagai kontrol (-) dan (+), kelompok ketiga diberi sodium dihidrogen fosfat 0,5%, kelompok keempat diberi sodium dihidrogen fosfat 1%, kelompok kelima diberi sodium dihidrogen fosfat 1,5%, kelompok keenam diberi sodium dihidrogen fosfat 2%.

4.9. Prosedur Kerja

4.9.1. Pembuatan Media Perbenihan

Bahan media perbenihan yang akan dipakai untuk menumbuhkan *Streptokokus mutans* adalah media BHI (Brain Heart Infusion) dengan perbandingan 37 gram per 1 liter air. Untuk kelompok satu dan dua yang merupakan kelompok kontrol (-) dan (+) tidak dilakukan penambahan sodium dihidrogen fosfat pada media perbenihan. Sedangkan untuk kelompok tiga, empat, lima dan enam, masing-masing ditambahkan sodium dihidrogen fosfat dengan konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% pada media perbenihan. Setelah dicampur larutan dimasukkan dalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 2 cc yang terbagi dalam enam kelompok sesuai dengan jenis perlakuannya. Tabung reaksi diberi tanda sesuai dengan jenis perlakuannya dan kemudian keseluruhan tabung reaksi disterilkan dengan autoclave.

4.9.2. Penanaman Streptokokus mutans Pada Media Perbenihan (BHI)

Streptokokus mutans diambil dari stok sebanyak 3 sampai 5 koloni. Kemudian ditanam dalam tabung reaksi pada media perbenihan (BHI). Dilakukan inkubasi selama 1 x 18 jam pada suhu 37° C. Setelah itu diencerkan 1/1000 dan dimasukkan pada masing-masing tabung reaksi sesuai dengan kelompok perlakuannya sebanyak 0,1 cc dan diinkubasi selama 1 x 18 jam pada suhu 37° C.

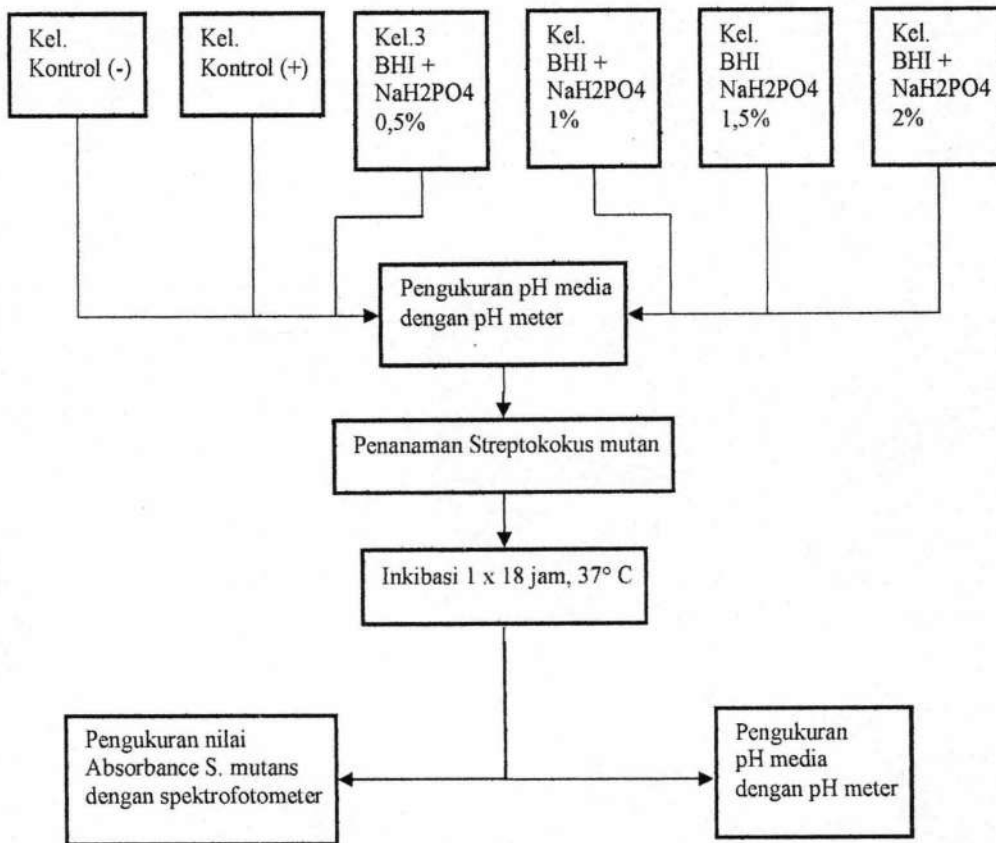
4.9.3. Pengukuran nilai absorbance Streptokokus mutans

Setelah inkubasi selama 1 x 18 jam pada suhu 37° C, tabung reaksi dikeluarkan dari inkubator. Tiap kelompok dilakukan pengukuran nilai absorbance Streptokokus mutans dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 650 HZ.

4.9.4. Pengukuran pH Media Perbenihan

Pengukuran pH media perbenihan dilakukan sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutans. Untuk pengukuran pH media sebelum penanaman Streptokokus mutans, pH media diukur pada waktu media sudah siap untuk proses penanaman Streptokokus mutans pada masing-masing kelompok perlakuan. Sedangkan pengukuran pH media sesudah penanaman Streptokokus mutans dilakukan setelah pengukuran optikal densitas pada masing-masing kelompok perlakuan dengan menggunakan pH meter digital.

4.10. Bagan Alur Penelitian



Gambar 4.1. Alur penelitian

4.11. Analisis Statistik

Analisis statistik yang dipakai adalah *One Sample Kolmogorov Smirnov Test* untuk mengetahui distribusi data masing-masing kelompok pengukuran, *Levene Test* untuk mengetahui homogenitas varians kelompok pengukuran nilai absorbance, *Independent T Test* untuk mengetahui perbedaan nilai absorbance *Streptokokus mutans* antar kelompok pengukuran, *Paired T Test* untuk mengetahui perbedaan pH

media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum dan sesudah
peranaman Streptokokus mutans.

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

TESIS

BAB 5**HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA**

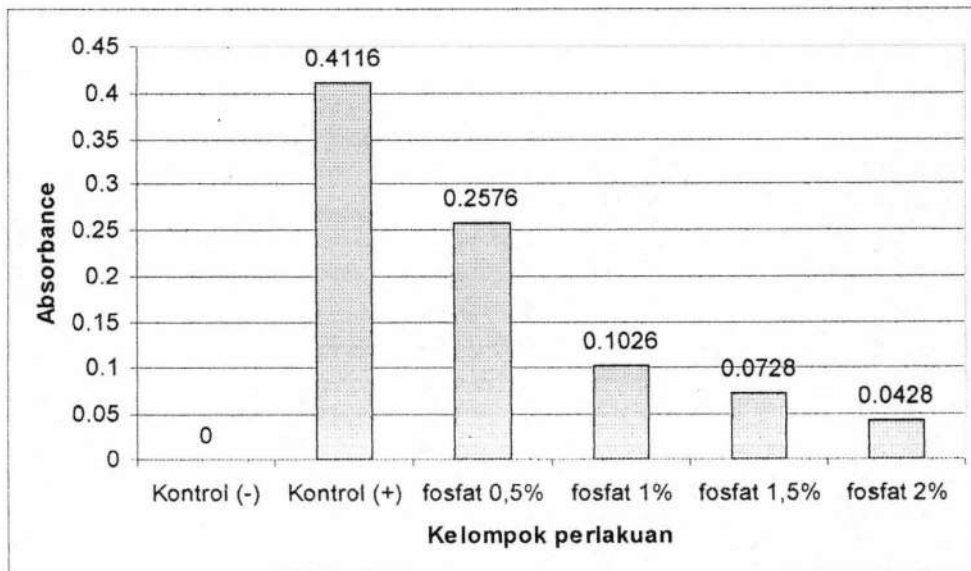
Dari hasil penelitian mengenai PENGARUH FOSFAT TERHADAP MULTIPLIKASI STREPTOKOKUS MUTANS DAN pH MEDIA didapatkan data seperti pada tabel 5.1. di bawah ini.

Tabel 5.1. Nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi nilai absorbance Streptokokus mutans.

Kelompok	N	X	Sd
Kontrol (-)	5	0	0
Kontrol (+)	5	0,4116	0,0103
Fosfat 0,5%	5	0,2576	0,0242
Fosfat fosfat 1%	5	0,1026	0,0689
Fosfat 1,5%	5	0,0728	0,0273
Fosfat 2%	5	0,0428	0,0144

Keterangan : N = Besar sampel
X = Rerata
Sd = Standart deviasi

Pada tabel 5.1. diatas dapat kita ketahui kelompok kontrol (+) mempunyai rerata nilai absorbance Streptokokus mutans yang paling besar yaitu 0,4116 nm. Sedangkan kelompok fosfat 2% mempunyai rerata nilai absorbance yang paling kecil yaitu 0,0428 nm. Secara keseluruhan rerata nilai absorbance Streptokokus mutans pada semua kelompok pengukuran dapat dilihat pada gambar 5.1. di halaman berikutnya.



Gambar 6.1. Nilai rerata nilai absorbance Streptokokus mutans kelompok kontrol (-), kontrol (+), fosfat 0,5%, fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2%.

Untuk mengetahui nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum penanaman Streptokokus mutans dapat dilihat pada tabel 5.2. di bawah ini .

Tabel 5.2. Nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum penanaman Streptokokus mutans.

Kelompok	N	X	Sd
Kontrol (-)	5	7,23	0
Kontrol (+)	5	7,23	0
Fosfat 0,5%	5	7,11	0
Fosfat 1%	5	6,85	0
Fosfat 1,5%	5	6,60	0
Fosfat 2%	5	6,35	0

Keterangan : N = Besar sampel
X = Rerata
Sd = Standart deviasi

Pada tabel 5.2. di halaman sebelumnya dapat kita ketahui kelompok kontrol (+) dan kontrol (-) mempunyai nilai rerata pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum penanaman streptokokus mutans yang paling besar yaitu 7,23. Sedangkan kelompok fosfat 2% mempunyai nilai rerata pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum penanaman streptokokus mutans yang paling kecil yaitu 6,35. Untuk mengetahui nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sesudah penanaman Streptokokus mutans dapat dilihat pada tabel 5.3. di bawah ini.

Tabel 5.3. Nilai besar sampel, rerata dan standart deviasi pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sesudah penanaman Streptokokus mutans.

Kelompok	N	X	Sd
Kontrol (-)	5	7,24	0,0084
Kontrol (+)	5	6,31	0,0055
Fosfat 0,5%	5	6,59	0,0055
Fosfat 1%	5	6,84	0,0084
Fosfat 1,5%	5	6,59	0,0055
Fosfat 2%	5	6,34	0,0055

Keterangan : n = Besar sampel
 X = Rerata
 Sd = Standart deviasi

Pada tabel 5.3. di atas dapat kita ketahui kelompok kontrol (-) mempunyai nilai rerata pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sesudah penanaman streptokokus mutans yang paling besar yaitu 7,24. Sedangkan kelompok kontrol (+) mempunyai nilai rerata pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sesudah penanaman streptokokus mutans yang paling kecil yaitu 6,31.

Sebelum dilakukan uji beda antar kelompok baik pada kelompok pengukuran nilai absorbance maupun pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans*, terlebih dahulu masing-masing kelompok dilihat dahulu distribusi datanya dengan mempergunakan *Kolmogorov Smirnov Test*, homogenitas variansnya dengan mempergunakan *Levene Test* dan homogenitas matrik varians kovariansnya dengan mempergunakan *Box's Test*. Hasil dari ketiga uji diatas dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4. Nilai p hasil uji *Kolmogorov Smirnov Test* dan *Levene Test* pada kelompok pengukuran Nilai absorbance, pH sesudah dan sebelum penanaman *Streptokokus mutans*.

Kelompok		Kolmogorov Smirnov Test	Levene Test
Nilai absorbance	Kel. (-)	P = -	P = 0,003
	Kel. (+)	P = 0,882	
	Kel. fosfat 0,5%	P = 0,981	
	Kel. fosfat 1%	P = 0,732	
	Kel. fosfat 1,5%	P = 0,978	
	Kel. fosfat 2%	P = 0,739	
pH sesudah	Kel. (-)	P = 0,953	
	Kel. (+)	P = 0,510	
	Kel. fosfat 0,5%	P = 0,510	
	Kel. fosfat 1%	P = 0,953	
	Kel. fosfat 1,5%	P = 0,510	
	Kel. fosfat 2%	P = 0,510	

Pada tabel 5.4. diatas dapat kita lihat nilai p uji *Kolmogorov Smirnov Test* untuk semua kelompok baik kelompok pengukuran nilai absorbance dan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sesudah penanaman *Streptokokus mutans*, kecuali kelompok kontrol (-) pada kelompok pengukuran nilai absorbance mempunyai nilai $p > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok

tersebut berdistribusi normal. Sedangkan pada kelompok pengukuran pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum penanaman *Streptokokus mutans* dan kelompok kontrol (-) pada kelompok pengukuran nilai absorbance tidak dapat dilakukan uji *Kolmogorov Smirnov Test*. Hal ini disebabkan karena pada kelompok tersebut tidak terdapat variasi nilai pengukuran. Untuk uji homogenitas varians pada kelompok pengukuran nilai absorbance *Streptokokus mutans* dengan mempergunakan uji *Levene Test* mempunyai nilai $p = 0,003$ ($p < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa pada kelompok pengukuran nilai absorbance *Streptokokus mutans* mempunyai varians yang tidak homogen. Sedangkan pada kelompok pengukuran pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sesudah penanaman *Streptokokus mutans* mempunyai nilai $p = 0,785$ ($p > 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa kelompok pengukuran pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sesudah penanaman *Streptokokus mutans* mempunyai varians yang homogen. Untuk mengetahui perbedaan nilai absorbance *Streptokokus mutans* antar kelompok dipakai uji *Independent T Test* yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.5. di halaman berikutnya.

Tabel 5.5. Nilai p hasil uji *Independent T Test* antar kelompok pengukuran nilai absorbance *Streptokokus mutans*.

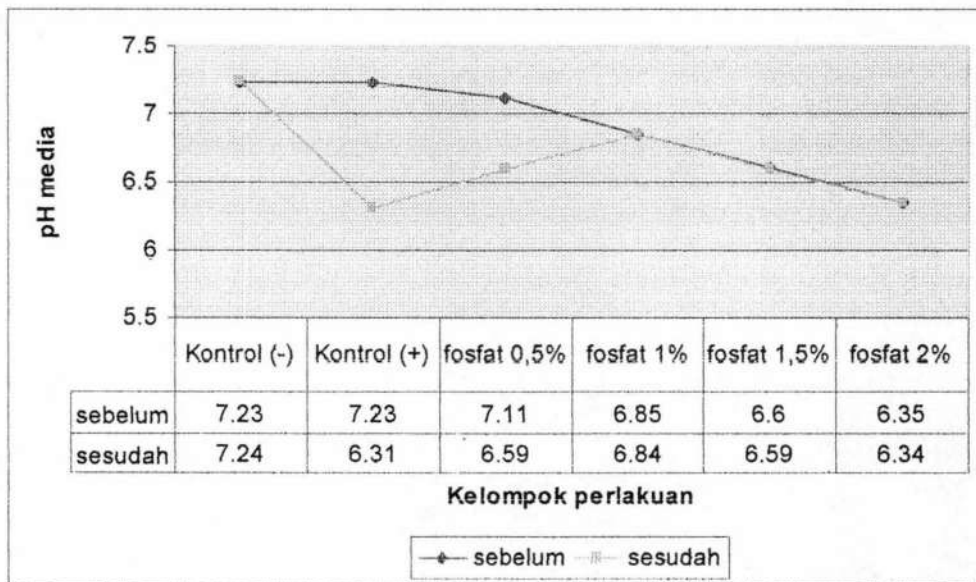
	Kontrol (-)	Kontrol (+)	fosfat 0,5%	Fosfat 1%	fosfat 1,5%	fosfat 2%
Kontrol (-)		P = 0,001	P = 0,001	P = 0,010	P = 0,001	P = 0,001
Kontrol (+)			P = 0,001	P = 0,001	P = 0,001	P = 0,001
fosfat 0,5%				P = 0,001	P = 0,001	P = 0,001
fosfat 1%					P = 0,395	P = 0,124
fosfat 1,5%						P = 0,061
fosfat 2%						

Dari tabel 5.5. diatas dapat kita lihat nilai p hasil uji *Independent T Test* nilai absorbance *Streptokokus mutans* antar kelompok hampir secara keseluruhan mempunyai nilai $p < 0,05$, kecuali kelompok fosfat 1% dengan fosfat 1,5%, fosfat 1% dengan fosfat 2% dan fosfat 1,5% dengan fosfat 2%, Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang bermakna nilai absorbance *S.mutans* pada kelompok tersebut. Sedangkan untuk kelompok fosfat 1% dengan fosfat 1,5%, fosfat 1% dengan fosfat 2% dan fosfat 1,5% dengan fosfat 2% mendapatkan nilai $p > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna nilai absorbance *Streptokokus mutans* pada kelompok fosfat 1% dengan fosfat 1,5%, fosfat 1% dengan fosfat 2% dan fosfat 1,5% dengan fosfat 2%. Untuk mengetahui perbedaan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans* dipakai uji *Paired T Test* dan didapatkan hasil seperti pada tabel 5.6. di halaman berikutnya.

Tabel 5.6. Nilai p hasil uji *Paired T Test* pada pH sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans*.

Kontrol (-)	Sebelum	P = 0,099
	Sesudah	
Kontrol (+)	Sebelum	P = 0,001
	Sesudah	
fosfat 0,5%	Sebelum	P = 0,001
	Sesudah	
fosfat 1%	Sebelum	P = 0,033
	Sesudah	
fosfat 1,5%	Sebelum	P = 0,070
	Sesudah	
fosfat 2%	Sebelum	P = 0,070
	Sesudah	

Dari tabel 5.6. diatas dapat kita lihat nilai p hasil uji *Paired T Test* pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans* pada kelompok kontrol (+), fosfat 0,5% dan fosfat 1% mempunyai nilai $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang bermakna pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans*. Sedangkan pada kelompok kontrol (-), fosfat 1,5% dan fosfat 2% mempunyai nilai $p > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans*. Gambar 5.2. di halaman berikutnya menunjukkan perubahan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans* pada semua kelompok pengukuran pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans*.



Gambar 6.2. pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok kontrol (-), kontrol (+), fosfat 0,5%, fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2% pada pengukuran pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans*.

BAB 6

PEMBAHASAN

TESIS

BAB 6

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, untuk kelompok pengukuran nilai absorbance *Streptokokus mutans* pada kelompok kontrol (-) mempunyai perbedaan nilai absorbance yang bermakna terhadap semua kelompok (kelompok kontrol (+), fosfat 0,5%, fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2%). Hal ini disebabkan pada kelompok kontrol (-) tidak ditumbuhkan bakteri. Sedangkan pada kelompok kontrol (+) juga mempunyai perbedaan nilai absorbance *Streptokokus mutans* yang bermakna terhadap semua kelompok. Hal ini disebabkan pada kelompok kontrol (+) tidak ada perlakuan yang dapat menghambat multiplikasi *Streptokokus mutans* dan merupakan kelompok yang memakai media yang biasa dipakai untuk menumbuhkan bakteri *Streptokokus mutans* tersebut. Pada kelompok kontrol (+) ini mempunyai rerata nilai absorbance *Streptokokus mutans* yang paling tinggi dibandingkan kelompok yang lainnya yaitu 0,4116 nm. Pada kelompok fosfat 0,5% juga mempunyai perbedaan nilai absorbance terhadap semua kelompok perlakuan, tetapi tidak sama dengan kelompok kontrol (-) dan (+), dimana pada kelompok fosfat 0,5% ini mempunyai rerata nilai absorbance yang lebih besar dari kelompok kontrol (-) dan (+), dan mempunyai rerata yang lebih kecil dari kelompok fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2% yaitu 0,2576 nm. Hal ini disebabkan pada kelompok fosfat 0,5% sudah mempunyai daya hambat terhadap multiplikasi *Streptokokus mutans* tetapi daya hambat yang dimilikinya tidak sekuat seperti pada kelompok fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2%. Pengukuran nilai absorbance *Streptokokus mutans* pada kelompok fosfat 1%, fosfat 1,5% dan

fosfat 2% tidak mempunyai perbedaan nilai absorbance Streptokokus mutans yang bermakna antar ketiga kelompok tersebut, tetapi ketiga kelompok tersebut mempunyai perbedaan nilai absorbance yang bermakna terhadap kelompok lainnya. Hal ini disebabkan kelompok fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2% mempunyai daya hambat terhadap multiplikasi Streptokokus mutans, dimana daya hambatnya lebih besar dari fosfat 0,5%. Tetapi daya hambat kelompok fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2% terhadap multiplikasi Streptokokus mutans sama atau antar ketiga kelompok tersebut tidak mempunyai perbedaan daya hambat multiplikasi Streptokokus mutans secara bermakna.

Untuk kelompok pengukuran pH media pertumbuhan Streptokokus mutans kelompok kontrol (-) pada sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutans menunjukkan tidak ada perbedaan pH media pertumbuhan Streptokokus mutans yang bermakna. Hal ini disebabkan pada kelompok kontrol (-) tidak ditumbuhkan bakteri, sehingga pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutans tidak ada perbedaan yang bermakna. Pada kelompok kontrol (+) sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutans menunjukkan ada perbedaan pH media pertumbuhan Streptokokus mutans yang bermakna, dimana pada kelompok kontrol (+) ini terjadi penurunan pH media perbenihan Streptokokus mutans yang paling banyak dari rerata pH media pertumbuhan S.mutans sebelum perlakuan 7,23 menjadi 6,31 setelah perlakuan. Hal ini disebabkan pada kelompok kontrol (+) ini tidak ada bahan yang dapat meningkatkan kemampuan kapasitas bufer media, sehingga menyebabkan ada perbedaan yang bermakna pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutans.

Pada kelompok fosfat 0,5% dan fosfat 1% mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan kelompok kontrol (+) yaitu ada perbedaan yang bermakna pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans*, tetapi bedanya pada kelompok fosfat 0,5% dan fosfat 1% ini menunjukkan penurunan pH pertumbuhan *Streptokokus mutans* yang tidak sebanyak seperti pada kelompok kontrol (+). Hal ini disebabkan karena pada kelompok fosfat 0,5% dan fosfat 1% terdapat bahan yang dapat meningkatkan kemampuan kapasitas bufer media, tetapi pada kelompok fosfat 1% memiliki kemampuan kapasitas bufer yang lebih besar dari pada kelompok fosfat 0,5%. Sedangkan pada kelompok fosfat 1,5% dan fosfat 2% pada sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans* menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans*. Karakteristik yang dipunyai pada kelompok fosfat 1,5% dan fosfat 2% ini sangat berbeda dengan kelompok kontrol (+), fosfat 0,5% dan fosfat 1%. Hal ini disebabkan pada kelompok fosfat 1,5% dan fosfat 2% mempunyai kemampuan kapasitas bufer yang baik, sehingga pada kelompok fosfat 1,5% dan fosfat 2% sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutans* menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans*.

Pemberian fosfat (fosfat 0,5%, fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2%) ini memberikan dampak terhadap perbedaan nilai absorbance *Streptokokus mutans* dan penurunan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sesudah penanaman *Streptokokus mutans*. Menurut Martin (1990) dan Amerongen (1991) hal ini disebabkan pemberian fosfat (NaH_2PO_4) dapat meningkatkan efek kapasitas bufer (mempertahankan atau meniadakan perubahan pH terhadap penambahan sedikit

asam atau basa) didalam media pertumbuhan *Streptokokus mutans*, sehingga dengan meningkatnya kapasitas bufer media pertumbuhan *Streptokokus mutans* ini berakibat terjadinya hambatan multiplikasi *Streptokokus mutans* dan penurunan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sesudah penanaman *Streptokokus mutans*.

Penurunan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sesudah penanaman *Streptokokus mutans* disebabkan fosfat dalam hal ini NaH_2PO_4 yang dimasukkan ke dalam media pertumbuhan *Streptokokus mutans* bersifat asam, seperti terlihat pada kelompok pengukuran pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum penanaman *Streptokokus mutans*. Apabila senyawa NaH_2PO_4 ini bertemu dengan suatu senyawa yang bersifat asam, dalam hal ini adalah asam laktat yang merupakan 80% produk akhir dari *Streptokokus mutans* (Slots and Taubman, 1992), maka NaH_2PO_4 ini akan berubah menjadi H_3PO_4 yang bersifat lebih asam, sehingga pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* menjadi menurun, terlihat pada kelompok fosfat 0,5% dan 1%, sedangkan pada kelompok fosfat 1,5% dan 2% dipertahankan atau dengan kata lain tidak ada perubahan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* dimana hal ini disebabkan adanya efek kapasitas bufer dari NaH_2PO_4 . Disamping itu asam laktat hasil produksi *Streptokokus mutans* tersebut termasuk dalam golongan asam lemah, sehingga asam laktat ini akan dengan mudah dapat dinetralkan oleh efek kapasitas bufer dari NaH_2PO_4 . Menurut Slots and Taubman (1992) pada pH pertengahan atau alkali terjadi penurunan produksi asam laktat sehingga pada keadaan tersebut menyebabkan *Streptokokus mutans* tidak tumbuh banyak. Oleh karena itu, meskipun pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum perlakuan pada

kelompok fosfat 1%, fosfat 1,5% dan fosfat 2% mempunyai pH yang lebih asam dari pada kelompok kontrol (+), ternyata justru tidak menguntungkan untuk multiplikasi *Streptokokus mutans*, yang seharusnya multiplikasi *Streptokokus mutans* terjadi pada pH yang lebih asam, mengingat *Streptokokus mutans* merupakan bakteri yang bersifat asidogenik. Menurut Willett and Rosen (1991) *Streptokokus mutans* lebih aktif pada pH 5 dari pada pH 7. Hal ini disebabkan fosfat 1%, 1,5% dan 2% mempunyai efek kapasitas bufer yang baik terhadap media pertumbuhan *Streptokokus mutans*, sehingga *Streptokokus mutans* tidak dapat bermultiplikasi dengan baik meskipun pada lingkungan dengan pH yang seharusnya menguntungkan untuk terjadi multiplikasi *Streptokokus mutans*. Hasil dari penelitian ini juga telah sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Nisengard and Newman (1994) dimana fosfat dapat bertindak sebagai bufer pada asam yang berasal dari bakteri.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

TESIS

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai PENGARUH FOSFAT TERHADAP MULTIPLIKASI STREPTOKOKUS MUTANS DAN pH MEDIA dapat disimpulkan bahwa

1. Pemanbahan fosfat (NaH_2PO_4) ke dalam media pertumbuhan Streptokokus mutans dapat menghambat multiplikasi Streptokokus mutans.
2. Penambahan fosfat (NaH_2PO_4) ke dalam media pertumbuhan Streptokokus mutans dapat menyebabkan penurunan pH media pertumbuhan Streptokokus mutans pada kelompok fosfat 0,5% dan 1%, sedangkan tidak ada penurunan pH media pertumbuhan Streptokokus mutans pada kelompok 1,5% dan 2%.

7.2 Saran

1. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai daya hambat fosfat terhadap multiplikasi Streptokokus mutans secara *in vivo*.
2. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai daya hambat fosfat terhadap multiplikasi Streptokokus mutans dengan ikatan senyawa fosfat yang lain.
3. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh fosfat terhadap Streptokokus mutans secara biomolekuler.

DAFTAR PUSTAKA

TESIS

DAFTAR PUSTAKA

- Amerongen, VN, 1991. Ludah dan Kelenjar Ludah. Terjemahan oleh Rafiah Abyono. Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia : Gajah Mada University Press, hlm1, 23.
- Anderson, MH, 2001. Current Concepts of dental Caries and Its Prevention. Operative Dentistry Supplement 6: 11-18.
- Cawson R.A., 1991. Essential of Dental Surgery and Pathology. 5th Ed. Singapore : Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd, pp 33-35
- Daniel WW, 1990. Applied Nonparametric Statistik, 2nd Ed. Boston : PWS Kent Publ Company, pp
- Edgar, WM and O'Mullane DM, 1990. Saliva and Oral Health 2nd Ed. London : British Dental Assosiation, pp 7-8
- Grand DA, Stern IB, and Everett FG, 1979. Periodontic in the Traditional of Orbanand Gottlieb, 4th Ed, Toronto, London, St Louis : The CV Mosby Co, pp119-128
- Houwink B, et al, 1984. Ilmu Kedokteran Gigi Pencegahan. 2nd Ed. alih bahasa Sutatmi Suryo. Yogyakarta : Gajah Mada University Press, hlm 127-129
- Krasse, Bo, 1985. Caries Risk : A Practical Guide for Assessment and control. Chicago, London, Berlin, Rio De Janeiro and Tokyo : Quintessence Publishing Co, Inc, pp 15.
- Lehner, T, 1992. Immunology of Oral Diseases. 3th Ed. Blackwell London, Edinburgh, Boston, Melbourne, Paris, Berlin, Vienna : Scientific Publications, pp 68-70
- Martin, A, et all, 1990. Farmasi Fisik. alih bahasa Yoshinta. Ed 3. Jakarta : Universitas Indonesia Press, hlm 455-500
- Melville, TH, Russell C, 1981. Microbiology For Dental Students. 3th Ed. London : William Heinemann Medical Books Ltd, pp 32-33
- Nisengard, RJ and Newman MG, 1994. Oral Microbiology and immunology. 2nd Ed. Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo : WB Saunders Company, pp 145, 341-359
- Nizel, AE, 1972. Nutrition In Preventive Dentistry : Science and Practice. Philadelphia, London, Toronto : WB Saunders Company, pp182-193

- Nolte, WA, 1982. *Oral Microbiology : With Basic Microbiology and Immunology*. 4th Ed. St. Louis, Toronto, London : The CV Mosby Company, pp 28, 206
- Pamoentjak, AR, K St, 1990. *Kamus Kedokteran : Arti dan Keterangan Istilah*. Ed 15. Jakarta, Indonesia : Djambatan, hlm 34
- Roth, GI., and Calmes R, 1981. *Oral Biology*. St Louis, Toronto, London : The CV Mosby Company pp 196-199
- Scannapieco FA, 1994. *Saliva - Bacterium Interaction in Oral Microbial Ecologi*. *Crit Rev Oral Biol Med*, 5(3-4) : 203-248
- Schlegel, HG, 1985. *Mikrobiologi Umum*. 6th Ed. Terjemahan oleh RM Tedjo Baskoro. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, pp 62
- Slots, J and Taubman MA, 1992. *Contemporary Oral Microbiology and Immunology*. St Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Philadelphia, Sydney, Toronto : Mosby-Year Book, Inc, pp 377-423
- Thylstrup, A and Fejerskov O, 1994. *Textbook of Clinical Cariology*. 2nd Ed. Copenhagen : Munksgaard Textbook, pp
- Wang, PL, Azuma Y and Shinohara M, 2001. *Effect of Salivary Protein on Porphyromonas Gingivalis Lipopolisaccharide Activity*. *Dental Pharmacology Vol 37* : 39-41
- Wei, SHY, 1995. *Diet and Dental Caries*. *Asia Pasific J. Clin Nutr* 4, Suppl 1 : 45-50
- WHO, (1990) : *Dental Caries*, <http://sdm.uhc.edu/>
- Willett, NP and Rosen RRW, 1991. *Essential Dental Microbiology*. Prentice-Hall International Inc, pp 341-355
- Yuehuei HAN and Friedman RJ, 2000. *Handbook of Bacterial Adhesion : Principle, Methods, and Applications*. Totowa : Humana press, NJ, pp 445

LAMPIRAN

TESIS

LAMPIRAN I : Data hasil penelitian nilai absorbance Streptokokus mutans dan pH media pertumbuhan Streptokokus mutans.

Nilai absorbance Streptokokus mutans

No	K(-)	K(+)	0,5%	1%	1,5%	2%
1.	0	0,394	0,221	0,115	0,089	0,052
2.	0	0,420	0,287	0,065	0,085	0,053
3.	0	0,418	0,268	0,060	0,069	0,048
4.	0	0,410	0,260	0,055	0,048	0,018
5.	0	0,416	0,252	0,218	0,073	0,043

pH Media Pertumbuhan Streptokokus mutans

Sesudah						
No	K(-)	K(+)	0,5%	1%	1,5%	2%
1.	7,23	6,31	6,59	6,83	6,60	6,34
2.	7,25	6,32	6,59	6,83	6,59	6,34
3.	7,24	6,31	6,59	6,85	6,59	6,35
4.	7,24	6,32	6,58	6,84	6,59	6,35
5.	7,23	6,31	6,58	6,84	6,60	6,34
Sebelum						
No	K(-)	K(+)	0,5%	1%	1,5%	2%
1,	7,23	7,23	7,11	6,85	6,60	6,35
2,	7,23	7,23	7,11	6,85	6,60	6,35
3,	7,23	7,23	7,11	6,85	6,60	6,35
4,	7,23	7,23	7,11	6,85	6,60	6,35
5,	7,23	7,23	7,11	6,85	6,60	6,35

LAMPIRAN 2 : Hasil uji normalitas dengan uji *Kolmogorov Smirnov Test* untuk nilai absorbance dan pH media pertumbuhan *Streptokokus mutans* sebelum dan sesudah penanaman *Streptokokus mutnas*.

NPar Tests - Kontrol (-)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		OD	pH sesudah	pH sebelum
N		5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.00000	7.2380	7.2300
	Std. Deviation	.00000 ^c	8.367E-03	.0000 ^c
Most Extreme Differences	Absolute		.231	
	Positive		.231	
	Negative		-.194	
Kolmogorov-Smirnov Z			.515	
Asymp. Sig. (2-tailed)			.953	

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

NPar Tests - Kontrol (+)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		OD	pH sesudah	pH sebelum
N		5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.41160	6.3140	7.2300
	Std. Deviation	1.05E-02	5.477E-03	.0000 ^c
Most Extreme Differences	Absolute	.262	.367	
	Positive	.212	.367	
	Negative	-.262	-.263	
Kolmogorov-Smirnov Z		.586	.822	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.882	.510	

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

NPar Tests - 0,5%

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		OD	pH sesudah	pH sebelum
N		5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.25760	6.5860	7.1100
	Std. Deviation	2.42E-02	5.477E-03	.0000 ^c
Most Extreme Differences	Absolute	.209	.367	
	Positive	.135	.263	
	Negative	-.209	-.367	
Kolmogorov-Smirnov Z		.467	.822	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.981	.510	

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

NPar Tests - 1%

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		OD	pH sesudah	pH sebelum
N		5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.10260	6.8380	6.8500
	Std. Deviation	6.89E-02	8.367E-03	.0000 ^c
Most Extreme Differences	Absolute	.307	.231	
	Positive	.307	.231	
	Negative	-.245	-.194	
Kolmogorov-Smirnov Z		.688	.515	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.732	.953	

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

NPar Tests - 1,5%

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		OD	pH sesudah	pH sebelum
N		5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7.28E-02	6.5940	6.6000
	Std. Deviation	2.73E-02	5.477E-03	.0000 ^c
Most Extreme Differences	Absolute	.213	.367	
	Positive	.213	.367	
	Negative	-.171	-.263	
Kolmogorov-Smirnov Z		.475	.821	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.978	.510	

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

NPar Tests - 2%

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		OD	pH sesudah	pH sebelum
N		5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	4.28E-02	6.3440	6.3500
	Std. Deviation	1.44E-02	5.477E-03	.0000 ^c
Most Extreme Differences	Absolute	.306	.367	
	Positive	.240	.367	
	Negative	-.306	-.263	
Kolmogorov-Smirnov Z		.683	.821	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.739	.510	

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

LAMPIRAN 3 : Hasil uji *Levene Test* nilai absorbance *Streptokokus mutans*.

Test of Homogeneity of Variances

OD

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.008	5	24	.003

LAMPIRAN 4 : Hasil uji Independent T Test antar kelompok perlakuan pada kelompok pengukuran nilai absorbance Streptokokus mutans.

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD kontrol (-)	5	.00000	.00000	.00000
OD kontrol (+)	5	.41160	1.0526E-02	4.707E-03

Independent Samples Test

54

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	7.955	.022	-87.436	8	.000	-.41160	4.7074E-03	-.42246	-.40074
	Equal variances not assumed			-87.436	4.000	.000	-.41160	4.7074E-03	-.42467	-.39853

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD kontrol (-)	5	.00000	.00000	.00000
0,5 %	5	.25760	2.4234E-02	1.084E-02

Independent Samples Test

55

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	6.164	.038	-23.768	8	.000	-.25760	1.0838E-02	-.28259	-.23261
	Equal variances not assumed			-23.768	4.000	.000	-.25760	1.0838E-02	-.28769	-.22751

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD kontrol (-)	5	.00000	.00000	.00000
1 %	5	.10260	6.8857E-02	3.079E-02

Independent Samples Test

56

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	8.860	.018	-3.332	8	.010	-.10260	3.0794E-02	-.17361	-3.16E-02
	Equal variances not assumed			-3.332	4.000	.029	-.10260	3.0794E-02	-.18810	-1.71E-02

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD kontrol (-)	5	.00000	.00000	.00000
1,5 %	5	7.280E-02	2.7262E-02	1.219E-02

Independent Samples Test

57

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	23.781	.001	-5.971	8	.000	-7.280E-02	1.2192E-02	-.10091	-4.47E-02
	Equal variances not assumed			-5.971	4.000	.004	-7.280E-02	1.2192E-02	-.10665	-3.90E-02

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD kontrol (-)	5	.00000	.00000	.00000
2 %	5	4.280E-02	1.4412E-02	6.445E-03

Independent Samples Test

58

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	5.810	.042	-6.641	8	.000	-4.280E-02	6.4452E-03	-5.77E-02	-2.79E-02
	Equal variances not assumed			-6.641	4.000	.003	-4.280E-02	6.4452E-03	-6.07E-02	-2.49E-02

T-Test

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD	kontrol (+)	5	.41160	1.0526E-02	4.707E-03
	0,5 %	5	.25760	2.4234E-02	1.084E-02

Independent Samples Test

59

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	1.578	.245	13.033	8	.000	.15400	1.1816E-02	.12675	.18125
	Equal variances not assumed			13.033	5.457	.000	.15400	1.1816E-02	.12438	.18362

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD kontrol (+)	5	.41160	1.0526E-02	4.707E-03
1 %	5	.10260	6.8857E-02	3.079E-02

Independent Samples Test

8

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	6.241	.037	9.919	8	.000	.30900	3.1152E-02	.23716	.38084
	Equal variances not assumed			9.919	4.187	.000	.30900	3.1152E-02	.22401	.39399

T-Test

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD	kontrol (+)	5	.41160	1.0526E-02	4.707E-03
	1,5 %	5	7.280E-02	2.7262E-02	1.219E-02

Independent Samples Test

19

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	7.684	.024	25.924	8	.000	.33880	1.3069E-02	.30866	.36894
	Equal variances not assumed			25.924	5.167	.000	.33880	1.3069E-02	.30553	.37207

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD kontrol (+)	5	.41160	1.0526E-02	4.707E-03
2 %	5	4.280E-02	1.4412E-02	6.445E-03

Independent Samples Test

62

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	.206	.662	46.208	8	.000	.36880	7.9812E-03	.35040	.38720
	Equal variances not assumed			46.208	7.322	.000	.36880	7.9812E-03	.35009	.38751

T-Test

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD	0,5 %	5	.25760	2.4234E-02	1.084E-02
	1 %	5	.10260	6.8857E-02	3.079E-02

Independent Samples Test

63

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	3.436	.101	4.748	8	.001	.15500	3.2645E-02	7.972E-02	.23028
	Equal variances not assumed			4.748	4.976	.005	.15500	3.2645E-02	7.096E-02	.23904

T-Test

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD	0,5 %	5	.25760	2.4234E-02	1.084E-02
	1,5 %	5	7.280E-02	2.7262E-02	1.219E-02

Independent Samples Test

64

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	.477	.509	11.329	8	.000	.18480	1.6313E-02	.14718	.22242
	Equal variances not assumed			11.329	7.892	.000	.18480	1.6313E-02	.14709	.22251

T-Test

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD	0,5 %	5	.25760	2.4234E-02	1.084E-02
	2 %	5	4.280E-02	1.4412E-02	6.445E-03

Independent Samples Test

65

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	.767	.407	17.035	8	.000	.21480	1.2610E-02	.18572	.24388
	Equal variances not assumed			17.035	6.515	.000	.21480	1.2610E-02	.18453	.24507

T-Test

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD	1 %	5	.10260	6.8857E-02	3.079E-02
	1,5 %	5	7.280E-02	2.7262E-02	1.219E-02

Independent Samples Test

8

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	2.578	.147	.900	8	.395	2.9800E-02	3.3119E-02	-4.66E-02	.10617
	Equal variances not assumed			.900	5.224	.408	2.9800E-02	3.3119E-02	-5.43E-02	.11385

T-Test

Group Statistics

perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD 1 %	5	.10260	6.8857E-02	3.079E-02
OD 2 %	5	4.280E-02	1.4412E-02	6.445E-03

Independent Samples Test

67

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	5.443	.048	1.901	8	.094	5.9800E-02	3.1461E-02	-1.27E-02	.13235
	Equal variances not assumed			1.901	4.350	.124	5.9800E-02	3.1461E-02	-2.48E-02	.14445

T-Test

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
OD	1,5 %	5	7.280E-02	2.7262E-02	1.219E-02
	2 %	5	4.280E-02	1.4412E-02	6.445E-03

Independent Samples Test

8

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
OD	Equal variances assumed	4.167	.076	2.175	8	.061	3.0000E-02	1.3791E-02	-1.80E-03	6.180E-02
	Equal variances not assumed			2.175	6.074	.072	3.0000E-02	1.3791E-02	-3.65E-03	6.365E-02

LAMPIRAN 5 : Hasil uji Paired T Test pH media pertumbuhan Streptokokus mutans sebelum dan sesudah penanaman Streptokokus mutnas.

T-Test - Kontrol (-)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pH sesudah	7.2380	5	8.367E-03	3.742E-03
	pH sebelum	7.2300	5	.0000	.0000

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pH sesudah & pH sebelum	5		

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pH sesudah - pH sebelum	8.000E-03	8.367E-03	3.742E-03	-2.39E-03	1.839E-02	2.138	4	.099

T-Test - Kontrol (+)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pH sesudah	6.3140	5	5.477E-03	2.449E-03
	pH sebelum	7.2300	5	.0000	.0000

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pH sesudah & pH sebelum	5		

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pH sesudah - pH sebelum	-.9160	5.477E-03	2.449E-03	-.9228	-.9092	-373.955	4	.000

70

T-Test - 0,5%

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pH sesudah	6.5860	5	5.477E-03	2.449E-03
	pH sebelum	7.1100	5	.0000	.0000

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pH sesudah & pH sebelum	5		

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pH sesudah - pH sebelum	-.5240	5.477E-03	2.449E-03	-.5308	-.5172	-213.922	4	.000

T-Test - 1%

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pH sesudah	6.8380	5	8.367E-03	3.742E-03
	pH sebelum	6.8500	5	.0000	.0000

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pH sesudah & pH sebelum	5		

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pH sesudah - pH sebelum	-1.20E-02	8.367E-03	3.742E-03	-2.24E-02	-1.61E-03	-3.207	4	.033

72

T-Test - 1,5%

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pH sesudah	6.5940	5	5.477E-03	2.449E-03
	pH sebelum	6.6000	5	.0000	.0000

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pH sesudah & pH sebelum	5		

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pH sesudah - pH sebelum	-6.00E-03	5.477E-03	2.449E-03	-1.28E-02	8.009E-04	-2.449	4	.070

73

T-Test - 2%

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pH sesudah	6.3440	5	5.477E-03	2.449E-C3
	pH sebelum	6.3500	5	.0000	.0000

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pH sesudah & pH sebelum	5		

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pH sesudah - pH sebelum	-6.00E-03	5.477E-03	2.449E-03	-1.28E-02	8.009E-04	-2.449	4	.070

74

LAMPIRAN 6 : Perhitungan besar sampel penelitian.

$$n = \frac{Z\alpha^2 \cdot \delta^2}{d^2}$$

$$n = \frac{(1,68)^2 \cdot (0,0689)^2}{(3/4 \cdot 0,0689)^2}$$

$$n = \frac{(2,8224) \cdot (0,0047)}{(0,0027)}$$

$$n = \frac{(0,0133)}{(0,0027)}$$

$$n = 4,9259$$

- n : Besar sampel minimal penelitian
 Z. α : Konstanta yang didapat dari tabel z dengan $\alpha = 0,05$ one tail
 δ : Standart deviasi
 d : Kesalahan yang ditoleransi