

TESIS

**BAKTERI DALAM AIR PADA *HANDPIECE DENTAL UNIT*
DAN WAKTU EFEKTIF PEMBILASAN UNTUK
MENURUNKAN JUMLAH SEL BAKTERI**



KRISTANTI PARISIHNI

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002**

**BAKTERI DALAM AIR PADA *HANDPIECE DENTAL UNIT*
DAN WAKTU EFEKTIF PEMBILASAN UNTUK MENURUNKAN
JUMLAH SEL BAKTERI**

TESIS

Untuk memperoleh gelar Magister
Dalam Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga



Oleh :

**KRISTANTI PARISIHNI
099913281 M**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002**

TESIS INI TELAH DISETUJUI
TANGGAL 20 FEBRUARI 2002

Oleh

Pembimbing Ketua



Dr. Eddy Bagus Wasito, dr., MS., SpMK
NIP 130 676 011

Pembimbing



Markus Budi Rahardjo, drg., MKes
NIP 130 937 954

Mengetahui
Ketua Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar
Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga



Soetipito, dr., MS., PhD
NIP 130 687 606

Telah diuji pada

Tanggal 15 Februari 2002

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Kuntoro, dr., MPH., Dr.PH.

Anggota : 1. Dr. Eddy Bagus Wasito, dr., MS., SpMK.

2. Markus Budi Rahardjo, drg., MKes.

3. Dr. Ni Made Mertaniasih, dr., MS., SpMK.

4. Dr. Trijoedani Widodo, drg., MS., SpKG.

7. Dekan Fakultas Kedokteran Gigi, Direktur Klinik dan Kepala Laboratorium Konservasi Gigi Universitas Airlangga Surabaya, atas segala bantuan dan fasilitas yang diberikan dalam pengambilan sampel penelitian tesis.
8. Ketua *Tropical Disease Centre* Surabaya, atas segala bantuan dan fasilitas yang diberikan selama penelitian tesis.
9. Kuntoro, dr., MPH., DrPH, atas bimbingan dalam statistika penelitian, Drs. A. Kholik yang telah membantu dalam pengolahan data hasil penelitian.
10. Mbak Wahyu, mas Sugeng, pak Ramli sebagai analis dan para perawat di klinik Konservasi Gigi FKG Unair yang telah membantu selama penelitian.
11. Para dosen, karyawan, teman-teman, khususnya angkatan 1999 : Erna, Anita, Enny, Lintje, Sudibya, Wehandaka atas bantuan dan kerjasama selama menyelesaikan pendidikan Magister.
12. Suami tercinta Bambang Priambodo, Bapak dan Ibu, atas segala perhatian, doa, bantuan dan dorongan selama penulis mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Magister.

Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi sempurnanya tesis ini.

Penulis

RINGKASAN

Air dari *handpiece dental unit* diperlukan untuk proses pendinginan dan pembersihan gigi pada prosedur perawatan gigi. Air PDAM dan akuades digunakan sebagai sumber air *dental unit*. Sejumlah mikroorganisme diketahui dapat hidup pada air dari *handpiece dental unit*, pada suatu penelitian ditemukan adanya beberapa bakteri patogen oportunistik. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan penyebab utama infeksi nosokomial, dapat menimbulkan infeksi khususnya pada orang dengan kondisi *immunocompromized*. Bakteri koliform, terutama *Escherichia coli* digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi air.

Bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dapat bermultiplikasi mencapai jumlah yang tinggi. Pembilasan (*flushing*), yaitu mengeluarkan air melalui *handpiece* selama waktu tertentu setelah pemakaian *dental unit*, dapat menurunkan jumlah sel bakteri sehingga mengurangi kemungkinan infeksi yang ditimbulkannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit*, membuktikan adanya perbedaan jumlah sel bakteri pada sumber air PDAM dan akuades serta membuktikan adanya perbedaan jumlah sel bakteri pada pembilasan dengan interval waktu berbeda.

Metode penelitian ini terdiri dari penelitian deskriptif dan eksperimental laboratorik. Pada penelitian deskriptif dilakukan pemeriksaan mikroskopis sediaan bakteri dari sampel air pada *handpiece dental unit* yang telah dicat dengan pewarnaan Gram dan Schaeffer Fulton. Identifikasi *Pseudomonas aeruginosa* dilakukan dengan inokulasi pada media diferensial dan uji biokimia, sedang identifikasi *Escherichia coli* menggunakan Metode Tabung Multipel 1-5-5 Modifikasi. Penelitian eksperimental laboratorik terdiri dari uji perbedaan jumlah sel bakteri antara sumber air PDAM dengan akuades dan uji perbedaan jumlah sel bakteri pada pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 menit. Jumlah sel bakteri dihitung berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh pada agar BHI dengan Metode Tetes.

Hasil penelitian menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri air dari *handpiece dental unit* baik secara aerob maupun anaerob, ditemukan adanya bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*. Jenis sumber air mempengaruhi jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit*. Jumlah sel bakteri pada sumber air PDAM lebih tinggi dibanding dengan sumber air akuades. Pembilasan dengan interval waktu 1-5 menit mampu menurunkan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit*. Waktu pembilasan 5 menit menurunkan jumlah bakteri secara maksimal.

ABSTRACT

Water obtained from *handpiece dental unit* is densely populated with microorganisms. The type of microorganism isolated includes both environmental microorganisms and opportunistic pathogen microorganisms, thus make this water a potential source of infection. Flushing dental unit waterlines for several minutes reduces viable bacterial counts.

The aim of this study is to identify various kind of microorganisms in dental unit waterlines which is supplied by municipal water (PDAM) and distilled water; to investigate viable bacterial counts in both sources; and to investigate the effect of 1, 2, 3, 4, 5 minutes flushing in reducing viable bacterial counts.

The microorganisms was identified by Gram staining and Schaeffer Fulton staining under microscope observation, inoculation in specific media and biochemical tests. *E. coli* was identified by Multiple Tube Method 1-5-5 modification. Viable bacteria in both water sources and after 1, 2, 3, 4, 5 minutes flushing were counted by droplett method in BHI agar.

The result showed that many kinds of bacteria could be isolated aerobic and anaerobically from dental unit water sources, including *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*. Analysis of Variance showed significant difference in viable bacterial counts between municipal water (PDAM) and distilled water ($p < 0,05$). Municipal water contains viable bacterial counts higher than distilled water. Flushing dental unit waterlines for 1, 2, 3, 4, 5 minutes in both water sources reduces viable bacterial counts significantly ($p < 0,05$). Five minutes flushing reduces viable bacterial counts maximally.

Key words : dental unit waterlines, microbial contamination, flushing time

DAFTAR ISI

Sampul Depan.....	i
Sampul Dalam.....	ii
Prasyarat Gelar.....	iii
Persetujuan.....	iv
Penetapan Panitia.....	v
Ucapan terima kasih.....	vi
Ringkasan.....	viii
Abstrak.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sistim air dental unit.....	5
2.1.1. Bagian-bagian dari dental unit.....	5
2.1.2. Sumber air dental unit	6
2.1.3. Air PDAM	6
2.1.4. Air terdestilasi.....	9
2.2. Bakteriologi air.....	10
2.2.1 <i>E. coli</i>	11
2.2.2 <i>Pseudomonas</i>	15
2.2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganismes dalam air	18
2.3. Bakteri rongga mulut.....	22
2.4. Infeksi silang.....	23
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN	
3.1. Kerangka konseptual penelitian.....	26
3.2. Hipotesis.....	28
BAB 4 METODE PENELITIAN	
4.1. Rancangan penelitian.....	29
4.2. Sampel penelitian.....	29
4.3. Variabel Penelitian.....	30
4.3.1. Klasifikasi Variabel.....	30
4.3.2. Definisi operasional variabel.....	30
4.4. Bahan penelitian.....	32
4.5. Instrumen penelitian.....	33

4.6.	Lokasi dan waktu penelitian.....	33
4.7.	Prosedur penelitian	34
4.7.1.	Penelitian deskriptif tentang jenis bakteri pada air dari handpiece dental unit	34
4.7.1.1.	Pemeriksaan bakteri anaerob.....	34
4.7.1.2.	Pemeriksaan bakteri aerob.....	34
a.	Identifikasi <i>P. aeruginosa</i>	35
b.	Identifikasi <i>E. coli</i>	35
4.7.2.	Uji perbedaan jumlah koloni bakteri pada air dari handpiece dental unit dengan sumber air PDAM dan akuades dan pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 menit.....	40
4.8.	Cara analisis data.....	43
BAB 5 ANALISIS HASIL PENELITIAN		
5.1.	Data Penelitian.....	44
5.1.2.	Hasil pengamatan jenis bakteri pada air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dan akuades	44
5.1.3.	Hasil penghitungan koloni bakteri pada air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dan akuades pada berbagai interval waktu pembilasan.....	47
BAB 6 PEMBAHASAN		
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN		
7.1.	Kesimpulan.....	59
7.2.	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		
LAMPIRAN.....		
		64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beberapa bakteri patogen pada sumber air dan pengaruh yang ditimbulkannya	12
Tabel 2.2	Klasifikasi <i>Pseudomonas</i> yang menyebabkan penyakit pada manusia.....	15
Tabel 2.3	Rata-rata persentase bakteri pada rongga mulut orang dewasa.....	23
Tabel 2.4	Bakteri patogen yang dapat ditularkan dari rongga mulut selama perawatan gigi.	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Skema kerangka konseptual penelitian.....	28
Gambar 4.1. Hasil identifikasi <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	37
Gambar 4.2. Hasil identifikasi <i>Escherichia coli</i>	38
Gambar 4.3. Skema alur pemeriksaan jenis bakteri pada air dari <i>handpiece dental unit</i>	39
Gambar 4.4. Jumlah koloni bakteri dari sampel air <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dengan pengenceran $10^{-2} - 10^{-5}$ pada media agar BHI.....	41
Gambar 4.5. Jumlah koloni bakteri dari sampel air <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air akuades dengan pengenceran $10^{-2} - 10^{-5}$ pada media agar BHI.....	41
Gambar 4.6. Skema alur uji perbedaan jumlah koloni bakteri pada air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dan Akuades dan pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4, 5 menit	42
Gambar 5.1. Diagram batang jenis bakteri pada air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dan akuades.....	44
Gambar 5.2. Diagram batang jumlah MPN <i>E.coli</i>	45
Gambar 5.3. Gambaran preparat bakteri batang Gram positif dan batang Gram negatif dari sampel air PDAM pada pengamatan mikroskopis dengan perbesaran 1000 X.....	46
Gambar 5.4. Gambaran preparat bakteri kokus Gram positif dari sampel air akuades pada pengamatan mikroskopis dengan perbesaran 1000 X.....	46
Gambar 5.5. Grafik jumlah rata-rata koloni bakteri pada 8 sampel air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM pada berbagai interval waktu pembilasan.....	47
Gambar 5.6. Grafik jumlah rata-rata koloni bakteri pada 8 sampel air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air akuades pada berbagai interval waktu pembilasan.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengecatan Gram.....	64
Lampiran 2	Pengecatan Spora (Schaeffer Fulton).....	65
Lampiran 3	Identifikasi Bakteri.....	66
Lampiran 4	Tabel Probabilitas McCrady.....	68
Lampiran 5	Hasil pengamatan jenis bakteri pada air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dan akuades.....	69
Lampiran 6	Hasil pengamatan bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Escherichia coli</i> pada air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dan akuades.....	70
Lampiran 7	Hasil penghitungan koloni bakteri pada air dari <i>handpiece dental unit</i> dengan sumber air PDAM dan akuades pada berbagai interval waktu pembilasan.....	71
Lampiran 8	Uji Statistik.....	72

DAFTAR SINGKATAN

PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum
rpm	: <i>rotation per minute</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>
MPN	: <i>Most Probable Number</i>
CFU	: <i>Colony Forming Unit</i>
BHI	: <i>Brain Heart Infusion</i>
TPC	: <i>Total Plate Count</i>
EMB	: <i>Eosin Methylene Blue</i>
TSI	: <i>Triple Sugar Iron</i>
LSD	: <i>Least Sigificance Different</i>

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Air dari *dental unit* yang berasal dari *handpiece* diperlukan untuk proses pendinginan dan pembersihan pada prosedur perawatan gigi. Setiap *dental unit* dilengkapi dengan suatu pipa kecil saluran air yang terbuat dari bahan plastik yang fleksibel menuju ke masing-masing alat, baik itu *handpiece*, *syringe* air/udara, atau *scaler* ultrasonik. Sumber air yang digunakan untuk masing-masing *dental unit* dapat berupa air dari perusahaan air minum daerah setempat atau berupa air yang telah didestilasi. Berbagai jenis bakteri dapat tumbuh dan berkembang dalam air, dimana jenis dan jumlah bakteri yang tumbuh berbeda untuk berbagai macam sumber air (Rheinheimer, 1992; Vitug, 1999).

Air pada *dental unit* diketahui mengandung berbagai mikroorganisme. Mikroorganisme dominan yang dapat diisolasi berupa bakteri saprofit Gram negatif, kebanyakan berbentuk batang, merupakan komunitas bakteri pada air (Whitehouse, 1991; Barbeau, 1996; Walker, 2000). Bakteri lainnya adalah bakteri yang berasal dari rongga mulut penderita karena adanya aliran balik pada waktu pemakaian *handpiece* selama prosedur perawatan gigi. Bagga (1984) menyatakan bahwa setiap kali turbin *handpiece* berhenti berputar dan masih berada dalam rongga mulut maka kurang lebih 1 ml cairan rongga mulut yang mengandung mikroorganisme teraspirasi secara

spontan kedalam saluran air *handpiece*. Jumlah mikroorganismenya tersebut kurang lebih 54.000 sel per ml, terdiri dari bakteri fakultatif dan obligat anaerob dengan berbagai variasi tingkat virulensi. Bakteri diidentifikasi sebagai *Streptococcus* α dan non hemolitik, bakteri kokus Gram positif lainnya serta kokus Gram negatif (Kellett, 1980 ;Fitzgibbon, 1984; Martin, 1987).

Hal yang perlu menjadi perhatian adalah ditemukan adanya bakteri patogen oportunistik bagi manusia yaitu *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophilla*, *Mycobacterium* spp dan *Staphylococcus* spp pada air *dental unit* (Kellett, 1980; Martin, 1987; Whitehouse, 1991; Barbeau, 1996 ;Walker, 2000). *Pseudomonas* spp. ditemukan secara luas pada air, tanah, tumbuhan dan lingkungan yang lembab, merupakan penyebab utama infeksi nosokomial. Bakteri koliform dan terutama *Escherichia coli* digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi air (Speece, 1980; Volk, 1992; Tortora, 1995 ; Suriawiria, 1996).

Air pada *dental unit* dapat menjadi suatu ekosistem akuatik yang memungkinkan bakteri oportunistik patogen untuk berkolonisasi dan menjadi sumber penyebaran infeksi (Fitzgibbon, 1984; Martin, 1987). Hasil penelitian Martin (1987) menunjukkan bahwa pasien yang mendapatkan perawatan gigi pada *dental unit* yang terkontaminasi *Pseudomonas aeruginosa* ternyata membawa bakteri dengan tipe piosin yang sama pada rongga mulutnya selama 1-3 minggu kemudian, bahkan pada pasien dengan kondisi *imunocompromized*, penyakit akibat infeksi timbul hanya dalam waktu 3 hari setelah perawatan gigi.

Telah dilaporkan bahwa pembilasan (*flushing*) yaitu mengeluarkan air melalui *handpiece* selama waktu tertentu setelah pemakaian *dental unit* akan menurunkan jumlah bakteri kontaminan (Whitehouse, 1991; Barbeau, 1996; Lee, 1998). Pembilasan yang dilakukan setelah perawatan antar pasien pada klinik gigi adalah suatu upaya untuk mengurangi resiko infeksi silang. Lee (1998) menyatakan bahwa waktu efektif pembilasan untuk menurunkan jumlah koloni bakteri adalah 4 menit. Penelitian dari Barbeau (1996) menyatakan bahwa *flushing* selama 2 menit pertama berhasil menurunkan jumlah koloni bakteri hingga 96%. Mengingat adanya perbedaan sumber air yang digunakan pada *dental unit* untuk perawatan di klinik gigi, perlu diteliti waktu efektif pembilasan yang dapat menurunkan jumlah bakteri, pada penggunaan sumber air PDAM dan akuades. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri dalam air pada *handpiece dental unit* dan waktu efektif pembilasan untuk menurunkan jumlah sel bakteri .

1.2. Rumusan masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

- 1.2.1. Apa jenis bakteri yang ditemukan pada air dari *handpiece dental unit*.
- 1.2.2. Apakah ada perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* antara sumber air PDAM dengan akuades.
- 1.2.3. Apakah ada perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* pada pembilasan dengan interval waktu berbeda.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1.3.1 Mengetahui jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit*.
- 1.3.2 Membuktikan adanya perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades.
- 1.3.3 Membuktikan adanya perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* pada pembilasan dengan interval waktu berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai :

- 1.4.1 Jenis dan jumlah koloni bakteri pada air *dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades sehingga dokter gigi dapat waspada terhadap kemungkinan bahaya infeksi yang dapat ditimbulkannya.
- 1.4.2 Waktu efektif pembilasan yang dapat menurunkan jumlah sel bakteri sebagai salah satu upaya untuk mengurangi resiko penularan infeksi silang, agar dapat diterapkan pada penggunaan *handpiece dental unit* di klinik gigi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Sistim air dental unit*

2.1.1. Bagian-bagian dari *dental unit*

Dental unit adalah suatu unit peralatan untuk pemeriksaan dan perawatan gigi, terdiri dari kursi yang diperlengkapi dengan mesin *dental unit*. Mesin *dental unit* terdiri dari peralatan elektrik, mekanis dan fasilitas sistem aliran air dan udara dihubungkan pada *dental unit* sesuai dengan kegunaan untuk masing-masing tindakan operasional perawatan gigi (Zwemer, 1993).

Salah satu alat utama yang digunakan pada *dental unit* adalah *handpiece* yaitu suatu alat genggam, pemegang instrumen putar untuk memotong struktur gigi, membersihkan gigi dan memulas restorasi gigi. Bagian alat terdiri dari ujung alat dan tangkai dengan berbagai variasi sudut sesuai keperluan penggunaan, dihubungkan dengan kabel ke mesin *dental unit* (Jablonski, 1982). Pada mesin *dental unit* dengan turbin udara, kecepatan putar *handpiece* berkisar antara 100.000 – 400.000 rpm, sehingga pada operasional pemakaiannya harus selalu disertai dengan pengeluaran air untuk proses pendinginan dan pembersihan area perawatan. Untuk kepentingan tersebut setiap *dental unit* dilengkapi dengan suatu pipa kecil saluran air yang terbuat dari bahan plastik yang fleksibel menuju ke *handpiece*.

2.1.2. Sumber air *dental unit*.

Sumber air yang digunakan untuk masing-masing *dental unit* dapat berupa air dari perusahaan air minum daerah setempat atau berupa air yang telah didestilasi. Tempat penampungan air pada *dental unit* adalah botol yang ditempatkan pada bagian khusus dari *dental unit* untuk keperluan tersebut. Pada *dental unit* tertentu, khususnya yang menggunakan sumber PDAM, air dialirkan secara langsung dari sumber PDAM terdekat. Sistem air dari *dental unit* ini sering kali terkontaminasi oleh mikroorganisme, hal ini mungkin merupakan sumber infeksi yang potensial baik untuk pasien maupun dokter gigi dan stafnya (Walker, 2000).

2.1.3. Air PDAM

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah instansi yang menyediakan air bersih sebagai salah satu sumber air utama bagi komunitas masyarakat. Air merupakan syarat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup, kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan. Bahan baku air berasal dari sumber air atau sungai yang diolah dengan serangkaian proses sebelum dapat dikonsumsi oleh masyarakat pengguna. Pengolahan air secara lengkap bertujuan untuk mengontrol kualitas air yang dihasilkan baik secara fisik, kimia dan bakteriologis (Speece, 1980; Rump dan Krist, 1989; Suriawiria, 1996).

Proses pengolahan air minum pada instalasi penjernihan PDAM Surabaya meliputi tiga proses utama yaitu (a) aerasi; (b)

klarifikasi; (c) disinfeksi (Anonim dalam Ni'matuzaroh, 1996). Sebelum melalui tahap pertama yaitu aerasi, air baku disaring dengan tujuan untuk menangkap benda-benda yang cukup besar dan benda-benda yang melayang dipermukaan air selanjutnya masuk ke bangunan *intake* yaitu penyadap air baku dari sungai dengan debit air 1300 l/detik kemudian ke sumur penyeimbang untuk mengatur laju kecepatan air sebelum masuk ke aerator.

a. Proses aerasi.

Proses aerasi bertujuan untuk mengurangi kandungan bahan organik pada air baku dan menghilangkan gas-gas yang terlarut di dalamnya. Manfaat lainnya dari proses ini adalah meliputi oksidasi Fe tak terlarut dan Magnesium yang ada dalam air, menggantikan gas CO_2 dengan oksigen, menggantikan gas H_2S untuk menghilangkan bau dan rasa serta menghilangkan bau yang disebabkan oleh algae, mikroba, atau dari komponen senyawa kimia.

b. Proses klarifikasi.

Proses klarifikasi meliputi proses prasedimentasi, sedimentasi dan saringan pasir cepat. Proses prasedimentasi dilakukan pada beberapa bak penyimpanan yang berfungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel-partikel seperti pasir lempung dan zat-zat lain yang dapat mengendap secara gravitasi. Proses ini berfungsi sebagai pengolahan pendahuluan yang bertujuan mencegah beban yang berlebihan dengan adanya lumpur yang mengendap dan menurunkan dosis koagulan. Selain bak prasedimentasi

terdapat pula bak pengaduk cepat yang berfungsi sebagai tempat proses pencampuran koagulan dengan air baku sehingga terjadi koagulasi. Bahan koagulan yang umum dipakai adalah tawas dan polimer.

Pada proses sedimentasi dilengkapi dengan bak flokulasi dan klarifikasi, berfungsi sebagai tempat pengendapan partikel-partikel yang telah terbentuk selama proses flokulasi.

Proses selanjutnya adalah saringan pasir cepat dimana terdapat bak dengan beberapa unit saringan pasir cepat. Pencucian menggunakan udara serta air bersih dengan kapasitas tertentu. Bangunan filtrasi ini berfungsi untuk menyaring flok-flok yang tidak dapat diendapkan selama proses sedimentasi. Proses penyaringan ini dilakukan setelah proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Bahan yang digunakan pada proses filtrasi adalah anthrasite, pasir dan kerikil. Pertama-tama udara dialirkan ke bahan-bahan filter selama waktu tertentu hingga gelembung-gelembung udara diperkirakan habis, kemudian air dialirkan pada bahan-bahan filter hingga kotoran benar-benar bersih dan filter siap dioperasikan.

- c. Proses disinfeksi merupakan proses pembubuhan bahan atau senyawa disinfektan, dimana senyawa yang biasa digunakan adalah gas klorin. Tujuan utama proses disinfeksi adalah untuk memenuhi persyaratan bakteriologis bagi air minum atau membunuh bakteri yang masih lolos pada proses saringan pasir cepat. Gas klorin dapat mengoksidasi zat-zat organik sebagai

reduktor, mengurangi bau dan mencegah berkembangbiaknya bakteri pada sistem distribusi air bersih.

Parameter bakteri sebagai persyaratan air minum menurut WHO adalah *Most Probable Number (MPN)* bakteri koliform = 0 per100 ml air, *MPN E. coli* =0 per 100ml air, dan jumlah kandungan bakteri dalam *Total Plate Count (TPC)* tidak lebih dari 100 *CFU* per ml air. Sedangkan persyaratan air minum menurut Departemen Kesehatan RI *MPN* bakteri koliform = 0 per100 ml air, *MPN E. coli* =0 per 100 ml air, dan jumlah kandungan bakteri dalam *Total Plate Count (TPC)* tidak lebih dari 200 *CFU* per ml air (Anonim², 1996; Anonim³, 1996).

2.1.4. Air terdestilasi

Air terdestilasi, sering disebut dengan akuades adalah air yang telah mengalami proses destilasi yaitu air dipanaskan hingga titik didihnya kemudian uap yang terjadi didinginkan melalui tabung pendingin dan berkondensasi membentuk air yang sudah terdestilasi. Pada proses ini akan didapatkan air yang murni, dimana unsur-unsur yang terdapat dalam air sebelum diproses, baik itu kotoran atau unsur lain yang mempunyai titik didih lebih tinggi dari air tidak akan menguap dan berkondensasi sehingga dapat dipisahkan dari air (Martindale, 1993). Akuades sebaiknya ditempatkan dalam kontainer gelas atau plastik yang terlindung dari atmosfer. Tempat penyimpanan sebaiknya dicuci secara periodik. Kualitas akuades dapat dikontrol dengan jalan menambahkan 2 tetes asam nitrat dan 1 ml cairan perak

nitrat kedalam 10 ml akuades. Pada uji ini akuades seharusnya tetap tampak jernih, bila tampak adanya sedikit warna putih kekeruhan hal ini menunjukkan rendahnya kualitas akuades tersebut (Anonim¹, 1980).

2.2. Bakteriologi air

Rumus kimia air dilingkungan laboratorium adalah H_2O , tetapi pada kenyataannya di alam, rumus tersebut adalah $H_2O + X$, dimana X adalah berbentuk karakteristik biologik atau non biologik (Suriawiria, 1996). Air adalah merupakan habitat bagi berbagai macam mikroorganisme. Bakteri yang hidup dalam air terdiri dari bakteri aquatik (autochthonous) yang habitatnya memang didalam air dan hanya dapat berkembang didalamnya, sejumlah bakteri zymogenous dari habitat lain juga dapat dijumpai. Bakteri ini sebagian terdapat diberbagai tempat dan dapat berproliferasi pada berbagai habitat yang berbeda termasuk didalamnya adalah air (Rheinheimer, 1992). Diantara bakteri aquatik tersebut yang paling sering dijumpai adalah bakteri sulfur, bakteri besi, bakteri bentuk spiral yang hidup bebas, beberapa spesies berpigmen dan non pigmen serta bakteri pembentuk spora. Selain itu, karena sumber air biasanya kontak dengan tanah, sering juga dijumpai adanya bakteri tanah misalnya spesies *Bacillus*. Kelompok bakteri besi misalnya *Crenothrix* dan *Sphaerotilus* mampu mengoksidasi senyawa ferro menjadi ferri, dapat menyebabkan perubahan warna pada air yang disimpan lama. Kelompok bakteri belerang, misalnya *Chromatium* dan *Thiobacillus*

mampu mereduksi senyawa sulfat, dapat menghasilkan bau yang khas. Mikroorganisme patogen seharusnya bukanlah bagian dari flora normal air, keberadaannya karena kontaminasi dari sumber eksternal berpotensi untuk menimbulkan bahaya. Perlu diwaspadai bahwa meskipun keadaan fisik air tersebut terlihat bersih dan jernih tetapi ada kemungkinan mengandung berbagai bahan kimia yang toksik atau mikroorganisme patogenik (Volk, 1992; Suriawiria, 1996). Beberapa mikroorganisme patogen pada sumber air dapat dilihat pada tabel 2.1.

2.2.1 *Escherichia coli*

E.coli adalah bakteri berbentuk batang , Gram negatif, (aerob atau) fakultatif anaerob, motil (flagela peritrikus) atau non motil dan tidak membentuk spora. Bentuk koloni bundar, cembung, halus dengan tepi yang nyata, pada media perbenihan diferensial misalnya agar EMB morfologi koloni khas dengan kilau iridesen / *metallic sheen*. *E.coli* memberikan hasil yang positif untuk uji indol, lisin dekarboksilase, katalase, memfermentasi glukosa dan laktosa, mereduksi nitrat menjadi nitrit. Penggolongan serologis didasarkan antigen O-somatik , K- kapsular dan H-flagelar. *E.coli* adalah flora normal dari saluran pencernaan dan kebanyakan galurnya bersifat non patogenik. Bakteri bersifat patogen hanya bila berada diluar saluran pencernaan -tempat normal dimana tempatnya berada- atau di lokasi lain di mana flora normal jarang terdapat.

Tabel 2.1. Beberapa bakteri patogen pada sumber air dan pengaruh yang ditimbulkannya

Bakteri	Signifikansi medis	Rute utama paparan ¹⁾	Ketahanan hidup pada air ²⁾	Ketahanan terhadap klorin ³⁾	Dosis infeksi relatif ⁴⁾	Hewan reservoir utama
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Tinggi	O	Moderat	Rendah	Moderat	Ada
<i>Escherichia coli</i> patogenik	Tinggi	O	Moderat	Rendah	Tinggi	Ada
<i>Salmonella typhi</i>	Tinggi	O	Moderat	Rendah	Tinggi	Tidak
<i>Salmonellae</i> lain	Tinggi	O	Lama	Rendah	Tinggi	Ada
<i>Shigella spp</i>	Tinggi	O	Singkat	Rendah	Moderat	Tidak
<i>Vibrio cholerae</i>	Tinggi	O	Singkat	Rendah	Tinggi	Tidak
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Tinggi	O	Lama	Rendah	Tinggi(?)	Ada
<i>Legionella</i>	Tinggi	I	Dapat multiplikasi	Moderat	Tinggi	Tidak
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Moderat	K, IN	Dapat multiplikasi	Moderat	Tinggi(?)	Tidak
<i>Aeromonas spp</i>	Moderat	O, K	Dapat multiplikasi	Rendah	Tinggi(?)	Tidak
<i>Mycobacterium atypical</i>	Moderat	I, K	Dapat multiplikasi	Tinggi	(?)	Tidak

(WHO, 1996)

Keterangan

- 1) O : Ingesti oral, I : inhalasi dari aerosol, K : kontak dengan kulit/mukosa, IN : ingesti pada pasien immunosupresi
- 2) Periode deteksi infeksi pada air dengan suhu 20°C.
Singkat : kurang dari 1 minggu, moderat : 1 minggu sampai 1 bulan, panjang : lebih dari 1 bulan
- 3) Tingkat infeksi yang terjadi bila bakteri berada dalam air dengan waktu kontak dan dosis klorin konvensional
Moderat : bakteri tidak dapat dimusnahkan secara sempurna, Rendah : bakteri dapat dimusnahkan secara sempurna
- 4) Dosis yang diperlukan untuk menyebabkan infeksi pada 50% sukarelawan dewasa yang sehat
- (?) Tidak diketahui atau tidak pasti



Galur *E.coli* yang bersifat patogen dapat dikelompokkan sebagai :

(a) *E.coli* enteropatogenik (EPEC)

E.coli enteropatogenik adalah penyebab penting wabah diare pada bayi. Bakteri melekat pada sel mukosa usus kecil, terjadi penumpukan mikrovili, kadang masuk dalam sel mukosa, dapat terlihat lesi yang khas pada mikrograf elektron dari biopsi lesi di usus kecil. Akibat dari infeksi EPEC adalah diare cair yang biasanya sembuh sendiri atau dapat berkembang menjadi kronik.

(b) *E.coli* enterotoksigenik (ETEC)

E.coli enterotoksigenik adalah penyebab yang sering pada diare wisatawan dan diare pada bayi di negara berkembang. ETEC menghasilkan enterotoksin tidak tahan panas (LT) yang mirip dengan toksin kolera, enterotoksin tahan panas (ST) atau keduanya. Produksi dari enterotoksin dikendalikan oleh plasmid. Kemampuan bakteri untuk menyebabkan penyakit tergantung tidak hanya pada produksi toksin tetapi juga kemampuan untuk berkolonisasi pada sel epitel usus kecil. Berbagai faktor kolonisasi atau adhesin memungkinkan bakteri untuk melekat pada mukosa intestinal.

(c) *E.coli* enterohemoragik (EHEC)

Galur ini menghasilkan verotoksin, dinamai sesuai dengan efek sitotoksiknya pada sel Vero, suatu sel ginjal dari monyet Afrika. Verotoksin memiliki banyak sifat yang mirip dengan toksin Shiga tetapi berbeda secara antigenik dan genetik. Dari serotip *E.coli* yang menghasilkan verotoksin, O157:H7 adalah yang paling

sering dan yang dapat diidentifikasi dalam spesimen klinik. EHEC menyebabkan penyakit yang berkisar dari diare ringan sampai kolitis hemoragik, bentuk diare yang berat dan dengan sindroma uremia hemolitik, suatu penyakit akibat gagal ginjal yang akut, anemia hemolitik mikroangiopatik dan trombositopenia.

(d) *E.coli* enteroinvasif (EIEC)

E.coli enteroinvasif menimbulkan penyakit yang mirip dengan shigelosis. Seperti *Shigella*, galur EIEC bersifat tidak memecah laktosa, atau melakukan fermentasi laktosa dengan lambat serta bersifat non motil. EIEC menimbulkan penyakit melalui invasinya ke sel epitel mukosa usus.

(d) *E.coli* enteroagregatif (EAEC)

E.coli enteroagregatif menyebabkan diare akut dan kronik pada masyarakat di negara berkembang. Bakteri ini ditandai dengan pola khas perlekatannya pada sel manusia. Sangat sedikit yang diketahui mengenai virulensi dan epidemiologi penyakit yang disebabkan.

Selain menimbulkan penyakit pada saluran gastrointestinal, *E.coli* juga dapat menimbulkan infeksi pada saluran kemih, infeksi pada luka, pneumonia, meningitis dan sepsitemia (Anonim², 1996; Jawetz, 1996; Murray, 1999).

Adanya *E.coli* pada sumber air mengindikasikan adanya kontaminasi fekal. Pencemaran materi fekal dalam air tidak dikehendaki, baik ditinjau dari segi estetika, kebersihan, sanitasi maupun kemungkinan terjadinya infeksi yang berbahaya. Dengan

memperhatikan adanya spesies anggota *Enterobacteriaceae* lain yang bersifat mirip dengan *E.coli* maka identifikasi adanya bakteri koliform dan *E.coli* sangat signifikan sebagai indikator pencemaran air (Speece, 1980; Rump dan Krist, 1989; Suriawiria, 1996).

2.2.2. *Pseudomonas*

Pseudomonas spp adalah bakteri berbentuk batang lurus atau sedikit bengkok, aerob, Gram negatif, tidak membentuk spora, motil karena adanya satu atau lebih flagela polar, berukuran panjang 1,5-5 μm dan lebar 0,5 – 1 μm . Pada pemeriksaan mikroskopis bakteri terlihat sebagai bakteri tunggal, berpasangan dan kadang membentuk rantai yang pendek. Klasifikasi *Pseudomonas* didasarkan pada homologi rRNA/DNA dan ciri khas biakan. Beberapa spesies yang penting dalam bidang kedokteran dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi pseudomonas yang menyebabkan penyakit pada manusia

Grup dan Subgrup Homologi rRNA	Genus dan Spesies
I. Grup fluoresen	<i>P. aeruginosa</i> , <i>P. fluorescens</i> <i>P. putida</i>
Grup non fluoresen	<i>P. stutzeri</i> , <i>P. mendocina</i> <i>P. alcaligenes</i> , <i>P. pseudo-</i> <i>alcaligenes</i>
II	<i>P. pseudomallei</i> , <i>P. mallei</i> , <i>P. cepacia</i> , <i>P. picketti</i>
III dan IV	Berbagai spesies yang jarang diisolasi dari manusia
V	<i>Xanthomonas maltophilia</i>

(Jawetz, 1996)

Pseudomonas ditemukan secara luas di air, tanah, tumbuhan dan hewan. Dalam jumlah kecil *P.aeruginosa* sering terdapat dalam flora usus normal atau pada kulit manusia. *P.aeruginosa* merupakan patogen utama dalam kelompoknya baik dalam jumlah dan tipe dari infeksi yang ditimbulkannya dan kaitannya dengan morbiditas dan mortalitas. Karena daya tahan hidupnya dalam lingkungan air maka organisme ini terutama *P.aeruginosa* adalah salah satu penyebab infeksi nosokomial pada lingkungan rumah sakit. Bakteri ini dapat tinggal pada manusia yang normal dan berlaku sebagai saprofit (Bennet, 1992; Woodall, 1993). Spesies *Pseudomonas* lain jarang menimbulkan penyakit.

P.aeruginosa adalah aerob obligat, pada media pembiakan membentuk koloni halus, bulat dengan warna fluoresensi kehijauan. Bakteri ini sering menghasilkan piosianin, pigmen kebiru-biruan tak berfluoresensi, yang berdifusi kedalam agar. Spesies *Pseudomonas* lain tidak menghasilkan pigmen ini. Beberapa galur *P.aeruginosa* juga menghasilkan pigmen pioverdin (berfluoresensi dengan warna kehijauan), piorubin (warna merah gelap) dan piomelanin (hitam). Hal lain untuk mengidentifikasi *P.aeruginosa* dan membedakan dari spesies *Pseudomonas* lainnya adalah kemampuan untuk tumbuh pada suhu 42⁰C, oksidase positif, dan tidak meragi karbohidrat. Biakan dari pasien dengan kistik fibrosis sering menghasilkan koloni *P.aeruginosa* yang sangat mukoid sebagai hasil produksi berlebihan dari alginat suatu eksopolisakarida.

P.aeruginosa adalah bakteri oportunistik patogen. Penyakit pada manusia yang ditimbulkan oleh bakteri ini lebih banyak karena adanya kontak dibandingkan karena ingesti melalui air minum. Infeksi karena ingesti biasanya hanya terjadi pada pasien dengan keadaan immunosupresi. *P.aeruginosa* hanya bersifat patogen bila masuk ke daerah dengan fungsi pertahanan yang abnormal, misalnya pada kulit atau mukosa yang terbuka karena kerusakan jaringan langsung atau pada pasien dengan keadaan immunosupresi. Penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri ini spektrumnya sangat luas, dapat berupa infeksi superfisial sampai dengan sepsis yang fulminan. Infeksi pada penderita dengan keadaan immunosupresi akan menimbulkan masalah yang besar. Infeksi *P.aeruginosa* pada komunitas individu non immunosupresi cenderung lebih terlokalisir, biasanya berkaitan dengan penggunaan air atau cairan lain yang terkontaminasi oleh bakteri ini. *P.aeruginosa* menimbulkan infeksi pada luka dan luka bakar; meningitis bila masuk bersama punksi lumbal; infeksi saluran kemih bila masuk bersama kateter dan instrumen lain atau dalam larutan untuk irigasi. Keterlibatan saluran nafas terutama dari respirator yang terkontaminasi, mengakibatkan pneumonia yang disertai nekrosis. Bakteri sering menyebabkan otitis eksterna pada perenang karena kontaminasi pada air kolam renang. Pada penderita diabetes dapat terjadi otitis eksterna invasif / maligna. Infeksi pada mata terjadi karena adanya cedera atau pasca pembedahan pada kornea, berupa ulser pada kornea yang dapat berkembang cepat dan mengakibatkan kerusakan mata. Pada bayi

dan anak-anak atau penderita yang lemah *P.aeruginosa* dapat menyerang aliran darah dan mengakibatkan sepsis yang fatal. Telah dilaporkan adanya kasus pembengkakan dan abses rongga mulut pada dua orang pasien dengan kondisi *immunocompromized* pasca perawatan gigi dengan menggunakan *dental unit* yang airnya terkontaminasi *P.aeruginosa* (Martin, 1987).

Pola kepekaan *P.aeruginosa* bervariasi secara geografik, uji kepekaan harus dilakukan sebagai pedoman untuk pemilihan terapi antimikroba. Infeksi *P.aeruginosa* yang penting dalam klinik tidak boleh diobati dengan terapi obat tunggal karena keberhasilan terapi semacam itu rendah dan bakteri dapat dengan cepat menjadi resisten. Penisilin yang bekerja aktif terhadap *P.aeruginosa*, yaitu tikarsilin, mezlosilin, piperasilin, digunakan dalam kombinasi dengan aminoglikosida, biasanya gentamisin, tobramisin atau amikasin. Obat lain yang aktif terhadap *P.aeruginosa* antara lain aztreonam, imipenem, kuinolon baru, termasuk siprofloksasin. Sefalosporin generasi baru, seftazidim dan sefoperason aktif melawan *P.aeruginosa*; seftazidim digunakan secara primer pada infeksi *P.aeruginosa* (Jawetz, 1996; Murray, 1999).

2.2.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri dalam air

Bakteri dapat hidup dalam air secara bebas atau tumbuh pada *substratum* padat. Sebagian besar mampu untuk berkembang dan hidup dengan kedua macam cara tersebut, tetapi ada pula yang hanya dapat hidup dengan salah satu cara. Sebagian besar bakteri

aquatik bersifat motil karena adanya flagela atau kemampuan untuk bergerak pada permukaan *substratum* padat (Rheinheimer, 1992). Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri didalam air adalah :

(a) *Biofilm*

Pada pipa atau saluran air dijumpai adanya pembentukan lapisan tipis mikrobial yang sering disebut dengan istilah *biofilm*. *Biofilm* ini terjadi akibat perlekatan bakteri serta kolonisasi pada permukaan substratum padat. *Biofilm* terdiri atas akumulasi sel, produk ekstra seluler serta debris organik dan inorganik. Terbentuk matriks anion hidrasi tinggi dimana nutrisi dapat terperangkap di dalamnya, disamping itu menghasilkan suatu proteksi terhadap beberapa agen antibakterial, biosida dan antibiotika sehingga merupakan lingkungan yang menguntungkan untuk pertumbuhan bakteri termasuk bakteri patogen (Whitehouse, 1991; Ford, 1993).

(b) Temperatur

Temperatur adalah salah satu faktor yang penting di dalam proses kehidupan semua mikroorganisme. Beberapa jenis mikroorganisme dapat hidup pada daerah temperatur yang luas sedang jenis lainnya pada temperatur terbatas. Pada umumnya batas daerah temperatur bagi kehidupan mikroorganisme adalah $0^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$, sehingga untuk masing-masing mikroorganisme dikenal nilai temperatur minimum, optimum dan maksimum. Temperatur mempengaruhi laju pertumbuhan mikroorganisme, kebutuhan nutrisi, komposisi enzimatis dan kimiawi dari sel.

(c) Tekanan atmosfer

Tekanan atmosfer yang tinggi akan mengakibatkan meningkatnya beberapa reaksi kimia, pengecilan volume koloid organik enzim, molekul, menaikkan viskositas cairan serta disosiasi elektrolit dan denaturasi protein. Beberapa bakteri mampu hidup dan tumbuh secara optimum pada tekanan tinggi lebih dari 500 atm pada laut yang dalam, disebut bakteri barofilik (Rheinheimer, 1992; Suriawiria, 1996).

(d) Turbiditas

Turbiditas air mempengaruhi kehidupan mikroorganisme akuatik, hal ini dipengaruhi oleh *seston*, yaitu material yang terendam dalam air, baik yang hidup atau mati. *Seston* dapat berupa partikel kecil dari bahan mineral dalam air, *detritus* yang terdiri dari bahan inorganik dan organik atau plankton ukuran kecil yang mengapung dalam air. *Seston* ini mempunyai peranan penting sebagai substrat dari berbagai mikroorganisme. Partikel *detritus* menghasilkan suatu permukaan bagi beberapa bakteri dan fungi. Komponen organik dan juga inorganik digunakan sebagai sumber nutrisi secara langsung. Disamping itu, partikel yang ada dalam air, baik yang berasal dari organik atau mineral dapat mengabsorpsi nutrisi yang berada dalam air pada dilusi yang tinggi ke permukaannya sehingga mikroorganisme mendapatkan lingkungan nutrisi yang lebih menguntungkan disini dibanding pada air bebas (Steel, 1985; Rheinheimer, 1992).

Beberapa jenis bakteri mempunyai kemampuan untuk hidup dan berkembang biak dalam air yang murni (Vitug, 1999). *Pseudomonas cepacia* mempunyai kemampuan yang paling besar, Carson dalam Bennet (1992) menyatakan bahwa galur bakteri ini dapat bermultiplikasi sampai sejumlah 10^7 sel per mililiter air dan bertahan dalam jumlah tersebut selama beberapa minggu pada air terdestilasi. Kemampuan daya tahan yang tinggi ini juga dimiliki oleh *P. aeruginosa*, di mana galur bakteri ini selain mampu beradaptasi pada air terdestilasi juga relatif resisten terhadap disinfektan. Bakteri yang lain adalah *Acinetobacter calcoaceticus*, *Flavobacterium meningosepticum*, *Pseudomonas spp*, *Acromobacter spp*, *Aeromonas hydrophila*, *Flaviomonas* dan beberapa *Mycobacteria* non tuberkulosis. Tampaknya semua lingkungan daerah yang basah dan lembab baik itu air kran, bak atau tangki air, tempat cuci dalam hal ini khususnya di klinik atau rumah sakit dapat terkontaminasi oleh satu atau lebih bakteri air tersebut hingga sampai pada jumlah yang tinggi.

Sejumlah besar mikroorganisme diketahui dapat hidup didalam air *dental unit*. Sebagian besar dari bakteri tersebut adalah organisme air dari sumber air utama yang berkolonisasi didalam pipa atau saluran pada *dental unit*. Bakteri dimungkinkan untuk hidup dan bermultiplikasi pada sistem air *dental unit* karena adanya suatu keadaan lingkungan yang stagnan dengan temperatur hangat yang sesuai untuk pertumbuhan. Mikroorganisme tersebut dapat berasal dari mikroflora pada sumber air atau mikroorganisme yang berasal dari rongga mulut penderita karena adanya aliran balik sehingga

masuk kedalam sistim air *dental unit*. Pada penelitian-penelitian yang terdahulu telah didapatkan tingginya jumlah mikroorganisme yang persisten dalam air pada *dental unit*. Mikroorganisme dominan yang dapat diisolasi berupa bakteri saprofit Gram negatif, kebanyakan berbentuk batang, merupakan komunitas bakteri pada air. Bakteri lainnya adalah bakteri yang berasal dari rongga mulut penderita (Whitehouse, 1991; Barbeau, 1996; Walker, 2000).

2.3. Bakteri rongga mulut

Rongga mulut adalah merupakan suatu lingkungan yang sangat mendukung bagi berbagai macam bakteri, ragi, jamur, mikoplasma protozoa dan virus. Struktur rongga mulut yang bervariasi berupa mukosa, lidah, celah gingiva dan anatomi gigi meningkatkan perlekatan dan pertumbuhan berbagai macam populasi mikrobial. Komponen saliva, eksudat dan sel epitelial adalah merupakan sumber nutrisi intrinsik dalam jumlah yang berlebih bagi flora rongga mulut. Selain itu makanan yang dicerna melalui mulut adalah merupakan sumber nutrisi ekstrinsik. Sumber-sumber nutrisi tersebut, ditambah dengan variasi dari permukaan epitelial untuk perlekatan, suhu dan kelembaban menghasilkan suatu lingkungan yang sempurna untuk komunitas mikrobial yang aktif (Burnett dan Schuster dalam Woodall, 1993). Bakteri flora normal rongga mulut terdistribusi dalam berbagai area dengan proporsi tertentu. Rongga mulut terbagi menjadi empat ekosistem utama berdasarkan atas distribusi dari flora normal yang menghuni serta kriteria fisik dan morfologis. Ekosistem tersebut

adalah : epitelium bukal, dorsum lidah, permukaan gigi supragingival dan sub gingival gigi serta permukaan epitelial crevicular dimana masing-masing mempunyai kombinasi determinan ekologi tertentu yang berhubungan dengan jenis mikroflora yang ada. (Slots, 1992). Jenis bakteri dan distribusinya dapat dilihat dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3. Rata-rata persentase bakteri pada rongga mulut orang dewasa

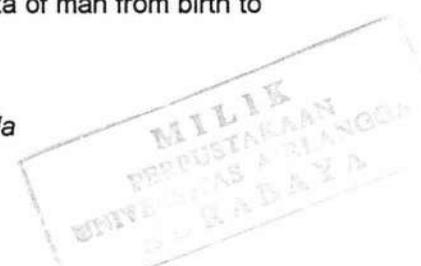
Jenis bakteri	Celah gingiva	Plak gigi	Lidah	Saliva
Kokus Gram positif fakultatif	28,8	28,2	44,8	46,2
Streptokokus	27,1	27,9	38,3	41,0
<i>S. salivarius</i>	TT*	TT*	8,2	4,6
Enterokokus	7,2	-	TT*	1,3
Stafilokokus	1,7	0,3	6,5	4,0
Kokus anaerob Gram positif	7,4	12,6	4,2	13,0
Kokus fakultatif Gram negatif	0,4	0,4	3,4	1,2
Kokus anaerob Gram negatif	10,7	6,4	16,0	15,9
Batang fakultatif Gram positif	15,3	23,8	13,0	11,8
Batang anaerob Gram positif	20,2	18,4	8,2	4,8
Batang fakultatif Gram negatif	1,2	TT*	3,2	2,3
Batang anaerob Gram negatif	16,1	10,4	8,2	4,8
<i>Fusobacterium</i>	1,9	4,1	0,7	0,3
<i>P. melaninogenicus</i> **	4,7	TT*	0,2	TT*
<i>V. sputorum</i>	3,8	1,3	2,2	2,1
<i>Bacteroides</i> lain	5,6	4,8	5,1	2,4
Spiroketa	1,0	TT*	TT*	TT*

Dari Socransky SS dan Manganinello SD : The oral microbiota of man from birth to senility, J Periodontol 42:485, 1971

Keterangan :

* TT : tidak terdeteksi

** sebelumnya *Bacteroides melaninogenicus*, saat ini *Prevotella*



2.4. Infeksi silang

Penularan penyakit infeksi dapat terjadi melalui rute oral, saluran pernafasan, kontak agen infeksi dengan kulit atau mukosa yang

terbuka dan melalui peredaran darah. Rongga mulut adalah salah satu area dengan konsentrasi mikrobial yang tinggi. Diperkirakan satu tetes saliva mengandung kurang lebih 600.000 bakteri, sedangkan satu ujung ekskavator plak gigi dapat mengandung kurang lebih 200 juta bakteri (Palenik dalam Woodall, 1993). Beberapa perawatan gigi seperti ekstraksi gigi, perawatan jaringan periodontal, injeksi, endodontik menghasilkan paparan jaringan setempat pada agen eksternal, dalam hal ini rute penularan penyakit adalah melalui jaringan yang terbuka dan peredaran darah atau inhalasi.

Dokter gigi dan stafnya secara konstan berkontak dengan rongga mulut pasien dimana terdapat saliva, membran mukosa, darah dan cairan tubuh lain yang mungkin infeksius. Kemungkinan terjadi penularan infeksi antar pasien ataupun antara dokter gigi dan stafnya adalah sama besar. Prosedur standar aseptis adalah hal yang sangat perlu mendapat perhatian dalam perawatan di klinik gigi. Sebagai usaha preventif lainnya perlu diketahui jenis bakteri patogen dan mekanisme penularannya. Beberapa bakteri patogen yang dapat ditularkan dari rongga mulut selama perawatan gigi dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Bakteri patogen yang dapat ditularkan dari rongga mulut selama perawatan gigi

Bakteri	Penyakit	Cara penularan	Lain-lain
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberkulosis paru, limfonodi, meningen, ginjal, tulang, kulit, jaringan orofaring	Organisme ditemukan pada sputum, ditularkan secara droplet respiratoris atau kontak dengan obyek	Tahan terhadap bahan kimiawi, bertahan lama pada permukaan kering selama berminggu-minggu
<i>Treponema pallidum</i>	Sifilis Primer – chancre pada bibir, lidah, mukosa oral Sekunder – rekuren pada mukosa	Kontak dengan lesi oral, kontaminasi darah atau penetrasi epitel	Penyakit sangat infeksiif pada stadium primer dan sekunder
<i>Staphylococcus aureus</i>	Infeksi luka, abses, selulitis, meningitis, osteomielitis, sindoma toksik	Organisme ditemukan pada hidung, mulut, kulit, kontak dengan darah yang terkontami nasi atau benda mati	Tahan pada permukaan yang kering, 30% populasi adalah <i>carrier</i> nasofaringeal yang asimtomatik
<i>Streptococcus pyogenes, viridans, pneumoniae</i>	'Strep' throat, abses peritonsilar, faringitis demam rematik, demam Scarlet, glomerulonefritis, subakut bakterial endokarditis, pneumonia perikarditis, meningitis	Organisme ditemukan dalam saliva, nasofaring, kontak dengan darah yang terkontami nasi atau benda mati	Tahan pada permukaan yang kering, 10% populasi adalah <i>carrier</i> nasofaringeal yang asimtomatik
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Dapat menyebabkan infeksi hampir disemua organ, khususnya pada pasien dengan daya tahan tubuh yang rendah	Hidup dalam sumber air, ditularkan melalui aliran darah oleh sumber air yang terkontaminasi	Perlu pemantauan dari sistem filter air dan perawatan dari salurannya untuk mencegah penularan
<i>Candida albicans</i>	Dewasa : kandidiasis Anak : ruam pada kulit atau membran mukosa	Mulut, kuku, paru, kulit, saluran cerna, vagina, ditularkan melalui kontak	Lesi pada bibir mirip dengan defisiensi riboflavin
<i>Actinomyces israelii</i>	Aktinomikosis pada rongga mulut, wajah, leher rongga abdomen, paru	Pada tonsil, gigi karies, kalkulus Luka terbuka, area ekstraksi, pulpa terbuka, penularan melalui aliran darah dan inokulasi jaringan	Infeksi terjadi karena paparan yang berulang, setelah pembedahan, luka atau iritasi kronik
<i>Chlamydia trachomatis</i>	Limfogranuloma venereum	Lesi oral (utama lidah) dapat menginfeksi tangan dari personel perawat gigi	Tipe penyakit ini lebih sering ditemui di daerah tropik
<i>Haemophilus influenzae</i>	Faringitis, sinusitis, infeksi saluran nafas, meningitis	Pada nasofaring, mukus, sputum, ditularkan melalui droplet respiratoris dan obyek yang terkontaminasi	Organisme berkapsul, tahan terhadap bahan kimia, bertahan lebih lama pada benda mati

(Woodall, 1993)

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1. Kerangka konseptual Penelitian

Air adalah merupakan habitat bagi berbagai macam mikroorganisme. Bakteri yang hidup dalam air terutama adalah bakteri akuatik yang habitatnya memang di dalam air dan hanya dapat berkembang di dalamnya, tetapi disamping itu dapat pula dijumpai sejumlah bakteri dari habitat lain yang dapat berkembang biak di dalam air (Rheinheimer, 1992).

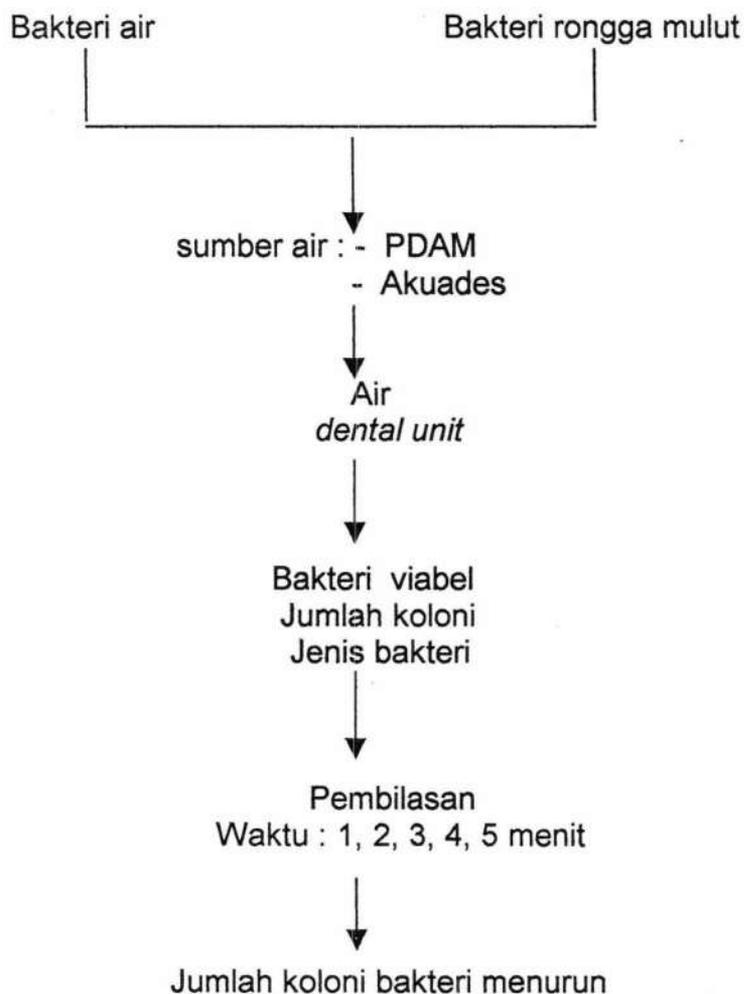
Setiap *dental unit* dilengkapi dengan suatu sistem air dimana terdapat saluran pipa kecil yang terbuat dari bahan plastik yang fleksibel menuju ke masing-masing alat, baik itu *handpiece*, *syringe* air/udara, atau *scaler* ultrasonik. Air dari *dental unit* yang berasal dari *handpiece* diperlukan untuk proses pendinginan dan pembersihan pada prosedur perawatan gigi (Jablonski, 1982; Zwemer, 1993). Sumber air yang digunakan untuk masing-masing *dental unit* dapat berupa air dari perusahaan air minum daerah (PDAM) setempat atau berupa air yang telah didestilasi (Walker, 2000). Berbagai macam sumber air menyediakan nutrisi dan lingkungan yang berbeda untuk perkembangan mikroorganisme dalam air (Ford, 1993; Suriawiria, 1996).

Sejumlah besar mikroorganisme diketahui dapat hidup di dalam air *dental unit*. Sebagian besar dari bakteri tersebut adalah organisme air dari sumber air utama yang berkolonisasi di dalam pipa atau

saluran pada *dental unit*. Bakteri dimungkinkan untuk hidup dan bermultiplikasi pada sistem air *dental unit* karena adanya suatu keadaan lingkungan yang stagnan dengan temperatur hangat yang sesuai untuk pertumbuhan. Mikroorganisme tersebut dapat berasal dari mikroflora pada sumber air atau bakteri yang berasal dari rongga mulut penderita karena adanya aliran balik sehingga masuk kedalam sistem air *dental unit*. Pada penelitian-penelitian yang terdahulu telah didapatkan tingginya jumlah mikroorganisme yang persisten dalam air pada *dental unit*. Mikroorganisme predominan yang dapat diisolasi berupa bakteri saprofit Gram negatif, kebanyakan berbentuk batang, merupakan komunitas bakteri pada air. Bakteri lainnya adalah bakteri yang berasal dari rongga mulut penderita (Whitehouse, 1991; Barbeau, 1996; Walker, 2000).

Air pada *dental unit* dapat menjadi suatu ekosistem aquatik yang memungkinkan bakteri, termasuk di dalamnya bakteri oportunistik patogen untuk berkolonisasi dalam jumlah yang tinggi. Telah dilaporkan bahwa pembilasan (*flushing*) yaitu mengeluarkan air melalui *handpiece* selama waktu tertentu pada saat pemakaian *dental unit* akan menurunkan jumlah bakteri kontaminan (Barbeau, 1996; Lee, 1998; Whitehouse, 1991). Lee (1998) menyatakan bahwa waktu efektif pembilasan untuk menurunkan jumlah koloni bakteri adalah 4 menit. Penelitian dari Barbeau (1996) menyatakan bahwa *flushing* selama 2 menit pertama berhasil menurunkan jumlah koloni bakteri hingga 96%. Pembilasan yang dilakukan setelah perawatan antar

pasien pada klinik gigi adalah suatu upaya untuk mengurangi resiko infeksi silang.



Gb. 3.1 Skema kerangka konseptual penelitian

3.2 Hipotesis Penelitian

- 3.2.1 Ada perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* antara sumber air PDAM dengan akuades.
- 3.2.2. Ada perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* pada pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 menit.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari penelitian deskriptif dan penelitian eksperimental laboratorik :

4.1.1. Penelitian deskriptif :

Penelitian deskriptif meliputi penelitian untuk melihat jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit*.

4.1.2. Penelitian eksperimental laboratorik terdiri dari :

- a. Uji perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* antara sumber air PDAM dengan akuades.
- b. Uji perbedaan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* pada pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 menit.

4.2. Sampel Penelitian:

- Sampel penelitian adalah air dari *handpiece dental unit* yang terdapat di Klinik Konservasi Gigi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Besar sampel : $n = (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 (\sigma/\delta)^2$ (Steel & Torrie, 1980)

$$\alpha = 0,05 \text{ dan } \beta = 0,2$$

$$n = (1,96 + 0,85)^2 (1)^2 = 7,9 \text{ dibulatkan menjadi } 8$$

- Teknik pengambilan sampel

Sampel air diambil dengan cara mengeluarkan air dari *handpiece* dari *dental unit* dengan jalan memutar mesin *dental unit* selama waktu tertentu hingga diperoleh volume sampel yang diperlukan kemudian ditampung dalam tabung atau botol steril.

4.3. Variabel Penelitian

4.3.1. Klasifikasi Variabel

a. Uji perbedaan jumlah sel bakteri dalam air pada *handpiece dental unit* antara sumber air PDAM dengan akuades.

Variabel bebas : air pada *handpiece* dari *dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades

Variabel tergantung : jumlah sel bakteri yang tumbuh pada media padat

Variabel kendali : waktu dan cara pengambilan sampel, *dental unit*, volume sampel air, media

b. Uji perbedaan jumlah sel bakteri dalam air dari *handpiece dental unit* pada pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 menit.

Variabel bebas : air pada *handpiece* setelah pembilasan dengan interval 1, 2, 3, 4 dan 5 menit

Variabel tergantung : jumlah sel bakteri yang tumbuh pada media padat

Variabel kendali : waktu dan cara pengambilan sampel, *dental unit*, volume sampel air, media

4.3.2. Definisi Operasional Variabel

- *Handpiece* : Suatu alat genggam, pemegang instrumen putar untuk memotong struktur gigi, membersihkan gigi dan memulas restorasi gigi. Jenis *handpiece* yang digunakan adalah *handpiece*

turbine udara dengan kecepatan tinggi, telah dioperasikan untuk perawatan penderita selama 4 jam per hari.

- *Dental unit* : Suatu unit peralatan untuk pemeriksaan dan perawatan gigi, terdiri dari kursi dan mesin *dental unit*, merk Andini. Sumber tenaga mesin *dental unit* adalah kompresor udara dengan tekanan 30 – 35 psi. Sumber air *dental unit* masing-masing adalah air PDAM yang berasal dari kran air dan akuades dengan tempat penampungan berupa botol dengan volume 1,5 liter. Masing-masing sumber air dihubungkan dengan pipa saluran kecil menuju ke *handpiece*.
- Jenis bakteri : Berbagai bentuk morfologi bakteri yang tampak pada pemeriksaan mikroskopik dengan pewarnaan Gram atau Schaffer Fulton.
- Jumlah sel bakteri : Jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media agar BHI. Hasil penghitungan dinyatakan dalam *CFU* (*Colony Forming Unit*) per ml air.
- Sampel air : Air yang dikeluarkan dari *handpiece dental unit* dengan cara memutar mesin *dental unit* selama waktu tertentu sebagai berikut :
 - Untuk pemeriksaan morfologi bakteri, volume air yang diambil sebanyak 120 ml.
 - Untuk uji perbedaan jumlah koloni antara sumber air PDAM dan akuades, volume air sebanyak 10 ml, diambil dari air yang dikeluarkan pada satu menit pertama (disebut menit ke-0).

- Pembilasan (*flushing*) : Pengeluaran air dari *handpiece dental unit* dengan cara memutar mesin *dental unit* selama satu menit setelah menit ke-0, kemudian ditampung dalam tabung *screw cap* steril, volume air yang diambil sebanyak 10 ml. Sampel untuk uji pembilasan 1 menit diambil dari air yang dikeluarkan setelah satu menit pertama, sampel untuk uji pembilasan 2 menit diambil dari air yang dikeluarkan setelah satu menit kedua, demikian selanjutnya untuk 3, 4 dan 5 menit.
- Waktu efektif pembilasan : Durasi pembilasan tersingkat yang mampu menurunkan jumlah bakteri koloni bakteri secara maksimal.
- Waktu pengambilan sampel air : Pagi hari sebelum dimulainya perawatan di klinik gigi.
- Air PDAM : Air yang diambil dari kran di Klinik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, berasal dari sumber PDAM Surabaya.
- Akuades : Air yang telah mengalami proses destilasi dengan kualitas baik, yaitu tetap jernih pada penambahan 2 tetes larutan asam nitrat dan 1 ml cairan perak nitrat. Akuades yang digunakan adalah akuades tidak steril produksi dari Kimia Farma, Surabaya.

4.4. Bahan Penelitian

- a. Bahan penelitian adalah sampel air dari *handpiece dental unit*.
- b. Media yang digunakan adalah media agar BHI untuk isolasi koloni bakteri.

- c. Media diferensial adalah EMB agar untuk identifikasi bakteri *E. coli*, media agar BHI, agar MacConkey dan agar TSI untuk identifikasi *Pseudomonas*.
- d. Uji biokimia berupa uji indol, motilitas, sitrat
- e. Cat Gram dan Schaeffer Fulton untuk pemeriksaan morfologi bakteri.

4.5. Instrumen penelitian

- a. *Dental Unit* merk Andini
- b. *Handpiece highspeed* merk Pana Air
- c. Mikroskop cahaya untuk pemeriksaan morfologi bakteri
- d. Inkubator
- e. Vortex
- f. Otoklaf
- g. Tabung ukur 100 ml, botol ukuran 250 ml
- h. Pipet ukuran 10 ml; 1 ml; 0,5 ml; 50 μ l
- i. Stop watch
- j. Tabung reaksi, cawan petri, pinset, pembakar bunsen, jarum penanam, jarum ose

4.6. Lokasi dan waktu penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan pada Klinik Konservasi Gigi Universitas Airlangga Surabaya. Penelitian dilaksanakan di Tropical Disease Centre Surabaya, Oktober – November 2001

4.7. Prosedur Penelitian

4.7.1. Penelitian deskriptif tentang jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit*.

Sampel air untuk pemeriksaan bakteri dikeluarkan dari *handpiece dental unit* sebanyak 120 ml, dimasukkan dalam botol steril. Sampel air dibuat homogen dengan melakukan vortex selama 60 detik.

4.7.1.1. Pemeriksaan bakteri anaerob

Sebanyak 1 ml sampel air yang telah homogen diambil dengan menggunakan pipet dan diinokulasikan pada media *chopped meat*, selanjutnya diinkubasikan pada suhu 37⁰ C selama 2X24 jam. Adanya pertumbuhan bakteri diamati dengan melihat ada tidaknya kekeruhan pada media. Bila terdapat pertumbuhan bakteri dilakukan pengecatan Gram (lampiran 1) dan Schaeffer Fulton (lampiran 2) dilanjutkan pengamatan morfologi secara mikroskopis.

4.7.1.2. Pemeriksaan bakteri aerob

Sebanyak masing-masing 0,5 ml sampel air yang telah homogen diambil dengan menggunakan pipet, diteteskan pada permukaan media agar BHI dan agar Mac Conkey, disebarakan ke seluruh permukaan media dengan menggunakan *glass spreader*. Biakan dibiarkan pada suhu kamar sampai bagian cair terserap semua kedalam media, selanjutnya diinkubasikan dalam posisi terbalik pada suhu 37⁰ C selama 2X24 jam. Adanya pertumbuhan bakteri diamati dengan melihat adanya pertumbuhan koloni dengan berbagai bentuk dan ukuran pada media. Dari masing-masing tipe koloni diambil satu untuk dilakukan pengecatan Gram dan

Schaeffer Fulton dilanjutkan pengamatan morfologi secara mikroskopis.

a. Identifikasi *Pseudomonas aeruginosa*

Koloni bakteri yang tidak berwarna dari media agar McConkey dan koloni yang membentuk pigmen biru kehijauan pada media agar BHI masing-masing diambil sebagian dengan jarum penanam untuk dilakukan pengecatan Gram dan pengamatan mikroskopis. Jika hasil pemeriksaan menunjukkan adanya bakteri berbentuk batang Gram negatif dilanjutkan dengan penanaman pada agar miring TSI dan uji biokimia yaitu uji indol, motilitas dan sitrat (lampiran 3).

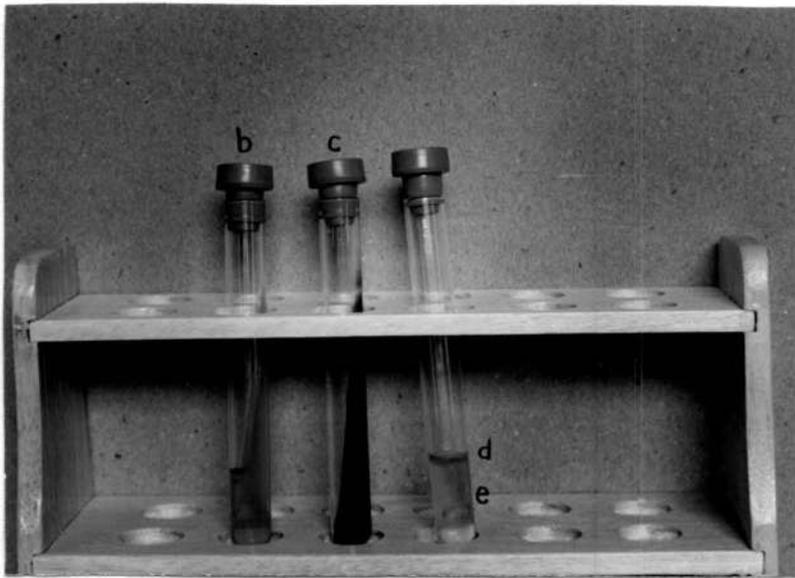
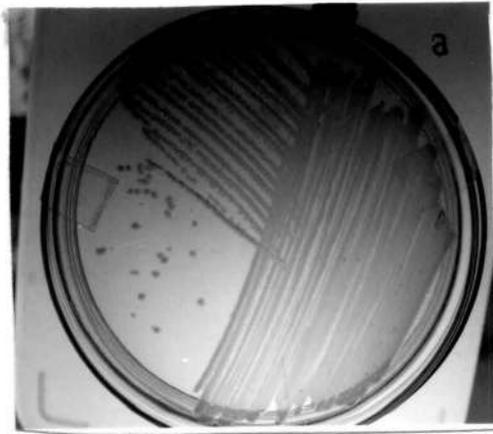
b. Identifikasi *Escherichia coli*

Identifikasi menggunakan metode tabung multipel 1-5-5 yang dimodifikasi. Pada tahap pertama dilakukan uji presumtif koliform, digunakan 3 kelompok tabung reaksi yang berisi media laktosa cair dan tabung Durham.

- Kelompok I terdiri dari 50 ml sampel air ditambahkan pada 50 ml media laktosa cair *double strength*, dimodifikasi menjadi 5 tabung reaksi yang masing-masing berisi 10 ml sampel air dan 10 ml media.
- Kelompok II terdiri dari 5 tabung reaksi yang masing-masing berisi 10 ml sampel air dan 10 ml media *single strength*

- Kelompok III terdiri dari 5 tabung reaksi yang masing-masing berisi 1 ml sampel air dan 5 ml media *single strength*

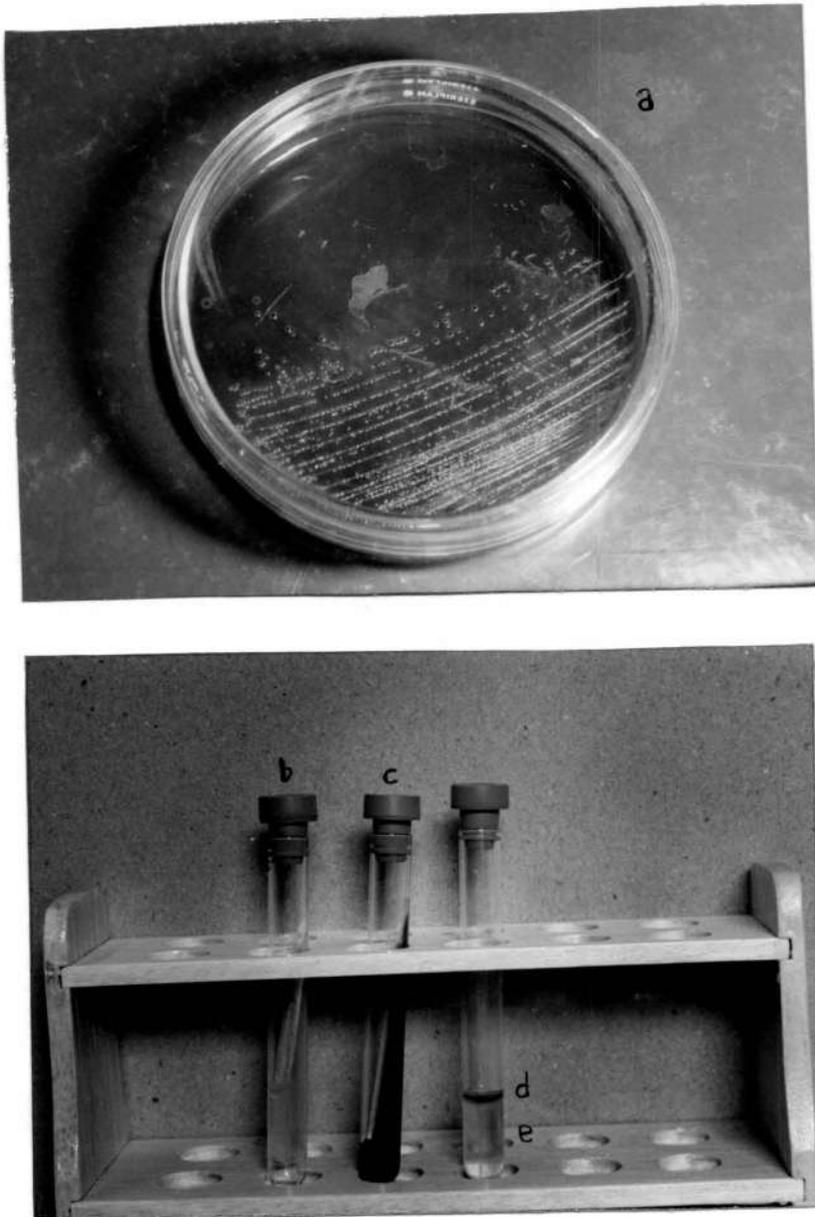
Semua tabung tersebut diinkubasi pada 37⁰ C selama 24 jam. Bila tidak terdapat pembentukan gas pada tabung Durham atau gas < 10% dinyatakan presumtif negatif, diinkubasi 24 jam lagi. Bila terdapat gas > 10% dinyatakan presumtif positif. Banyaknya tabung presumtif positif pada masing-masing kelompok dicatat, hasilnya dibandingkan dengan tabel McCrady (lampiran 4) untuk mengetahui MPN koliform tiap 100 ml sampel air. Biakan pada tabung dengan hasil uji presumtif positif selanjutnya dilakukan uji diferensial koliform yaitu dengan cara menanam pada agar EMB secara goresan, diinkubasi pada 37⁰ C selama 24 jam. Koloni *E. coli* akan menunjukkan adanya gambaran khas yaitu *metallic sheen*. Bila terdapat adanya pertumbuhan koloni tersebut dilakukan pewarnaan Gram dan pemeriksaan mikroskopis, penanaman pada TSI, dan uji biokimia yaitu uji indol, motilitas dan sitrat (lampiran 3). Jumlah tabung dengan hasil uji diferensial koliform yang positif *E. coli* dicatat, dibandingkan dengan tabel McCrady seperti prosedur diatas.



Gb. 4.1. Hasil identifikasi *Pseudomonas aeruginosa*

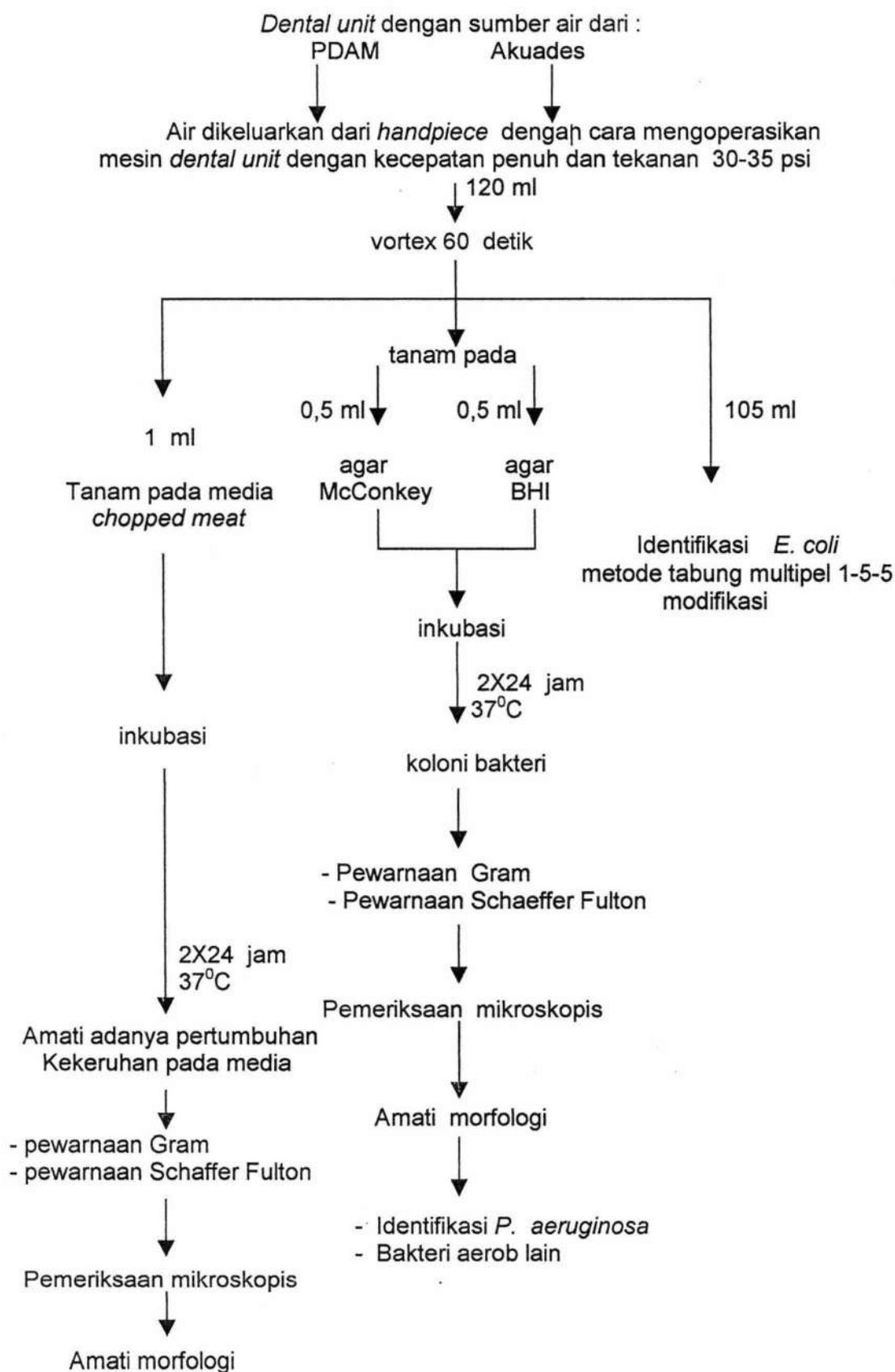
- a. Koloni *P. aeruginosa* pada agar BHI
- b. Hasil pembiakan pada agar TSI : alkali / alkali (merah/merah)
- c. Hasil uji sitrat : positif (warna biru)
- d. Hasil uji indol : positif (cincin merah)
- e. Hasil uji motilitas : positif, ada penyebaran pertumbuhan bakteri





Gb. 4.2. Hasil identifikasi *Escherichia coli*

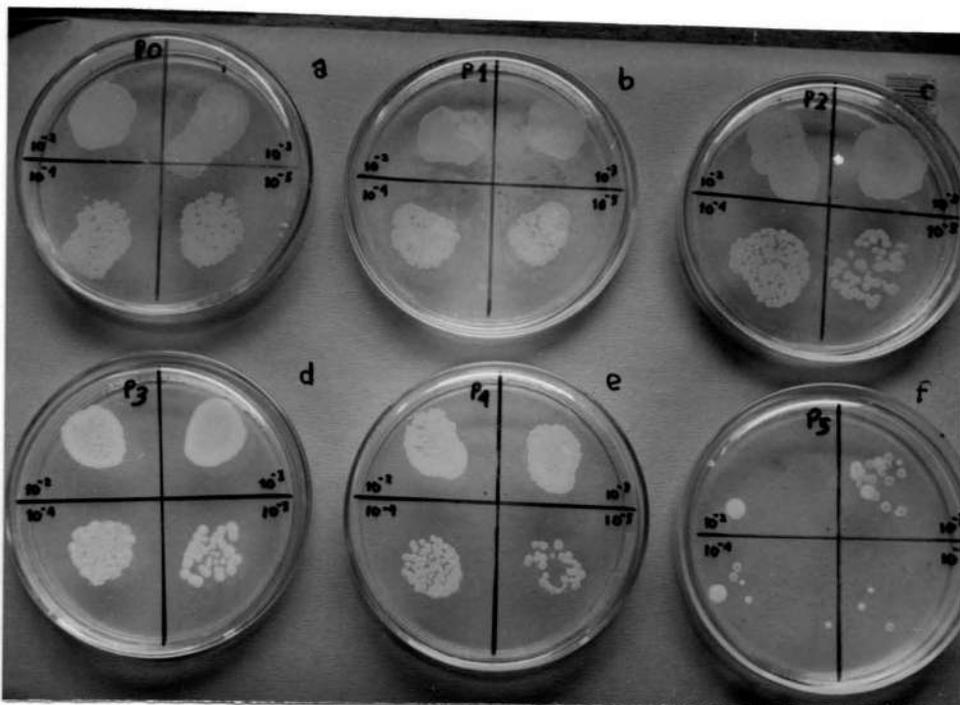
- a. Koloni *E. coli* pada agar EMB
- b. Hasil pembiakan pada agar TSI : asam / asam (kuning/kuning), terdapat gas pada bagian dasar tabung
- c. Hasil uji sitrat : negatif (warna hijau)
- d. Hasil uji indol : positif (cincin merah)
- e. Hasil uji motilitas : positif, ada penyebaran pertumbuhan bakteri



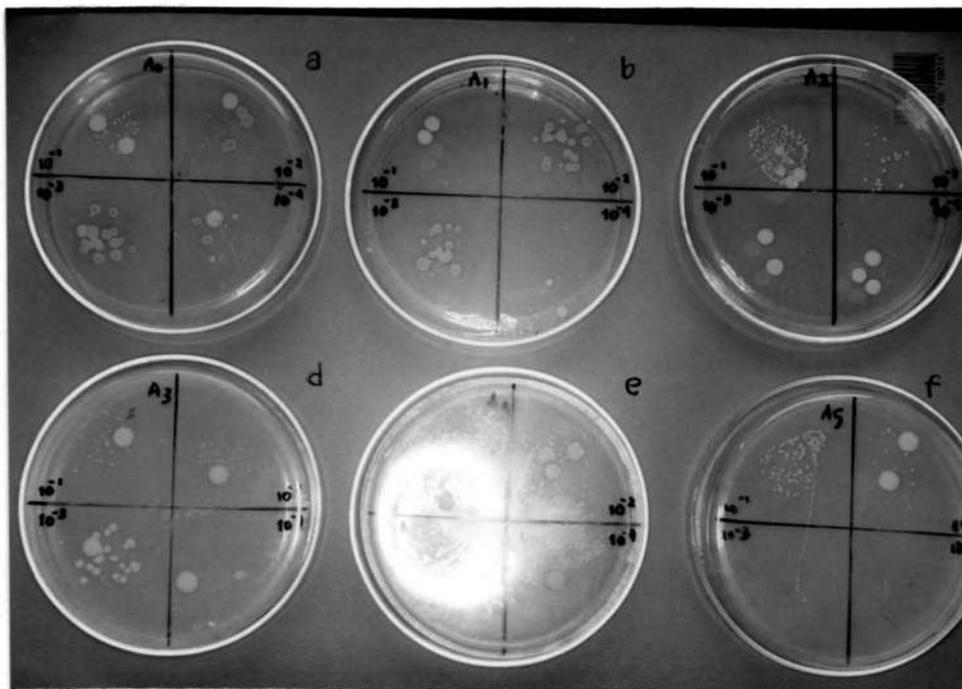
Gb. 4.3. Skema alur pemeriksaan jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit*

4.7.2. Uji perbedaan jumlah koloni bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan Akuades dan pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4, 5 menit

Sampel air dikeluarkan dari *handpiece dental unit* dengan cara mengoperasikan mesin *dental unit* dengan kecepatan penuh pada tekanan 30-35 psi selama 1 menit hingga didapatkan volume untuk masing-masing interval waktu sebanyak 10 ml. Sampel dimasukkan dalam tabung reaksi steril, dilakukan vortex selama 60 detik agar tercapai keadaan homogen, selanjutnya masing-masing diambil 1 ml untuk dilakukan pengenceran. Sampel diinokulasikan pada media agar BHI dengan cara tetes. Media agar BHI dikeringkan pada suhu 37⁰ C selama 4 jam hingga didapat permukaan yang tidak mengandung kondensasi air. Sampel air sebanyak 50 µl diambil dengan mikropipet diteteskan secara vertikal dengan posisi ujung pipet mendekati permukaan media sehingga tetesannya menyentuh permukaan media. Tetesan dibiarkan menyebar pada permukaan media, dibiarkan pada suhu kamar hingga sampel terserap semua kedalam media, selanjutnya media diinkubasi dalam posisi terbalik. Setelah 2X24 jam jumlah koloni yang tumbuh dihitung. Jumlah koloni bakteri adalah jumlah koloni yang didapat dikalikan 20 dikalikan lagi faktor pengencerannya. Pada tiap sampel, jumlah koloni dari 4 pengenceran yang ditanam pada cawan petri dijumlah dan diambil rata-ratanya.

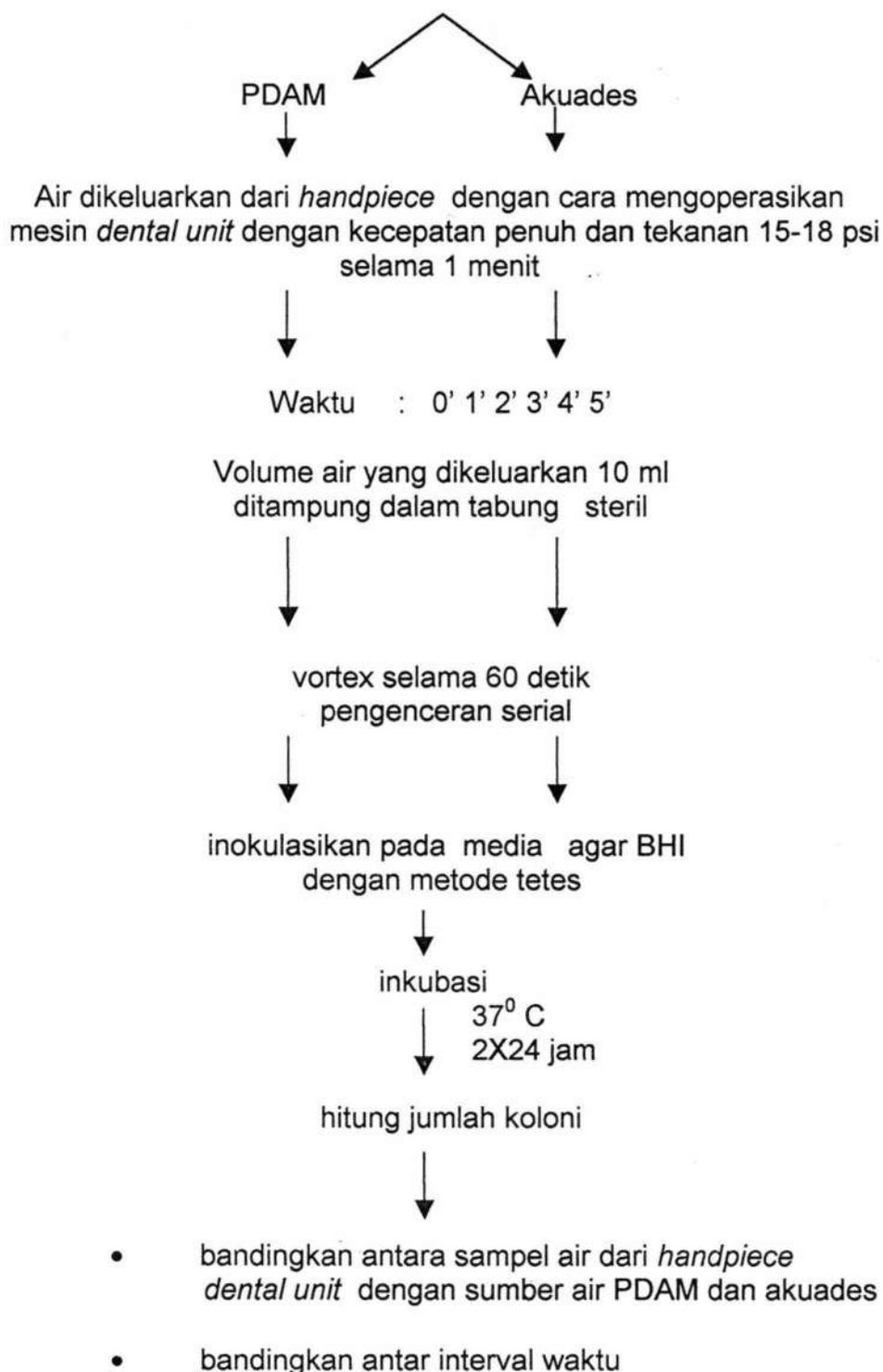


Gb. 4.6. Jumlah koloni bakteri dari sampel air *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dengan pengenceran $10^{-2} - 10^{-5}$ pada media agar BHI. a. Kontrol, b. Pembilasan 1 menit, c. Pembilasan 2 menit, d. Pembilasan 3 menit, e. Pembilasan 4 menit, f. Pembilasan 5 menit



Gb. 4.7. Jumlah koloni bakteri dari sampel air *handpiece dental unit* dengan sumber air akuades dengan pengenceran $10^{-1} - 10^{-4}$ pada media agar BHI. a. Kontrol, b. Pembilasan 1 menit, c. Pembilasan 2 menit, d. Pembilasan 3 menit, e. Pembilasan 4 menit, f. Pembilasan 5 menit

Dental unit dengan sumber air :



Gb.4.6. Skema alur uji perbedaan jumlah koloni bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan Akuades dan pembilasan dengan interval waktu 1, 2, 3, 4, 5 menit

4.8. Cara Analisis Data

Analisis data untuk penelitian ini adalah dengan Analisis Varian (Anava) dua arah. Bila didapatkan hasil F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} dilanjutkan dengan uji LSD. $\alpha = 0,05$

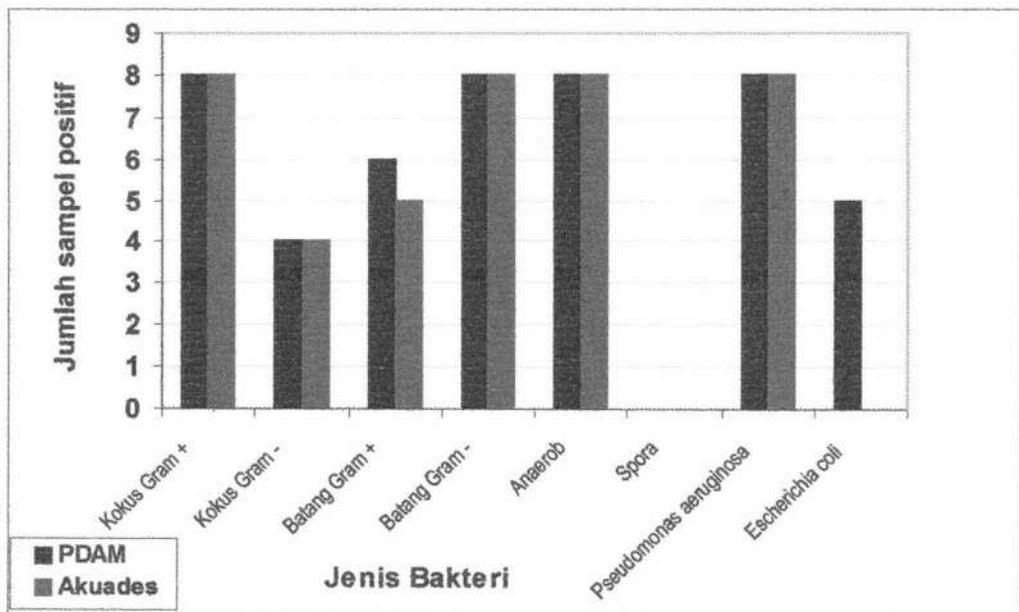
BAB 5

ANALISIS HASIL PENELITIAN

5.1. Data Penelitian

5.1.1. Hasil pengamatan jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades.

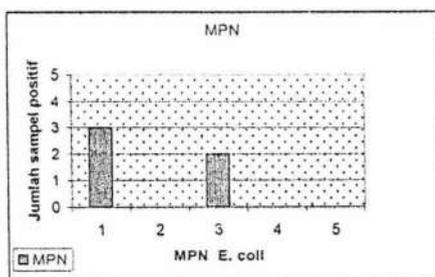
Pemeriksaan morfologi dan identifikasi bakteri pada sampel air dari 8 buah *handpiece dental unit* masing-masing dengan sumber air PDAM dan akuades memberikan hasil sebagai berikut :



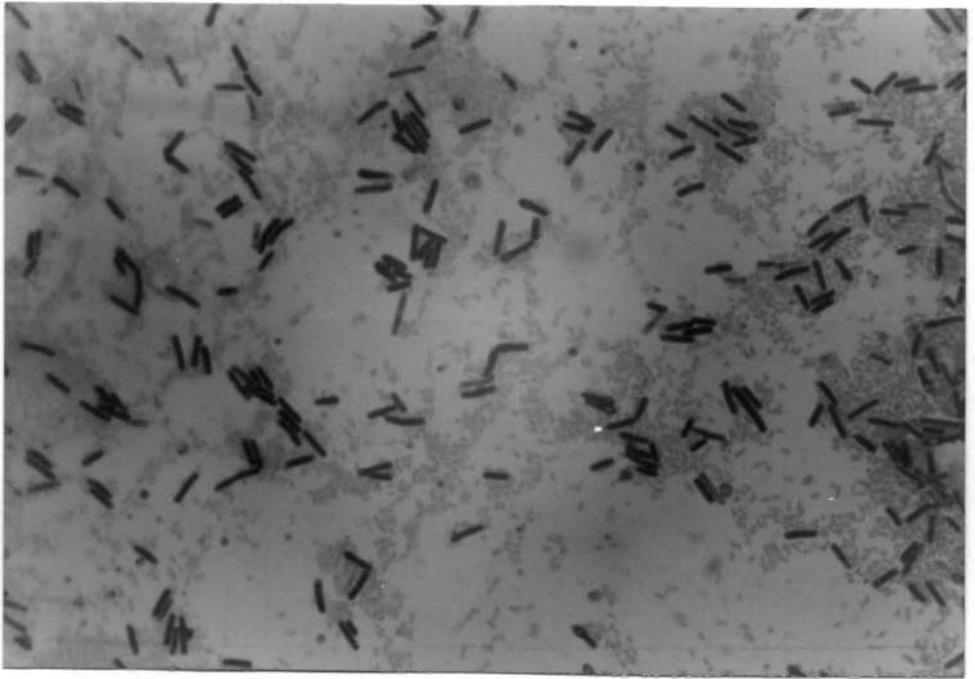
Gb. 5.1. Diagram batang jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades.

Perbenihan dari kedua macam sampel air dalam keadaan aerob dan anaerob masing-masing menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri. Pada pemeriksaan mikroskopis morfologi bakteri didapatkan adanya jenis bakteri yang sama pada kedua macam sampel air. Bakteri berbentuk kokus Gram positif dan batang Gram negatif ditemukan pada semua sampel baik dari sumber air PDAM maupun akuades. Bakteri berbentuk kokus Gram negatif dan batang Gram positif ditemukan pada kedua macam sampel secara bervariasi pada komposisinya.

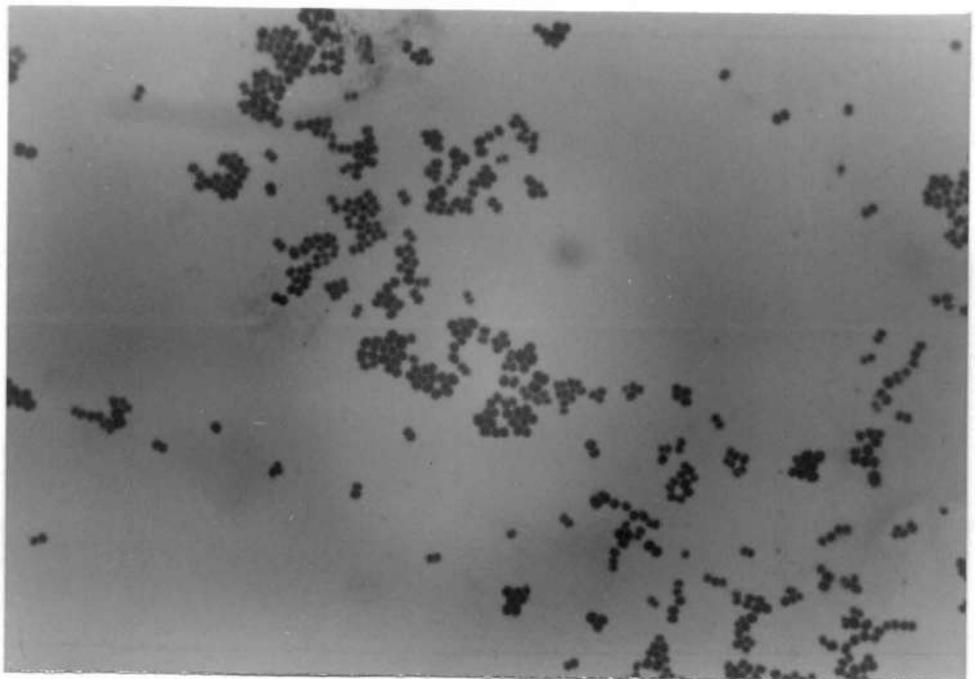
Pseudomonas aeruginosa ditemukan pada seluruh sampel, baik dari sumber air PDAM maupun akuades. Hasil uji presumtif koliform pada sampel air menunjukkan adanya bakteri koliform hanya pada sampel air PDAM sedangkan pada sampel air yang berasal dari akuades tidak didapatkan. Sebanyak 7 dari 8 sampel air PDAM positif mengandung bakteri koliform, tetapi dari hasil uji diferensial koliform hanya ditemukan positif *Escherichia coli* pada 5 sampel. Jumlah angka terkaan tertinggi (MPN) dari sampel air yang positif mengandung *E. coli* berkisar antara 1 – 3 per 100 ml air pada tabel Mc Crady. Spora tidak didapatkan baik dari sampel air dari PDAM maupun akuades.



Gb. 5.2. Diagram batang jumlah MPN *E.coli*

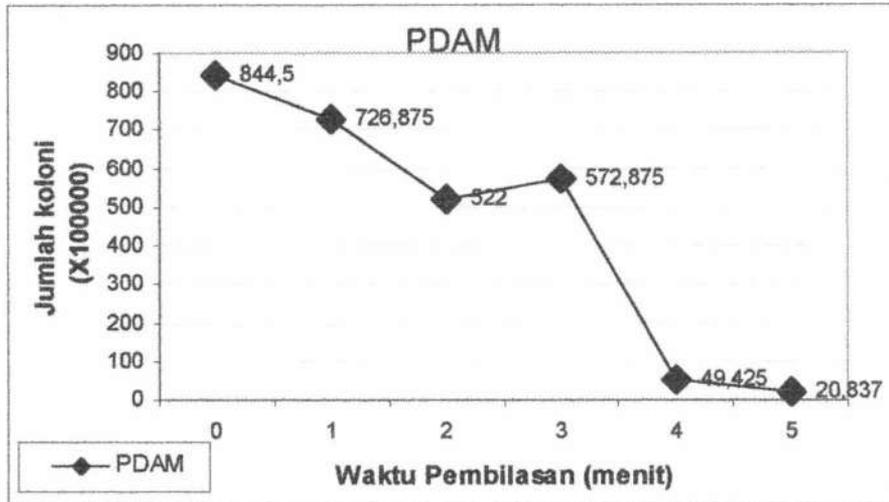


Gb. 5.3. Gambaran preparat bakteri batang Gram positif dan batang Gram negatif dari sampel air PDAM pada pengamatan mikroskopis perbesaran 1000 X.

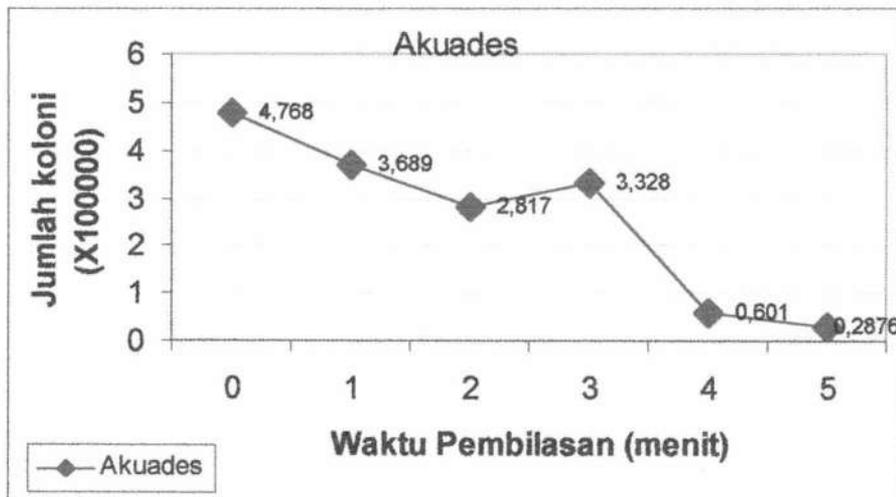


Gb. 5.4. Gambaran preparat bakteri kokus Gram positif dari sampel air akuades pada pengamatan mikroskopis perbesaran 1000 X.

5.1.2. Hasil penghitungan koloni bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades pada berbagai interval waktu pembilasan.



Gb.5.5. Grafik jumlah rata-rata koloni bakteri pada 8 sampel air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM pada berbagai interval waktu pembilasan.



Gb.5.6. Grafik jumlah rata-rata koloni bakteri pada 8 sampel air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air akuades pada berbagai interval waktu pembilasan.

Didapatkan adanya jumlah koloni bakteri yang lebih tinggi pada sumber air dari PDAM dibandingkan dengan akuades. Pada masing-masing sumber air terdapat adanya pola penurunan jumlah koloni bakteri pada menit ke-1 dan menit ke-2 pembilasan, pada menit ke-3 terdapat peningkatan jumlah koloni bakteri dan selanjutnya menurun tajam pada menit ke-4.

Hasil uji Anava dua arah menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara jumlah koloni bakteri pada sumber air dari PDAM dibandingkan dengan akuades ($p < 0,05$). Terjadi penurunan jumlah koloni bakteri yang bermakna pada berbagai interval waktu pembilasan untuk masing-masing sumber air ($p < 0,05$). Pada kedua hal tersebut didapatkan adanya interaksi yang bermakna ($p < 0,05$). Pada kedua sumber air, uji LSD menunjukkan adanya perbedaan jumlah koloni bakteri yang bermakna ($p < 0,05$) antara kelompok kontrol (P_0) dengan semua kelompok interval waktu. Perbedaan jumlah koloni bakteri tidak bermakna ($p > 0,05$) antara pembilasan menit ke-1 dan ke-2 menit dengan pembilasan menit ke-3 serta antara menit ke-4 dengan menit ke-5. Hasil uji statistik terdapat pada lampiran 8.

BAB 6

PEMBAHASAN

Berbagai jenis bakteri dapat diisolasi dari air *handpiece dental unit*, baik secara aerob maupun anaerob. Bakteri anaerob yang dapat diisolasi dari perbenihan sampel air diperkirakan adalah bakteri anaerob fakultatif, hal ini karena keterbatasan prosedur pengambilan sampel yang tidak memungkinkan diambil secara anaerob, dimana air dipancarkan dari *handpiece dental unit* dan terpapar dengan udara selama beberapa menit.

Pada hasil pemeriksaan mikroskopis, secara dominan ditemukan adanya bakteri berbentuk batang dan kokus pada semua sampel air yang diperiksa. Bakteri berbentuk batang Gram negatif yang ditemukan pada semua sampel diperkirakan berasal dari bakteri sumber air, kemungkinan adalah *Pseudomonas spp*, *Moraxella spp*, *Flavobacterium spp*, *Legionella spp*. Sebagian dari bakteri berbentuk kokus dimungkinkan adalah *Staphylococcus* dan *Streptococcus* dari rongga mulut yang masuk kedalam sistim air *dental unit* karena ada aliran balik selama pemakaian *handpiece*, hal ini dimungkinkan karena sistim air *dental unit* yang diteliti pada penelitian ini belum menggunakan katup anti retraksi yang mencegah hal tersebut. Penggunaan katup anti retraksi pada saluran air *dental unit* sangat dianjurkan karena dapat memperkecil kemungkinan teraspirasinya bakteri pada rongga mulut selama perawatan sehingga mengurangi terjadinya kemungkinan infeksi antar pasien.

Pseudomonas aeruginosa adalah bakteri batang Gram negatif tak berspora, bersifat motil, ditemukan pada semua sampel air. Bakteri ini

habitatnya adalah pada air, tanah, tumbuhan dan hewan. Pada sampel air yang berasal dari PDAM adanya *P. aeruginosa* dimungkinkan karena sumber air berasal dari lingkungan luar yang meskipun sudah melalui proses pengolahan tetapi pada pendistribusiannya rawan untuk terkontaminasi dengan tanah, tumbuhan, hewan. *P. aeruginosa* didapatkan pula pada sampel air yang berasal dari akuades. Akuades adalah air yang telah mengalami proses pemurnian tetapi pada penyimpanan dan pendistribusiannya masih dimungkinkan terkontaminasi oleh *P. aeruginosa* yang bersifat saprofit. *P. aeruginosa* yang terdapat pada air *dental unit* patut mendapat perhatian karena bakteri ini bersifat patogen oportunistik, dapat menimbulkan infeksi pada orang yang rentan misalnya kondisi *imunocompromized*, orang tua atau anak-anak. *P. aeruginosa* diketahui sebagai penyebab infeksi nosokomial dan meskipun bukan penyebab umum infeksi rongga mulut tetapi ada beberapa bukti laporan kasus infeksi rongga mulut pasca perawatan dengan menggunakan air dari *handpiece dental unit* yang tercemar *P. aeruginosa* (Martin, 1987). Hal lain yang menjadi pertimbangan adalah bahwa banyak galur *P. aeruginosa* yang resisten terhadap berbagai antibiotik sehingga bila terjadi infeksi pengobatannya relatif sulit.

Escherichia coli adalah flora normal saluran pencernaan, adanya *E. coli* pada sumber air mengindikasikan adanya pencemaran fekal. Identifikasi *E. coli* dilakukan dengan menggunakan metode tabung multipel 1-5-5 (Cruickshank, 1968, Anonim², 1996) yang dimodifikasi. Metode ini dipilih karena hasil dari tahap-tahap pelaksanaannya uji presumtif koliform dan uji diferensial koliform mudah untuk diinterpretasi, sekaligus dapat

ditentukan jumlah *MPN* bakteri berdasarkan tabel yang telah ada serta bahan dan alatnya relatif mudah didapatkan. Pada penelitian ini *E. coli* ditemukan hanya pada sampel air yang berasal dari sumber PDAM. Hasil uji presumtif koliform didapatkan adanya bakteri koliform pada 7 dari 8 sampel air PDAM. Bakteri koliform dalam hal ini adalah bakteri enterik berbentuk batang Gram negatif tak berspora, fakultatif anaerob, memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas. Uji selanjutnya memastikan bahwa 5 dari 7 sampel tersebut positif *E. coli*. Adanya *E. coli* dengan jumlah *MPN* yang didapatkan pada sampel berkisar 1 – 3 per 100 ml air, tidak sesuai dengan standar air minum dari WHO dan Departemen Kesehatan Republik Indonesia yang mensyaratkan *MPN* koliform dan *MPN E. coli* adalah 0 / 100 ml air (Anonim^{2,3}, 1996). Adanya kontaminasi *E. coli* pada sumber air mengakibatkan air tidak layak untuk dikonsumsi. Metode tabung multipel 1-5-5 untuk mengidentifikasi *E. coli* yang digunakan pada penelitian ini dimodifikasi, dimana karena keterbatasan sarana, setelah hasil uji presumtif koliform positif tidak dilakukan tahap inkubasi 44⁰C, sehingga *E. coli* yang berhasil diidentifikasi tidak dapat ditentukan sebagai kontaminan fekal atau *E. coli* atipikal yang hidup pada sumber air. Bakteri koliform lainnya juga tidak diidentifikasi lebih lanjut. Perlu diwaspadai adanya kemungkinan bakteri ini bersifat patogen yang mampu menimbulkan infeksi. Meskipun demikian, hasil dari uji diferensial koliform yang menunjukkan keberadaan *E. coli* dalam sampel air -apapun tipenya- tidak memenuhi standar dari WHO dan Departemen Kesehatan RI.

Sampel air dari *handpiece dental unit* diambil pada pagi hari sebelum klinik dimulai dengan pertimbangan bahwa setelah *handpiece dental unit*

digunakan pada hari sebelumnya telah mengalami inkubasi semalam sehingga bakteri telah tumbuh dan bermultiplikasi. Jumlah rata-rata koloni bakteri yang ditemukan pada air dari *handpiece dental unit* adalah $4,77 \cdot 10^5$ CFU / ml untuk akuades dan $8,45 \cdot 10^7$ CFU / ml untuk PDAM. Jumlah koloni tersebut kemungkinan belum menggambarkan jumlah bakteri yang sebenarnya mengingat adanya keterbatasan dalam metode dan waktu. Metode penghitungan koloni yang digunakan dengan cara tetes pada media padat (Neblett dalam Wasito, 1986) hanya memungkinkan tumbuhnya koloni bakteri aerob yang dapat diamati, sedangkan bakteri anaerob tidak tumbuh. Penghitungan koloni bakteri dengan metode tuang yang memungkinkan tumbuhnya bakteri anaerob pada bagian dalam media tidak dilakukan karena pada metode tersebut volume sampel air yang digunakan adalah sebanyak 1 ml, yang meskipun telah dilakukan pengenceran, pada volume tersebut jumlah koloni bakteri yang tumbuh sangat banyak sehingga menyulitkan pengamatan secara visual. Pada penelitian ini didapatkan berbagai bentuk dan ukuran koloni. Banyak didapatkan bakteri yang bersifat motil dimana koloninya berukuran besar dan cenderung menyebar seringkali menutup koloni yang kecil sehingga penghitungan menjadi tidak tepat. Metode penghitungan koloni bakteri dengan cara tetes dianggap lebih menguntungkan dimana volume yang diambil hanyalah sebanyak 50 μ l, ditetaskan pada media padat sehingga koloni kuman yang tumbuh mudah diamati secara visual, dengan demikian memperkecil resiko kesalahan penghitungan.

Pada inkubasi selama 24 jam diperkirakan koloni bakteri belum tumbuh secara optimal karena memperhitungkan adanya faktor penghambat

yaitu kadar klorin khususnya pada sumber air PDAM. Pengamatan dan penghitungan koloni dilakukan setelah inkubasi 2 X 24 jam, hal ini mengingat keterbatasan sumber nutrisi media yang digunakan serta kemungkinan tumbuhnya kontaminan yang akan mempengaruhi perhitungan koloni bakteri. Hal yang tidak dapat dihindarkan adalah bila ada bakteri tertentu dari sumber air yang waktu inkubasinya lebih dari 2 X 24 jam tidak dapat diamati karena belum tumbuh, sementara pada waktu yang sama koloni dari jenis bakteri yang lainnya mungkin telah berubah bentuk atau mungkin mati. Dalam hal ini penggunaan media selektif tidak dimungkinkan karena hanya bakteri tertentu yang dapat tumbuh sedang bakteri lain dihambat sehingga tujuan untuk mendapatkan pertumbuhan sebanyak mungkin jenis bakteri dari sampel air tidak dapat tercapai.

Jumlah koloni bakteri dari sampel air *handpiece dental unit* sebesar $4,77 \cdot 10^5$ CFU / ml air untuk akuades dan $8,45 \cdot 10^7$ CFU / ml untuk PDAM adalah melebihi jumlah maksimal standar kualitas air *dental unit* yang direkomendasikan oleh *American Dental Association* yaitu < 200 CFU / ml air (Anonim dalam Walker dkk, 2000). Jumlah diatas juga tidak memenuhi persyaratan air minum menurut WHO yaitu < 100 CFU / ml air dan standar Departemen Kesehatan Republik Indonesia yaitu < 200 CFU / ml air (Anonim^{2,3}, 1996).

Usaha pengurangan jumlah koloni bakteri pada air dari *handpiece dental unit* sangat penting dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya infeksi yang ditimbulkannya. Durasi perawatan gigi relatif pendek sehingga waktu kontak dengan bakteri juga tidak lama, tetapi hal ini bukan merupakan alasan untuk mengabaikan peranan bakteri pada air dari

handpiece dental unit. Pada umumnya perawatan gigi yang dilakukan di klinik belum menggunakan kelengkapan untuk isolasi, misalnya penggunaan *rubber dam* sehingga ada kemungkinan air dari *handpiece dental unit* tertelan selama perawatan meskipun dalam jumlah yang kecil. Adanya lesi minor pada jaringan rongga mulut dapat berperan sebagai pintu masuk bakteri untuk kemudian bermultiplikasi dan menimbulkan infeksi. Terdapat kemungkinan terjadinya infeksi silang karena bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dapat berpindah dari pasien satu kepada pasien yang lain selama prosedur perawatan gigi dengan menggunakan alat yang sama.

Air pada *handpiece dental unit* mutlak digunakan pada prosedur perawatan gigi yang menggunakan *handpiece*, untuk itu perlu diupayakan agar jumlah sel bakteri pada air *handpiece dental unit* seminimal mungkin.

Upaya pertama adalah pemilihan sumber air yang dipakai pada *dental unit*. Pada penelitian ini jumlah koloni bakteri dari sumber air akuades lebih rendah dibandingkan dengan sumber air PDAM. Hasil uji anava menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara sumber air PDAM dengan akuades ($p < 0,05$). Penggunaan sumber air akuades pada *dental unit* lebih disarankan karena selain kandungan bakterinya lebih kecil juga tidak terdapat kontaminan *E. coli*.

Upaya selanjutnya untuk menurunkan jumlah sel bakteri pada air *dental unit* adalah pembilasan selama interval waktu tertentu. Pembilasan sangat diperlukan mengingat sistim sirkulasi air pada *dental unit* diawali dari tempat penampungan air dilanjutkan dengan pipa kecil saluran air menuju ke *handpiece*, dimana pada permukaannya selalu didapatkan adanya bentukan lapisan tipis yang disebut *biofilm*. Lapisan ini terjadi karena bakteri

cenderung melekat pada permukaan padat dan membentuk suatu lingkungan yang menguntungkan bagi pertumbuhannya. Tempat penampungan air yang berupa botol plastik dapat dilepas dari *dental unit* dan relatif mudah untuk dibersihkan, termasuk menghilangkan lapisan *biofilm* selama jangka waktu tertentu, tetapi pipa saluran air pada *handpiece* dan *dental unit* mempunyai diameter kecil sehingga sukar untuk dibersihkan. Lapisan *biofilm* pada bagian dalam pipa saluran air ini menjadi lingkungan yang sangat menguntungkan untuk pertumbuhan koloni bakteri, untuk itu upaya mengurangi jumlah koloni bakteri yang tumbuh adalah dengan jalan pembilasan. Pembilasan pada prinsipnya adalah tindakan pembasuhan (*flushing*) dengan aliran air dimana secara mekanis koloni bakteri akan terdorong keluar dari lumen *handpiece*. Pembilasan pada penelitian ini hanya menggunakan sumber air pada *dental unit* tanpa menggunakan bahan antiseptik atau bahan lainnya, dengan pertimbangan hal ini merupakan upaya termudah dan paling sederhana untuk dapat diterapkan penggunaannya pada klinik gigi, bahkan pada klinik yang tidak mempunyai fasilitas lengkap. Keuntungan lain dari pembilasan tanpa menggunakan antiseptik ini adalah mengurangi kemungkinan terjadinya resistensi bakteri atau terjadinya sumbatan pada saluran air karena deposit dari bahan yang digunakan pada pembilasan. Mengingat air yang digunakan pada pembilasan adalah sumber air dari *dental unit* itu sendiri maka perlu diperhatikan kaitannya dengan upaya pertama diatas yaitu pemilihan jenis sumber air yang digunakan serta pembersihan tempat penyimpanan air pada *dental unit*.

Hasil uji Anava dua arah menunjukkan adanya penurunan jumlah koloni bakteri yang bermakna pada berbagai interval waktu pembilasan untuk masing-masing sumber air dan antar sumber air ($p < 0,05$). Uji LSD antar waktu pembilasan memberikan hasil adanya penurunan jumlah koloni yang bermakna dari jumlah koloni awal (P_0) terhadap jumlah koloni setelah pembilasan pada semua interval waktu, baik pada sumber air PDAM maupun akuades. Pada kedua macam sumber air didapatkan pola penurunan jumlah bakteri yang serupa. Pada waktu pembilasan 1 dan 2 menit terjadi penurunan jumlah koloni bakteri, sejumlah bakteri terdorong keluar dari *handpiece dental unit*. Pada interval waktu ini diperkirakan bakteri yang tereliminasi keluar adalah koloni bakteri pada *handpiece* dan bagian ujung saluran air *dental unit* termasuk didalamnya bakteri rongga mulut yang masuk kedalam sistim air *dental unit* karena adanya aliran balik pada waktu pemakaian *handpiece*. Pada menit ke-3 terjadi kenaikan jumlah koloni bakteri. Hasil uji LSD menunjukkan bahwa kenaikan jumlah koloni pada menit ke-3 dari jumlah koloni pada menit ke-1 dan ke-2 ini tidak bermakna. Kenaikan jumlah koloni ini mungkin terjadi karena saluran air relatif panjang sehingga koloni bakteri pada daerah pangkal saluran baru dapat terdorong keluar melalui lumen *handpiece* setelah interval waktu tersebut. Pada menit ke-4 kembali terjadi penurunan jumlah koloni bakteri dan pada menit ke-5 kurva penurunan landai dimana uji LSD menunjukkan bahwa penurunan tersebut tidak bermakna. Pada penelitian ini tidak diketahui pola penurunan jumlah koloni bakteri setelah menit ke-5. Setelah interval waktu tersebut dimungkinkan adanya titik temu pada grafik penurunan jumlah koloni antar kedua sumber air. Mengingat hasil statistik didapatkan adanya

interaksi antara sumber air dan waktu pembilasan ($p < 0,05$), hal ini dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut dengan memperhitungkan adanya variabel kendali yang mungkin terlewatkan

Waktu pembilasan maksimal yang diuji pada penelitian ini adalah 5 menit dengan pertimbangan rasional dan praktis yang memungkinkan untuk dapat diterapkan pada pemakaian sehari-hari di klinik. Secara statistik waktu pembilasan 4 menit adalah waktu efektif untuk menurunkan jumlah koloni bakteri untuk kedua macam sumber air. Pada waktu tersebut jumlah koloni pada sampel akuades adalah $6,01 \cdot 10^4$ CFU / ml dan $4,94 \cdot 10^6$ CFU / ml pada sampel PDAM, jumlah tersebut sangat tinggi, melebihi batas dari standar kualifikasi bakteri pada air *dental unit*. Beberapa bakteri patogen dapat menimbulkan infeksi pada jumlah $10^5 - 10^8$ sel, bahkan bakteri tertentu misalnya *Shigella* sudah dapat menimbulkan infeksi hanya dengan jumlah 10^2 sel. Pada waktu pembilasan 5 menit jumlah koloni bakteri pada sampel akuades adalah $2,88 \cdot 10^4$ CFU / ml sedangkan untuk sampel PDAM $2,08 \cdot 10^6$ CFU / ml, jumlah ini lebih sedikit bila dibandingkan dengan jumlah koloni pada waktu pembilasan 4 menit. Pada penerapan penggunaan di klinik gigi dapat dipertimbangkan untuk melakukan pembilasan selama 5 menit, mengingat hanya dengan selisih waktu pembilasan 1 menit jumlah koloni bakteri dapat dikurangi sehingga memperkecil resiko terjadinya infeksi.

Pembilasan selama 5 menit efektif untuk menurunkan jumlah koloni bakteri, tetapi tidak efisien jika dilakukan setelah perawatan antar pasien pada klinik gigi, terutama bila jumlah pasien tiap hari relatif banyak mengingat durasi waktu dan jumlah air yang dikeluarkan. Pembilasan selama 5 menit dapat dilakukan sebagai bagian persiapan pada awal dan akhir

pelaksanaan kegiatan perawatan pasien diklinik gigi. Berdasarkan efisiensi, pembilasan setelah perawatan antar penderita dapat dilakukan selama 1 – 2 menit, dengan pertimbangan bahwa pada waktu tersebut sudah terdapat penurunan jumlah koloni bakteri yang bermakna.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. KESIMPULAN

1. Bakteri aerob dan anaerob dapat diisolasi dari air pada *handpiece dental unit*. Didapatkan juga adanya bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* pada air dari *handpiece dental unit*.
2. Jenis sumber air mempengaruhi jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit*. Jumlah sel bakteri pada sumber air PDAM lebih tinggi dibanding dengan sumber air akuades ($p < 0,05$).
3. Pembilasan dengan interval waktu 1-5 menit mampu menurunkan jumlah sel bakteri pada air dari *handpiece dental unit* ($p < 0,05$). Waktu pembilasan 5 menit mampu menurunkan jumlah bakteri secara maksimal.

7.2. SARAN

Pada penelitian ini didapatkan adanya dua bakteri patogen oportunistik pada air dari *handpiece dental unit*. Perlu diteliti lebih lanjut adanya kemungkinan bakteri patogen lainnya sehingga dokter gigi lebih waspada akan kemungkinan infeksi yang ditimbulkannya. Disarankan penggunaan katup anti retraksi pada saluran air *dental unit* untuk mengurangi kemungkinan teraspirasinya bakteri dalam rongga mulut kedalam sistim air *dental unit*.

Mengingat tingginya jumlah sel bakteri yang didapatkan dan adanya bakteri patogen oportunistik pada air PDAM, disarankan untuk

tidak menggunakannya sebagai sumber air *dental unit*. Perlu diteliti kemungkinan penggunaan jenis sumber air yang lain sebagai upaya untuk meminimalisasi jumlah sel bakteri pada air *dental unit*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹, 1980. Manual of basic techniques for a health laboratory. Geneva : World Health Organization, pp 56-58
- Anonim², 1996. Guidelines for drinking water quality, 2nd edition, vol 2. Geneva : World Health Organization, pp 10-14, 23-24, 33-34
- Anonim³, 1996. Penuntun praktikum mikrobiologi, edisi XI. Surabaya : Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Airlangga, hlm 50-51
- Bagga BS, Murphy RA, Anderson AW, Punwani I, 1984. Contamination of dental unit cooling water with oral microorganism and its prevention. J Am Dent Assoc 109 (5) : 712-6.
- Barbeau J, Tanguay R, Faucher E, Avezard C, Trudel L, Cote L, Prevost A, 1996. Multiparametric analysis of waterline contamination in dental units. Appl Environ Microbiol 62 (11): 3954-3959.
- Bennet JV, Brachman PS, 1992. Hospital infection, 3rd edition. Boston : Little, Brown and Company, pp 306-308
- Cruickshank R, 1968. Medical microbiology. Edinburg : E & C Livingstone Ltd pp 963-971.
- Douglas CWI, Van Noort R, 1993. Control bacteria in dental water supplies. Br Dent J 174: 167-173
- Fitzgibbon EJ, Bartzokas CA, Martin MV, Gibson MF, Graham R, 1984. The source, frequency and extent of bacterial contamination of dental unit water systems. Br Dent J 157 : 98-101.
- Ford TE, 1993. Aquatic microbiology : an ecological approach. Boston : Blackwell Scientific Publication, pp 456-462
- Jablonski S, 1982. Illustrated dictionary of dentistry. Philadelphia : WB Saunders Company, pp 374, 785
- Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA, 1996. Mikrobiologi Kedokteran, edisi 20, alih bahasa Edi Nugroho dan EF Maulany. Jakarta : EGC , hlm 249-252
- Kellert M, Holbrook WP, 1980. Bacterial contamination of dental handpieces. J Dent 8 (3): 249-253

- Lee BM, Kim CW, Kim YS, 1998. A study on the microbial contamination of dental unit and ultrasonic scaler. *Journal of Korean Academy of Prosthodontics* 36(1) : 38-40
- Martin MV, 1987. The significance of the bacterial contamination of dental unit water system. *Br Dent J* 163 : 152-154.
- Martindale, 1996. *The extra pharmacopoeia*, 31st edition. London : Royal Pharmaceutical Society, p : 1767
- Murray PR, 1999. *Manual of Clinical Microbiology*, 7th edition. Washington DC : ASM Press, pp : 459-464, 517-523
- Ni'matuzahroh, 1995. Deteksi bakteri enteropatogenik pada air instalasi pengolahan air minum PDAM Karangpilang. Surabaya : Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, hlm 5-8.
- Rheinheimer G, 1992. *Aquatic microbiology*, 4th edition. New York : John Wiley & Sons, Inc., pp:17-23, 111-125.
- Rump HH, Krist H, 1989. *Manual for the examination of water, waste water and soil*, 2nd edition. Weinheim : VCH, pp 135-145, 161.
- Slots J, Taubman MA, 1992. *Contemporary oral microbiologi and immunology*. St. Louis : Mosby – Year Book, Inc., pp267-272.
- Speece RE, 1980. *Water and wastewater in Purdom PW (ed) Environmental Health*, 2nd edition. California : Academic Press, Inc., pp 181-191.
- Steel EW and McGhee TJ, 1985. *Water supply and sewerage*, 5th edition. Singapore : McGraw-Hill Book Company, pp 184-187.
- Steel RGD and Torrie JH, 1980. *Principles and Procedures of Statistics. A biometrical approach*, 2nd edition. New York : Mc Graw-Hill Book Company, pp 118-119.
- Suriawiria U, 1996. *Mikrobiologi air*, edisi 2. Bandung : Penerbit Alumni, hlm 24-26, 86-113.
- Tortora GJ, Funke BR, Case CL, 1995. *Microbiology an introduction*, 5th edition. California : The Benjamin/Cummings Publishing Company, pp158-161.
- Vitug MID, Cuyugan CB, 1999. *Microbial growth on various types of treated water*. *Makati Medical Center Proceedings Vol XIII* : 84-88.
- Volk WA, 1992. *Basic Microbiology*, 7th edition. New York: Harper Collins Publisher, pp 524-527.

- Walker JT, Bradshaw DJ, Bennet AM, Fulford MR, Martin MV, Marsh PH, 2000. Microbial *biofilm* formation and contamination of dental unit water systems in general dental practice. *Appl Environ Microbiol* 66 (8) : 3363-3367.
- Wasito EB, 1986. Perhitungan jumlah kuman dalam cairan. MKTI no 1, tahun 2 : 6-11.
- Whitehouse RLS, Peters E, Lizotte J, Lilge C, 1991. Influence of biofilms on microbial contamination in dental unit water. *J Dent* 19 (5) : 290-295.
- Woodall IR, 1993. *Comprehensive dental hygiene care*, 4th edition. Missouri : Mosby, pp 16-18,23-26.
- Zwemer TJ, 1993. *Boucher's clinical dental terminology*. St. Louis : Mosby, pp142-143, 297.

Lampiran 1

Pengecatan Gram

- Buat sediaan bakteri pada gelas obyek, difiksasi dengan cara melewatkan diatas api lampu spiritus.
- Tuang kital violet pada sediaan, biarkan selama 1 menit
- Buang sisa kristal violet dari gelas obyek.
- Tuang larutan lugol pada sediaan, biarkan selama 1 menit
- Buang sisa larutan lugol dari gelas obyek, bilas dengan air bersih.
- Lunturkan dengan alkohol 95% selama 10-20 detik sampai sisa zat warna hilang, bilas dengan air bersih.
- Tuang safranin biarkan selama 10-30 detik.
- Buang sisa safranin dari gelas obyek, bilas dengan air bersih, biarkan hingga kering.

Minyak emersi ditetaskan pada sediaan, dilakukan pengamatan dibawah mikroskop dengan pembesaran 1000 X.

- Bakteri Gram positif tampak berwarna ungu
- Bakteri Gram negatif berwarna merah.

Lampiran 2

Pengecatan Spora (Schaeffer Fulton)

- Buat sediaan bakteri pada gelas obyek, difiksasi dengan cara melewatkan diatas api lampu spiritus, biarkan menjadi dingin.
- Tuang malakhit hijau pada sediaan, panaskan diatas api lampu spiritus selama 1 menit sampai timbul uap.
- Buang sisa malakhit hijau dari gelas obyek, bilas dengan air bersih
- Tuangkan safranin pada sediaan, biarkan selama 30 detik
- Buang sisa safranin dari gelas obyek, bilas dengan air bersih, diarkan hingga kering.

Minyak emersi diteteskan pada sediaan, dilakukan pengamatan dibawah mikroskop dengan pembesaran 1000 X.

- Spora tampak berwarna hijau.
- Bagian vegetatif bakteri berwarna merah.

Lampiran 3

Identifikasi Bakteri**Uji Indol**

Uji ini adalah berdasarkan kemampuan bakteri membentuk indol dari asam amino triptofan. Bakteri dibiakkan pada media yang mengandung triptofan. Sebanyak 0,5 ml reagensia Kovac ditambahkan pada tabung biakan bakteri yang telah diinkubasi pada suhu 37⁰ C selama 24 jam, dikocok, diamkan beberapa saat. Reaksi positif untuk indol ditandai dengan terbentuknya cincin merah pada permukaan biakan.

Uji Motilitas

Biakan bakteri ditanam pada media motilitas dalam tabung dengan jalan menusukkan dengan jarum penanam secara tegak lurus dalam satu arah gerakan. Uji motilitas adalah positif bila tampak pertumbuhan bakteri menyebar dari area tempat tusukan. Uji motilitas negatif bila pertumbuhan bakteri hanya tampak pada tempat tusukan. Tersedia media yang dapat digunakan untuk uji indol dan sekaligus uji motilitas, pada penelitian ini digunakan media *SIM (Semi solid Indol Motility)*.

Uji Sitrat

Uji ini adalah berdasarkan kemampuan bakteri menggunakan sitrat sebagai sumber hidrat arang. Bakteri ditanam pada media agar miring Simon's *Citrate* yang mengandung garam amonium, natrium sitrat, brom timol biru. Setelah diinkubasi pada suhu 37⁰ C selama 24 jam, amati adanya pertumbuhan bakteri. Hasil positif bila terdapat pertumbuhan bakteri dan terjadi perubahan warna media dari hijau menjadi biru. Hasil negatif bila tidak terjadi perubahan warna media yaitu hijau.

Media TSI

Media TSI (*Triple Sugar Iron*) terdiri dari glukosa, sukrosa dan laktosa dengan perbandingan 10:10:1; pepton; fenol merah sebagai indikator keasaman dan feri sulfat sebagai indikator terjadinya pembentukan gas H₂S. Media digunakan dalam bentuk agar miring, dimana untuk interpretasi hasilnya terdapat dua bagian yaitu *slant*, bagian miring agar dan *butt*, yaitu bagian dasar media. Bakteri ditanam pada media dengan jalan menusukkan dengan jarum penanam secara tegak lurus pada bagian *butt* kemudian menggores pada bagian *slant*, diinkubasi pada suhu 37⁰ C selama 24 jam. Bila bakteri memfermentasi gula-gula yang ada, media akan berubah warna menjadi kuning (asam), sedang bila tidak memfermentasi media tetap berwarna merah (alkali). Interpretasi hasil dibaca dari *slant* ke *butt* sebagai berikut :

- Alkali / Alkali : bakteri tidak memfermentasi glukosa, sukrosa atau laktosa
- Alkali / Asam : bakteri hanya memfermentasi glukosa
- Asam / Asam : bakteri memfermentasi glukosa, sukrosa dan laktosa

Bila bakteri menghasilkan gas terdapat presipitasi berwarna hitam pada *butt*.

Hasil Identifikasi :

	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Escherichia coli</i>
Morfologi	Batang Gram positif tak berspora	Batang Gram positif tak berspora
TSI	Alkali / Alkali	Asam / Asam
Uji Indol	+ / -	+
Uji Motilitas	+	+
Uji Sitrat	+	-

Lampiran 4

Tabel Probabilitas McCrady

Probability Tables (according to McCrady)

QUANTITY OF WATER	50 ml.	10 ml.	1 ml.	
No. of samples of each quantity tested	1	5	5	
	0	0	0	0
	0	0	1	1
	0	0	2	2
	0	1	0	1
	0	1	1	2
	0	1	2	3
	0	2	0	2
	0	2	1	3
	0	2	2	4
	0	3	0	3
	0	3	1	5
	0	4	0	5
	1	0	0	1
	1	0	1	3
	1	0	2	4
	1	0	3	6
	1	1	0	3
	1	1	1	5
	1	1	2	7
	1	1	3	9
	1	2	0	5
	1	2	1	7
	1	2	2	10
	1	2	3	12
	1	3	0	8
	1	3	1	11
	1	3	2	14
	1	3	3	18
	1	3	4	20
	1	4	0	13
	1	4	1	17
	1	4	2	20
	1	4	3	30
	1	4	4	35
	1	4	5	40
	1	5	0	25
	1	5	1	35
	1	5	2	50
	1	5	3	90
	1	5	4	160
	1	5	5	180+

Number giving positive reaction (acid and gas).

Probable number of coliform bacilli in 100 ml. of water.

Lampiran 5

Hasil pengamatan jenis bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades.

Sampel air	Aerob				Anaerob				Spora
	Kokus		Batang		Kokus		Batang		
	Gram +	Gram -	Gram +	Gram -	Gram +	Gram -	Gram +	Gram -	
PDAM									
1	+	-	+	+	+	-	+	+	-
2	+	-	+	+	+	+	-	+	-
3	+	+	-	+	+	+	-	+	-
4	+	+	+	+	+	-	+	+	-
5	+	+	+	+	+	-	+	+	-
6	+	-	+	+	+	-	+	+	-
7	+	+	-	+	+	+	-	+	-
8	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Akuades									
1	+	+	+	+	+	+	+	+	-
2	+	-	-	+	+	-	-	-	-
3	+	-	-	+	+	+	+	+	-
4	+	+	+	+	+	-	+	+	-
5	+	-	+	+	+	-	-	-	-
6	+	+	+	+	+	+	+	+	-
7	+	-	+	+	+	+	-	+	-
8	+	+	+	+	+	-	-	+	-

Lampiran 6

Hasil pengamatan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli* pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades.

Sampel air	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Escherichia coli</i> / MPN *
PDAM		
1	+	+ / 1
2	+	+ / 1
3	+	-
4	+	+ / 3
5	+	-
6	+	+ 3
7	+	-
8	+	+ / 1
Akuades		
1	+	-
2	+	-
3	+	-
4	+	-
5	+	-
6	+	-
7	+	-
8	+	-

Lampiran 7

Hasil penghitungan koloni bakteri pada air dari *handpiece dental unit* dengan sumber air PDAM dan akuades pada berbagai interval waktu pembilasan.

Sumber air dental unit	Jumlah koloni (CFU/ml) Pada interval waktu pembilasan (menit)					
	0 (K)	1	2	3	4	5
Akuades						
A1	$3,94 \cdot 10^5$	$3,4 \cdot 10^5$	$3,18 \cdot 10^5$	$3,8 \cdot 10^5$	$7,2 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^4$
A2	$5,9 \cdot 10^5$	$5,15 \cdot 10^5$	$2,09 \cdot 10^5$	$3,93 \cdot 10^5$	$5,2 \cdot 10^4$	$2,82 \cdot 10^4$
A3	$5,96 \cdot 10^5$	$4,84 \cdot 10^5$	$4,6 \cdot 10^5$	$4,91 \cdot 10^5$	$6,1 \cdot 10^4$	$3,68 \cdot 10^4$
A4	$4,18 \cdot 10^5$	$3,49 \cdot 10^5$	$2,25 \cdot 10^5$	$2,66 \cdot 10^5$	$5,14 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^4$
A5	$4,72 \cdot 10^5$	$3,58 \cdot 10^5$	$2,85 \cdot 10^5$	$3,03 \cdot 10^5$	$5,53 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^4$
A6	$3,49 \cdot 10^5$	$2,84 \cdot 10^5$	$2,61 \cdot 10^5$	$2,94 \cdot 10^5$	$6,54 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$
A7	$5,65 \cdot 10^5$	$3,07 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^5$	$2,67 \cdot 10^5$	$7,03 \cdot 10^4$	$3,51 \cdot 10^4$
A8	$4,31 \cdot 10^5$	$3,14 \cdot 10^5$	$2,56 \cdot 10^5$	$2,69 \cdot 10^5$	$5,55 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^4$
PDAM						
P1	$9,14 \cdot 10^7$	$7,91 \cdot 10^7$	$5,72 \cdot 10^7$	$6,92 \cdot 10^7$	$4,4 \cdot 10^6$	$2,62 \cdot 10^6$
P2	$8,4 \cdot 10^7$	$6,49 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^7$	$4,57 \cdot 10^7$	$3,4 \cdot 10^6$	$1,98 \cdot 10^6$
P3	$9,1 \cdot 10^7$	$8,7 \cdot 10^7$	$5,17 \cdot 10^7$	$5,76 \cdot 10^7$	$6,1 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^6$
P4	$8 \cdot 10^7$	$6,9 \cdot 10^7$	$5,3 \cdot 10^7$	$5,8 \cdot 10^7$	$6,8 \cdot 10^6$	$2,17 \cdot 10^6$
P5	$7,44 \cdot 10^7$	$7,01 \cdot 10^7$	$4,92 \cdot 10^7$	$5,02 \cdot 10^7$	$5,43 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^6$
P6	$8,9 \cdot 10^7$	$6,84 \cdot 10^7$	$5,1 \cdot 10^7$	$5,46 \cdot 10^7$	$4,71 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$
P7	$7,7 \cdot 10^7$	$7,1 \cdot 10^7$	$6,39 \cdot 10^7$	$6,83 \cdot 10^7$	$5,3 \cdot 10^6$	$2,86 \cdot 10^6$
P8	$8,78 \cdot 10^7$	$7,2 \cdot 10^7$	$4,96 \cdot 10^7$	$5,47 \cdot 10^6$	$3,4 \cdot 10^6$	$2,15 \cdot 10^6$

ANOVA^a

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Koloni bakteri	Main Effects	(Combined)	7348439	6	1224740	735.339	.00
		Sumber Air	4935966	1	4935966	2963.57	.00
		Waktu pembilasan	2412474	5	482494.7	289.692	.00
	2-Way Interactions	Sumber Air *					
		Waktu pembilasan	2363580	5	472716.0	283.821	.00
	Model		9712019	11	882910.8	530.103	.00
	Residual		139905.7	84	1665.545		
Total		9851925	95	103704.5			

a. Koloni bakteri by Sumber Air, Waktu pembilasan

MCA^a

			N	Predicted Mean		Deviation	
				Unadjusted	Adjusted for Factors	Unadjusted	Adjusted for Factors
Koloni bakteri	Sumber Air	Akuades	48	2.5821	2.5821	-226.7516	-226.7516
		PDAM	48	456.0854	456.0854	226.7516	226.7516
	Waktu pembilasan	1	16	424.6344	424.6344	195.3006	195.3006
		2	16	365.2819	365.2819	135.9481	135.9481
		3	16	262.4088	262.4087	33.0750	33.0750
		4	16	288.1019	288.1019	58.7681	58.7681
		5	16	25.0132	25.0132	-204.3206	-204.3206
6	16	10.5626	10.5626	-218.7712	-218.7712		

a. Koloni bakteri by Sumber Air, Waktu pembilasan

Factor Summary^a

		Beta	
		Eta	Adjusted for Factors
Koloni bakteri	Sumber Air	.708	.708
	Waktu pembilasan	.495	.495

a. Koloni bakteri by Sumber Air, Waktu pembilasan

Model Goodness of Fit

	R	R Squared
Koloni bakteri by Sumber Air, Waktu pembilasan	.864	.746

Case Processing Summary^a

Cases					
Included		Excluded		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
96	100.0%	0	.0%	96	100.0%

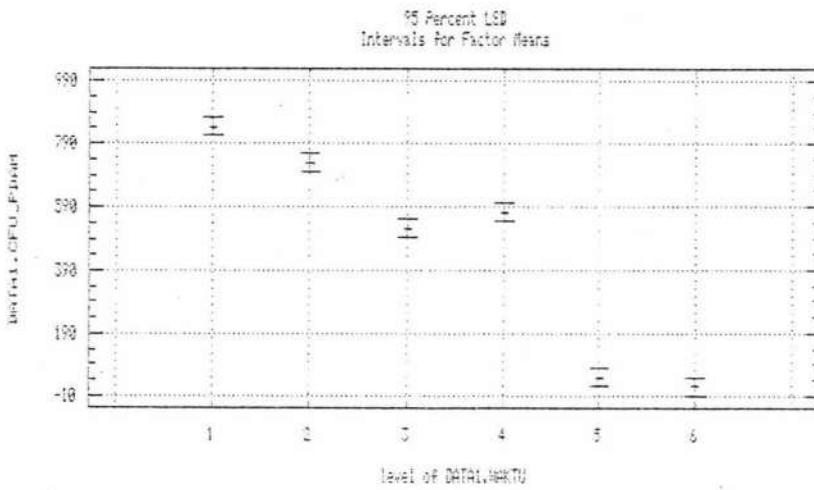
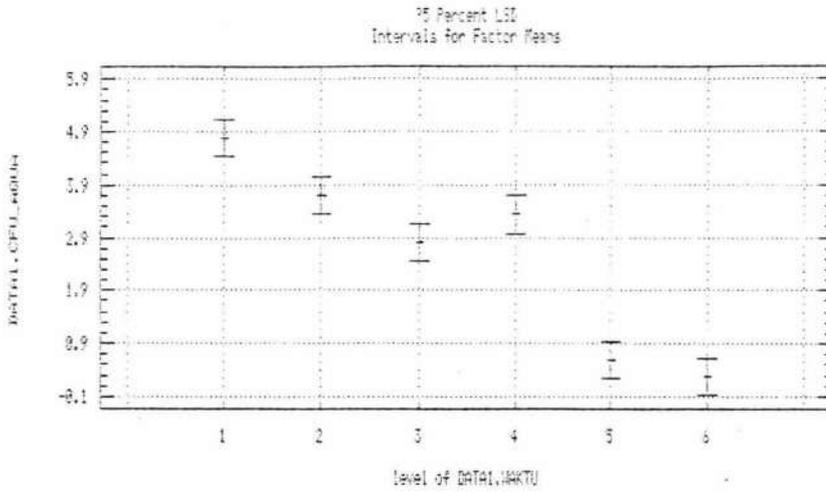
a. Koloni bakteri by Sumber Air, Waktu pembilasan

Cell Means^b

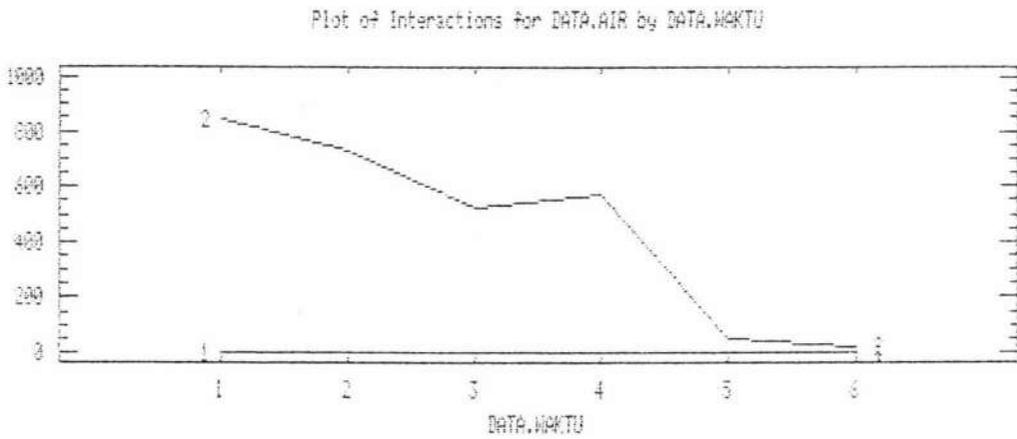
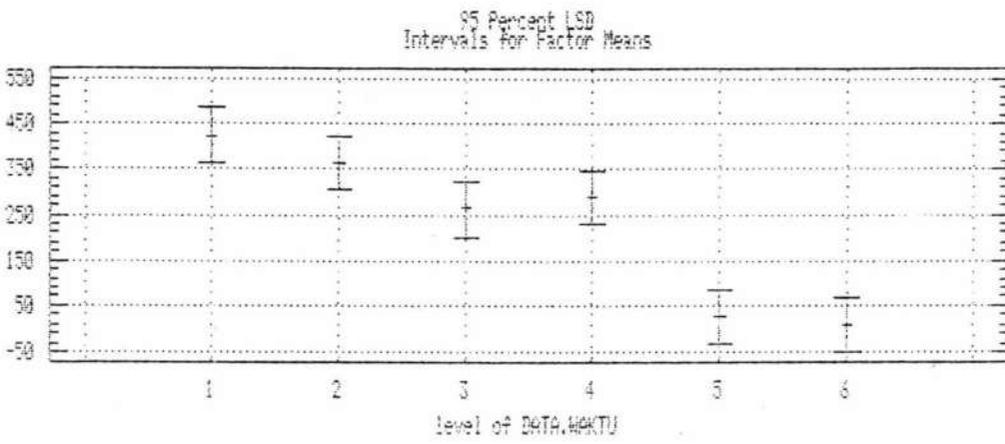
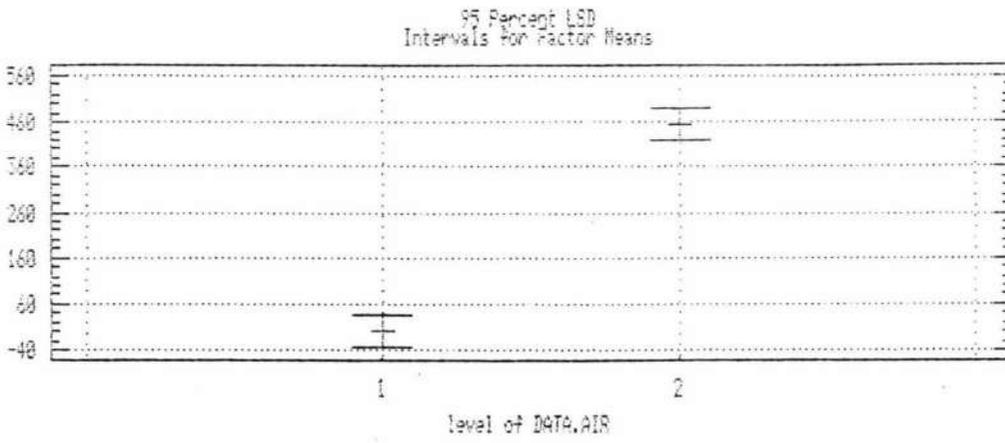
Sumber Air	Waktu pembilasan	Koloni bakteri	
		Mean	N
Akuades	1	4.7687	8
	2	3.6888	8
	3	2.8175	8
	4	3.3288	8
	5	.6014	8
	6	.2876	8
	Total	2.5821	48
PDAM	1	844.5000	8
	2	726.8750	8
	3	522.0000	8
	4	572.8750	8
	5	49.4250	8
	6	20.8375	8
	Total	456.0854	48
Total	1	424.6344	16
	2	365.2819	16
	3	262.4088	16
	4	288.1019	16
	5	25.0132	16
	6	10.5626	16
	Total	229.3338 ^a	96

a. Grand Mean

b. Koloni bakteri by Sumber Air, Waktu pembilasan



MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA



way

uades

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
oni Waktu 1	8	4.7888	.9530	.3369	3.9721	5.5654	3.49	5.96
teri pembilasan 2	8	3.6888	.8451	.2988	2.9822	4.3953	2.84	5.15
3	8	2.8175	.7968	.2817	2.1513	3.4837	2.09	4.60
4	8	3.3268	.8118	.2870	2.6500	4.0075	2.66	4.91
5	8	.6014	8.3E-02	2.93E-02	.5321	.6706	.51	.72
6	8	.2876	5.7E-02	2.03E-02	.2396	.3357	.21	.37
Total	48	2.5821	1.7682	.2552	2.0687	3.0955	.21	5.96

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
oni Between Groups (Combined)	126.455	5	25.291	51.851	.000
teri Linear Term Contrast Deviation	110.940	1	110.940	227.45	.000
	15.515	4	3.879	7.952	.000
Within Groups	20.466	42	.488		
Total	146.941	47			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Koloni bakteri

	(I) Waktu pembilasan	(J) Waktu pembilasan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	1.0800*	.349	.00	.3753	1.7847
		3	1.9513*	.349	.00	1.2465	2.6560
		4	1.4400*	.349	.00	.7353	2.1447
		5	4.1674*	.349	.00	3.4627	4.8721
		6	4.4811*	.349	.00	3.7764	5.1858
	2	1	-1.0800*	.349	.00	-1.7847	-.3753
		3	.8713*	.349	.02	.1665	1.5760
		4	.3600	.349	.31	-.3447	1.0647
		5	3.0874*	.349	.00	2.3827	3.7921
		6	3.4011*	.349	.00	2.6964	4.1058
	3	1	-1.9513*	.349	.00	-2.6560	-1.2465
		2	-.8713*	.349	.02	-1.5760	-.1665
		4	-.5113	.349	.15	-1.2160	.1935
		5	2.2161*	.349	.00	1.5114	2.9208
		6	2.5299*	.349	.00	1.8252	3.2346
	4	1	-1.4400*	.349	.00	-2.1447	-.7353
		2	-.3600	.349	.31	-1.0647	.3447
		3	.5113	.349	.15	-.1935	1.2160
5		2.7274*	.349	.00	2.0227	3.4321	
6		3.0411*	.349	.00	2.3364	3.7458	
5	1	-4.1674*	.349	.00	-4.8721	-3.4627	
	2	-3.0874*	.349	.00	-3.7921	-2.3827	
	3	-2.2161*	.349	.00	-2.9208	-1.5114	
	4	-2.7274*	.349	.00	-3.4321	-2.0227	
	6	.3137	.349	.37	-.3910	1.0185	
6	1	-4.4811*	.349	.00	-5.1858	-3.7764	
	2	-3.4011*	.349	.00	-4.1058	-2.6964	
	3	-2.5299*	.349	.00	-3.2346	-1.8252	
	4	-3.0411*	.349	.00	-3.7458	-2.3364	
	5	-.3137	.349	.37	-1.0185	.3910	

way

PDAM

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Waktu	1	844.5000	64.5578	22.8246	790.5284	898.4716	744.00	914.00
pembilasan	2	726.8750	70.5700	24.9503	667.8771	785.8729	649.00	870.00
	3	522.0000	63.6979	22.5206	468.7473	575.2527	420.00	639.00
	4	572.8750	81.2587	28.7293	504.9411	640.8089	457.00	692.00
	5	49.4250	12.1082	4.2809	39.3023	59.5477	34.00	68.00
	6	20.8375	5.3620	1.8958	16.3547	25.3203	11.00	28.50
Total	48	456.0854	323.4065	46.6797	362.1780	549.9929	11.00	914.00

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups (Combined)	4775927	5	955185	286.791	.00
Linear Term	4252275	1	4252275	1276.73	.00
Contrast Deviation	523651.8	4	130913	39.306	.00
Within Groups	139885.3	42	3330.602		
Total	4915812	47			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Koloni bakteri

	(I) Waktu pembilasan	(J) Waktu pembilasan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	117.6250*	28.856	.000	59.3919	175.8581
		3	322.5000*	28.856	.000	264.2669	380.7331
		4	271.6250*	28.856	.000	213.3919	329.8581
		5	795.0750*	28.856	.000	736.8419	853.3081
		6	623.6625*	28.856	.000	765.4294	681.8956
	2	1	-117.6250*	28.856	.000	-175.8581	-59.3919
		3	204.8750*	28.856	.000	146.6419	263.1081
		4	154.0000*	28.856	.000	95.7669	212.2331
		5	677.4500*	28.856	.000	619.2169	735.6831
		6	706.0375*	28.856	.000	647.8044	764.2706
	3	1	-322.5000*	28.856	.000	-380.7331	-264.2669
		2	-204.8750*	28.856	.000	-263.1081	-146.6419
		4	-50.8750	28.856	.085	-109.1081	7.3581
		5	472.5750*	28.856	.000	414.3419	530.8081
		6	501.1625*	28.856	.000	442.9294	559.3956
	4	1	-271.6250*	28.856	.000	-329.8581	-213.3919
		2	-154.0000*	28.856	.000	-212.2331	-95.7669
		3	50.8750	28.856	.085	-7.3581	109.1081
5		523.4500*	28.856	.000	465.2169	581.6831	
6		552.0375*	28.856	.000	493.8044	610.2706	
5	1	-795.0750*	28.856	.000	-853.3081	-736.8419	
	2	-677.4500*	28.856	.000	-735.6831	-619.2169	
	3	-472.5750*	28.856	.000	-530.8081	-414.3419	
	4	-523.4500*	28.856	.000	-581.6831	-465.2169	
	6	28.5875	28.856	.328	-29.6456	86.8206	
6	1	-623.6625*	28.856	.000	-681.8956	-765.4294	
	2	-706.0375*	28.856	.000	-764.2706	-647.8044	
	3	-501.1625*	28.856	.000	-559.3956	-442.9294	
	4	-552.0375*	28.856	.000	-610.2706	-493.8044	
	5	-28.5875	28.856	.328	-86.8206	29.6456	