

**ANALISIS JUMLAH DAN IDENTIFIKASI BAKTERI
PATOGEN PADA UDARA DI RUANG OPERASI
RUMAH SAKIT Dr. WAHIDIN SUDIROHUSODO**

**A. YULI ROHMA
N121 05 024**



SKR-F10
ROH
a

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2010**

**ANALISIS JUMLAH DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN
PADA UDARA DI RUANG OPERASI
RUMAH SAKIT Dr. WAHIDIN SUDIROHUSODO**



SKRIPSI

**untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana**

A. YULI ROHMA

N121 05 024

**PROGRAM KONSENTRASI
TEKNOLOGI LABORATORIUM KESEHATAN
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2010**

PERSETUJUAN

ANALISIS JUMLAH DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN PADA UDARA DI RUANG OPERASI RUMAH SAKIT Dr. WAHIDIN SUDIROHUSODO

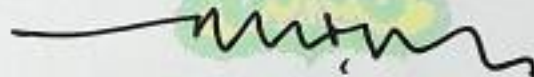
A. YULI ROHMA

N121 05 024



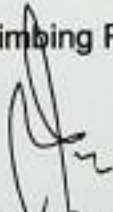
Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. H. M. Natsir Djide, M.S, Apt
NIP. 19500817 197903 1 003

Pembimbing Pertama,



dr. Nurhayana Sennang, Sp.PK
NIP. 19751021 200212 2 001

Pembimbing Kedua,



Dra. Agnes Lidjaja, M.Kes, Apt
NIP. 19570326 198512 2 001

Pada tanggal November 2010

PENGESAHAN

ANALISIS JUMLAH DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN PADA UDARA DI RUANG OPERASI RUMAH SAKIT Dr. WAHIDIN SUDIROHUSODO

Oleh :

A. YULI ROHMA
N121 05 024


Dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 2 November 2010

Panitia Penguji Skripsi :

- | | | |
|----------------|--|---|
| 1. Ketua | : Dra. Hj. Sartini, M.Si., Apt. |  |
| 2. Sekretaris | : Usmar, S.Si., M.Si., Apt. |  |
| 3. Anggota | : Mufidah, S.Si., M.Si., Apt. |  |
| 4. Ex. Officio | : Prof. Dr. H. M. Natsir Djide, MS, Apt. |  |
| 5. Ex. Officio | : dr. Nurhayana Sennang, Sp.PK |  |
| 6. Ex. Officio | : Dra. Agnes Lidjaja, M.Kes., Apt. |  |

Mengetahui,

Dekan Fakultas Farmasi
Universitas Hasanuddin


Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA, Apt.
NIP. 19560114 198601 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini adalah karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka skripsi dan gelar yang diperoleh batal demi hukum.

Makassar, 2 November 2010

Penyusun,



A. YULI ROHMA

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian analisis jumlah dan identifikasi bakteri patogen pada udara di ruang operasi Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah bakteri dan mengidentifikasi bakteri patogen pada udara di ruang operasi. Penelitian ini merupakan study cross sectional menggunakan pendekatan deskriptif dilakukan dengan mengambil sampel udara pada enam ruangan di Instalasi Bedah Sentral RS Dr. Wahidin Sudirohusodo menggunakan Microbiology Air Sampler (MAS-100), analisis jumlah bakteri dan identifikasi bakteri patogen dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah bakteri berkisar 95 - 308 CFU/m³. Bakteri patogen yang ditemukan adalah *Acinetobacter calcoaceticus* dan *Staphylococcus epidermidis*. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa jumlah bakteri melebihi standar yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1204/MENKES/SK/X/2004 yaitu konsentrasi maksimum mikroorganisme per m³ udara yang diperbolehkan adalah 10 CFU/m³.

ABSTRACT

The study has been done about the analysis of total amount and identification of pathogenic bacteria in air at Dr. Wahidin Sudirohusodo hospital surgery room. The aim of this study is to know the amount and identification of pathogenic bacteria in air at Dr. Wahidin Sudirohusodo hospital surgery room. This study is a cross sectional study using descriptive approach and sampling from six rooms at central surgery room Dr. Wahidin Sudirohusodo hospital using Microbiology Air Sampler (MAS-100), while the analysis and identification of pathogenic bacteria was conducted at Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar. The result show that the total amount of bacteria about 95-308 CFU/m³. Pathogenic bacteria that be found are *Acinetobacter calcoaceticus* and *Staphylococcus epidermidis*. Based on the result of the study we conclude that amount of bacteria more than standard quality of maximum concentration of microorganism in air that be allowed by Indonesia Health Minister No.1204/MENKES/SK/X/2004 that is 10 CFU/m³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, tiada kata yang lebih patut diucapkan oleh seorang hamba yang beriman selain ucapan puji syukur ke hadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Mengetahui, Pemilik segala ilmu, karena atas petunjuk-Nya maka skripsi ini dapat diselesaikan.

Sungguh banyak kendala yang penulis hadapi dalam rangka penyusunan skripsi ini, namun berkat dukungan dan bantuan berbagai pihak, akhirnya penulis dapat melewati kendala-kendala tersebut. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menghaturkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Pembimbing utama Prof. Dr. H. M.Natsir Djide, M.S, Apt., pembimbing pertama dr. Nurhayana Sennang, Sp.PK, dan pembimbing kedua Dra. Agnes Lidjaja, M.Kes.

Demikian pula penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA., Apt, Pembantu Dekan I Prof. Dr.rer.nat Marianti A. Manggau, Apt, dan Pembantu Dekan II Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si.
2. Ketua Program Konsentrasi Teknologi Laboratorium Kesehatan Fakultas Farmasi UNHAS Dra. Aliyah Putrano, MS. beserta seluruh staf atas segala fasilitas yang diberikan dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar Dr. H. Moch. Arief Setyabudi, M.Kes, Kepala seksi Diklat dan Litbang, Kepala

Instalasi Laboratorium Mikrobiologi beserta seluruh staf yang telah banyak membantu selama penelitian berlangsung.

4. Direktur Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo atas izin dan kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian.
5. Usmar, S.Si, M.Si, Apt selaku Pembimbing Akademik atas arahan dan bimbingan yang diberikan selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh dosen dan staf Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.
7. Ayahanda Alm H. Andi Iskandar dan Ibunda Hj. Andi Wero. Terima kasih telah membesarkan serta mendidik Ananda dengan penuh kasih sayang dan tanggung jawab, Serta suamiku kaharuddin, S.Kom dan putraku Faaiq Taqiyyurrazin yang selalu memberikan motivasi.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada sahabat terbaikku (Sri Wahyuni Azis, A. Tenri Commeng, Nurul hudyah, Andi Asniati, dan A. Maya Kesrianti). Teman-teman seperjuangan Serum 05 dan seluruh warga Farmasi Unhas,

Akhirnya semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Makassar, November 2010

A. Yuli Rohma

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENUNJUK SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Maksud Penelitian	3
I.3. Tujuan Penelitian.....	3
I.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Tinjauan Umum Tentang Udara	4
II.1.1 Udara Bebas dan Tidak Bebas	4

II.1.2 Penyebaran Infeksi Udara	5
II.2 Tinjauan Umum Tentang Bakteri	6
II.2.1 Bakteri di udara	6
II.2.2 Bakteri patogen di rumah sakit	8
II.2.3 Patogenitas bakteri	11
II.3 Flora Normal Serta Hubungannya dengan Hospes dan Lingkungannya	12
II.3.1 Hubungan antara manusia dengan Mikroorganisme	12
II.3.2 Faktor lingkungan terhadap pertumbuhan Mikroorganisme	13
II.3.3 Flora normal	15
II.4 Tinjauan Umum Tentang Infeksi Nosokomial	16
II.4.1 Infeksi nosokomial	16
II.4.2 Sumber infeksi	18
II.4.3 Proses terjadinya infeksi nosokomial	18
II.5 Ruang Bedah dan Sterilisasi	19
II.5.1 Ruang bedah	19
II.5.2 Sterilisasi ruang bedah	20
II.6 Tinjauan Umum Kualitas Udara Ruang	22
II.6.1 Kualitas udara ruang	22
II.6.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara Ruang	23

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	26
III.1 Rancangan Penelitian	26
III.2 Tempat dan Waktu Penelitian	26
III.2.1 Tempat Penelitian	26
III.2.2 Waktu Penelitian	26
III.3 Populasi dan Sampel.....	26
III.4 Kriteria Sampel	27
III.5 Defenisi Operasional	27
III.6 Alat dan Bahan Penelitian	27
III.6.1 Alat yang digunakan	27
III.6.2 Bahan yang digunakan	28
III.7 Prosedur Kerja	28
III.7.1 Persiapan Pengambilan Sampel	28
III.7.2 Pengambilan Sampel Udara	29
III.7.3 Prosedur Pemeriksaan Jumlah Bakteri dan Identifikasi Bakteri patogen di Udara	29
III.8 Interpretasi Hasil	31
III.9 Kerangka Konsep	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
IV.1 Hasil Penelitian	33
IV.2 Pembahasan	34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
V.1 Kesimpulan	38
V.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN-LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Tipe-tipe bakteri dan cendawan yang diisolasi dari udara	7
2. Beberapa penyakit bawaan udara	8
3. Indeks angka kuman per m ³ udara	23
4. Jumlah bakteri dan jenis bakteri patogen	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Peralatan Pengambilan sampel udara MAS-100.....	48
2. Peletakan Media PCA dalam alat MAS-100	48
3. Hasil pertumbuhan koloni bakteri pada media PCA, media BAP dan media Mac-Conkey	49
4. Media uji biokimia pada <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	50
5. Media uji biokimia pada <i>Staphylococcus epidermidis</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Hasil pengamatan pengujian	42
2. Perhitungan jumlah bakteri	43
3. Skema penelitian	44
4. Tabel identifikasi bakteri	45
5. Kutipan lampiran I Peraturan Menteri Kesehatan RI. No. 1204/Menkes/SK/X/2010.....	46
5. Tabel positive hole conversion MAS-100.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

Rumah sakit (RS) sebagai institusi pelayanan medis merupakan tempat perawatan segala jenis penyakit sehingga tidak mungkin lepas dari keberadaan sejumlah mikroba patogen. Hal ini menyebabkan lingkungan Rumah Sakit menjadi gudang berbagai bakteri patogen yang umumnya sudah resisten terhadap antibiotik. Kondisi lingkungan demikian beresiko tinggi untuk dapat menyebabkan infeksi dan pencemaran lingkungan oleh agen biologis. Infeksi yang didapat di Rumah sakit disebut sebagai "Infeksi Nosokomial". atau "penyakit yang berhubungan dengan Rumah Sakit" (*Hospital Associated Infection*). (1,2)

Infeksi nosokomial tidak hanya meningkatkan angka kematian, angka sakit dan penderitaan, tetapi juga meningkatkan biaya perawatan dan pengobatan yang harus ditanggung penderita. Sekitar 5 -15% penderita yang dirawat di rumah sakit mengalami infeksi nosokomial. (3) Menurut penelitian Dr. Altemeier, bahwa infeksi pada pasien bedah merupakan masalah serius saat ini. Infeksi nosokomial pada pasien bedah sekitar 40% diperkirakan merupakan infeksi traktus urinarius, infeksi luka operasi dan infeksi kulit. (4) Di Indonesia dilaporkan bahwa angka infeksi nosokomial pasien rawat inap di perawatan bedah adalah 5,6 - 6,8%. (5) Hasil surveilans tim pencegahan dan pengendalian infeksi nosokomial (PPI-RSWS) bulan Juli - Desember 2008, angka infeksi nosokomial bedah

digestif adalah 3,1%, bedah tumor adalah 2,7%, bedah orthopedi adalah 3,2% dan bedah urologi adalah 3,9%. (6)

Ruang operasi merupakan ruang yang berpotensi tinggi menyebabkan infeksi nosokomial di rumah sakit terutama infeksi luka operasi karena pada ruang operasi segala tindakan invasif bisa dilakukan terhadap tubuh manusia dan umumnya pasien berada pada kondisi dengan sistem kekebalan (*immun*) yang rendah. Resiko inipun juga akan meningkat jika disertai tingkat paparan (*exposure*) oleh mikroba patogen dan jumlah bakteri udara yang tinggi. (7,8)

Penerapan teknik aseptik diharapkan dapat menghindarkan pasien dari infeksi luka operasi. Pengendalian ruang operasi dapat dilakukan dengan cara melakukan sterilisasi dan desinfeksi secara menyeluruh. Tindakan untuk meningkatkan kualitas udara adalah sterilisasi ruang dengan sinar ultra violet secara benar dan pembersihan ruangan secara berkala. Kualitas udara ruang juga dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan tekanan udara. Tekanan udara di dalam ruang operasi harus lebih besar dari pada di luar ruang operasi disebut pula tekanan udara positif. (4,7)

Berdasarkan penelitian T.N. Ayni (2009), angka kuman pada udara di ruang bedah RSUD DR. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung tidak memenuhi syarat dan mikroorganismenya yang ditemukan adalah *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Streptococcus sp*, *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Aspergillus niger*, *Rhyzopus sp*, *Nocardia sp*, *Streptomices sp*, *Mucor sp*, serta

jamur, bakteri Gram negatif batang, Gram positif batang, dan Gram negatif coccus lain yang belum dapat teridentifikasi. (7)

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 1204/Menkes/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit bahwa Indeks Angka Kuman udara ruang operasi/ ruang bedah yang diperbolehkan yaitu konsentrasi maksimum mikroorganisme per m³ udara adalah 10 CFU/m³. (9)

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : Apakah udara di ruang operasi Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo memiliki jumlah bakteri yang memenuhi syarat sesuai KEP.MENKES. RI nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 dan bebas dari bakteri patogen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah bakteri dan mengidentifikasi adanya bakteri patogen pada udara di ruang operasi Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang jumlah bakteri dan jenis bakteri patogen yang terdapat pada udara di ruang operasi, serta sebagai bahan acuan bagi instansi untuk mengetahui tingkat sterilitas ruang operasi sehingga dapat membantu dalam upaya menekan infeksi nosokomial dan upaya pengendalian infeksi nosokomial di ruang operasi Rumah Sakit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tinjauan Umum Tentang Udara

II.1.1 Udara Bebas dan Tidak Bebas

Seluruh permukaan bumi ini terdapat udara, udara yang terdapat pada permukaan bumi disebut udara bebas yang mempunyai komposisi dari beberapa unsur seperti nitrogen (78,09 %), oksigen (21,94 %), argon (0,93 %), dan karbon dioksida (0,032 %). (10) Udara bebas yang ada disekitar manusia dapat berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat, pengaruh tersebut dikelompokkan menjadi pengaruh langsung dan pengaruh tidak langsung. (11)

Pengaruh udara terhadap kesehatan sangat ditentukan oleh komposisi kimia, biologi maupun fisis udara. Pada keadaan normal sebagian besar udara terdiri atas oksigen dan nitrogen (90 %). Tetapi aktivitas manusia dapat mengubah komposisi kimia udara sehingga terjadi penambahan jumlah spesies ataupun peningkatan konsentrasi zat-zat kimia yang sudah ada. Pengaruh terhadap kesehatan akan tampak apabila kadar zat pengotor meningkat sedemikian rupa sehingga timbul penyakit. (11,12)

Udara tak bebas adalah udara yang didapat di dalam ruangan gedung-gedung seperti rumah, pabrik, bioskop, sekolah, rumah sakit dan lainnya. Berbeda dengan udara bebas, kualitas dan kuantitas udara tak bebas seringkali ditentukan penghuni gedung secara tidak sengaja. Oleh

karena itu, kualitas udara tak bebas sangat bervariasi. Apabila kualitas baik tentunya tidak akan terjadi penyakit tetapi apabila udara tak bebas itu tercemar, maka efeknya akan sangat nyata, karena alirannya tidak bebas maka pencemaran mempunyai banyak kesempatan untuk masuk kedalam tubuh penghuni dan dalam konsentrasi yang ada didalam udara tersebut. (11,12)

II.1.2 Penyebaran Infeksi di Udara

Segolongan pencemar yang bersifat biologis sangat penting artinya terutama yang berada di udara tak bebas. Golongan ini terbagi atas berbagai jenis bakteri patogen. Baik jamur, metazoa, bakteri, maupun virus. Penyakit yang disebabkan seringkali diklasifikasikan sebagai penyakit yang menyebar lewat udara (*air borne disease*). (10)

Penyebaran atau penularan penyakit tergantung pada dua faktor penting, yakni lepasnya organisme patogen dari hospesnya dan masuknya organisme patogen itu ke hospes dalam hospes yang lain. Bila ada jangka waktu diantara kedua kejadian tersebut, maka organisme patogen harus bertahan hidup disuatu lingkungan yang kurang menguntungkan. Beberapa mikroba yang sangat rapuh sehingga tidak dapat bertahan hidup lama dilingkungan diluar dari hospes adalah *Neisseria gonorrhoeae* dan *Treponema pallidum*. (13)

Penyebaran mikroba melalui udara dinamakan infeksi asal udara, infeksiya ditularkan melalui udara dari tetesan air liur, sekresi pernafasan, debu tercemar, dan fomit (benda mati yang tercemar oleh organisme patogen dan membantu penyebarannya). Penyebaran infeksi

asal debu menjadi bertambah bila orang bergerak ke tempat-tempat dengan ventilasi yang kurang baik. (13)

Suatu ciri khas penyakit asal udara ialah kecenderungannya untuk berjangkit sebagai epidemik, muncul secara explosive dan menyerang banyak orang dalam waktu singkat. Di Negara beriklim dingin, frekuensi timbulnya penyakit biasanya meningkat selama musim gugur dan musim dingin pada waktu orang lebih sering berada diruangan seperti didalam rumah atau gedung karena dinginnya suhu diluar. (14)

Contoh khas infeksi bakteri asal udara ialah penyakit difteri dan streptokokus. Penyakit khas yang disebabkan oleh bakteri dan disebarkan melalui rute pernafasan yaitu selama influenza. Penyakit mikotik (disebabkan cendawan) sistemik juga merupakan infeksi asal udara. (14)

II.2 Tinjauan Umum Tentang Bakteri

II.2.1 Bakteri di Udara

Flora bakteri yang ada diluar bersifat sementara dan beragam. Udara bukan merupakan medium tempat bakteri tumbuh, tetapi merupakan bahan pembawa bahan partikulat, debu dan tetesan air yang semuanya sangat mungkin dimuati bakteri. Jumlah dan tipe bakteri yang mencemari udara ditentukan oleh sumber pencemaran didalam lingkungan, misalnya dari saluran pernafasan manusia disemprotkan melalui batuk dan bersin. (14)

Bakteri asal udara dapat terbawa partikel debu, dalam tetes-tetes cairan yang berukuran besar dan tersuspensikan hanya sebentar, dan

dalam "inti tetesan", yang terbentuk bila titik-titik cairan berukuran kecil menguap. Organisme yang memasuki udara dapat terangkut sejauh beberapa meter atau beberapa kilometer, sebagian akan segera mati dalam beberapa detik, sedang yang lain dapat bertahan hidup selama berminggu-minggu dan kadang-kadang sampai berbulan-bulan. Nasib akhir dari bakteri asal udara diatur keadaan di sekelilingnya, misalnya keadaan atmosfer, kelembaban, cahaya, dan suhu. Ukuran yang membawa bakteri itu, dan kerentanan bakteri terhadap faktor lingkungan. (14)

Tabel 1. Tipe-tipe bakteri dan cendawan yang diisolasi dari udara ¹⁴ :

Tinggi (meter)	Bakteri (genus)	Cendawan (genus)
1.500 – 4.500	<i>Alcaligenes</i> <i>Bacillus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Macrosporium</i> <i>Penicillium</i>
4.500 – 7.500	<i>Bacillus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Clasdosporium</i>
7.500 – 10.500	<i>Sarcina</i> <i>Bacillus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Hormodendrum</i>
10.500 – 13.500	<i>Bacillus</i> <i>Kurthia</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Hormodendrum</i>
13.500 – 16.500	<i>Micrococcus</i> <i>Bacillus</i>	<i>Penicillium</i>

Sumber : Irianto K. "Mikrobiologi" Menguak dunia mikroorganisme. Jilid 2. CV.Yrama Widya. Jakarta. 2006. hal. 46

Kelompok bakteri yang paling banyak ditemukan sebagai jasad hidup yang tidak diharapkan kehadirannya diudara, umumnya disebut jasad kontaminan. Suatu benda atau substrat yang ditumbuhinya dinyatakan sebagai benda atau substrat yang terkontaminasi. Jasad-jasad renik kontaminan, antara lain: (12,14)

- Bakteri *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, dll.
- Kapang : *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, dll

Beberapa bakteri penyebab, dan penyakit yang disebabkan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Bebarapa Penyakit Bawaan Udara. (13)

Agent	Penyakit
<i>Corynebacterium</i>	Diphtheriae
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculosis
<i>Bardetella pertussis</i>	Pertussis
<i>Diplococcus Pneumoniae</i>	Pneumonia
<i>Parotitis epidemica virus</i>	Parotitis epidemica
<i>Virus varicella</i>	Varicella
<i>Virus morbilli</i>	Morbilli
<i>Virus influenza</i>	Influenza
<i>Enterobius vermicularis</i>	Oxyuriasis
<i>Histoplasma capsulatum</i>	Histoplasmosis

Sumber : Waluyo L . *Mikrobiologi umum*. UMM Press. Malang. 2004. hal. 290

II.2.2 Bakteri patogen di rumah sakit

Rumah sakit merupakan tempat konsentrasi berbagai jenis bakteri patogen yang berasal dari berbagai sumber atau reservoir, dan sekaligus sebagai wilayah yang memungkinkan terjadinya proses penularan, baik langsung maupun tidak langsung. Sebagian bakteri patogen berasal dari penderita-penderita, baik yang menjalani rawat jalan maupun rawat inap, berada di poliklinik maupun di ruangan/bangsas perawatan. (2)

Sumber bakteri patogen berikutnya adalah dari hasil berbagai kegiatan rumah sakit, baik yang secara langsung maupun tidak langsung berhubungan dengan pelayanan medis. Semua kegiatan pelayanan medis di rumah sakit akan menghasilkan produk samping berupa sampah dan limbah yang dapat diindikasikan sebagai reservoir. (2)

Jenis bakteri patogen di rumah sakit antara lain : *Acinetobacter calcoaceticus*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella sp*, *Proteus mirabilis*, *Proteus morgani*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas sp*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus haemolyticus*, *Streptococcus anhaemolyticus*. (2)

Acinetobacter merupakan bakteri gram negatif dan genus bakteri yang termasuk dalam kategori gammaproteobakter, non motil, oksidasi negatif. Merupakan organisme yang penting dalam tanah yang dapat membantu proses mineralisasi senyawa aromatik. Spesies-spesies dari genus *Acinetobacter* bersifat aerobik, nonfermentatif. Memperlihatkan morfologi berupa kokobasil pada medium agar nonselektif. Kebanyakan bentuk batang pada medium cair, terutama pada awal pertumbuhan. (18)

Acinetobacter spp secara luas tersebar di alam, dapat bertahan pada berbagai macam permukaan (baik lembab maupun kering) di lingkungan rumah sakit, oleh karena itu menjadi sumber utama infeksi nosokomial. Kadang-kadang strainnya diisolasi dari peralatan makan dan beberapa diantaranya dapat bertahan pada berbagai macam peralatan medis, dan juga pada kulit manusia yang sehat. Dalam air minum, *Acinetobacter* terlihat sebagai agregat bakteri, dimana biasanya bakteri ini tidak membentuk agregat. (18)

Spesies *Acinetobacter* umumnya dianggap non pathogen untuk kesehatan individu. Meskipun demikian beberapa spesies dapat bertahan di lingkungan rumah sakit dan menyebabkan keparahan yaitu infeksi

nosokomial. *Acinetobacter* sering diisolasi dari infeksi nosokomial dan utamanya terjadi di unit perawatan intensif. (18)

Staphylococcus epidermidis merupakan bakteri yang umumnya terdapat pada kulit manusia yang kadang-kadang menyebabkan penyakit. Infeksi oleh *Staphylococcus epidermidis* biasanya berhubungan dengan peralatan medis seperti kateter, dan sering terjadi pada individu yang memiliki system imun yang lemah. Organisme ini sifatnya resisten terhadap beberapa jenis antibiotic dan telah menjadi penyebab yang seserius untuk infeksi yang menyerang pasien di rumah sakit atau dikenal dengan infeksi nosokomial. (19)

Staphylococcus epidermidis merupakan bakteri kokus gram positif yang ditemukan hidup sendiri-sendiri di bawah mikroskop. Biasanya berbentuk diplokokus, atau berbentuk rantai pendek. Tumbuh dengan cepat pada medium agar darah maupun pada medium non selektif. Tidak dapat menghemolisis seperti spesies *Staphylococcus aureus* pada medium agar darah. Bakteri ini tidak menghasilkan enzim koagulase. (19)

Pseudomonas aeruginosa merupakan patogen utama bagi manusia. Bakteri ini kadang-kadang mengkoloni pada manusia dan menimbulkan infeksi apabila fungsi pertahanan inang abnormal. Oleh karena itu, *P.aeruginosa* disebut patogen oportunistik, yaitu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk memulai suatu infeksi. Bakteri ini dapat juga tinggal pada manusia yang normal dan berlaku sebagai saprofit pada usus normal dan pada kulit manusia. Tetapi, infeksi *P.aeruginosa* menjadi problema serius pada

pasien rumah sakit yang menderita kanker, fibrosis kistik dan luka bakar.

(20)

Pseudomonas aeruginosa berbentuk batang dengan ukuran sekitar $0,6 \times 2 \mu\text{m}$. Bakteri ini terlihat sebagai bakteri tunggal, berpasangan, dan terkadang membentuk rantai yang pendek. *P. aeruginosa* termasuk bakteri gram negatif. Bakteri ini bersifat aerob, katalase positif, oksidase positif, tidak mampu memfermentasi tetapi dapat mengoksidasi glukosa/karbohidrat lain, tidak berspora, tidak mempunyai selubung (sheat) dan mempunyai flagel monotrika (flagel tunggal pada kutub) sehingga selalu bergerak. Bakteri ini dapat tumbuh di air suling dan akan tumbuh dengan baik dengan adanya unsur N dan C. Suhu optimum untuk pertumbuhan *P. aeruginosa* adalah 42°C . *P. aeruginosa* mudah tumbuh pada berbagai media pembiakan karena kebutuhan nutrisinya sangat sederhana. Di laboratorium, medium paling sederhana untuk pertumbuhannya digunakan asetat (untuk karbon) dan ammonium sulfat (untuk nitrogen). (20)

II.2.3 Patogenitas Bakteri

Patogenitas infeksi pada suatu bakteri adalah mulai dari awal proses infeksi sampai mekanisme timbulnya tanda-tanda atau gejala suatu penyakit pada seseorang. Ciri-ciri bakteri yang bersifat patogen yaitu, mempunyai kemampuan untuk menularkan/melekat pada sel inang, dapat menginvasi sel inang dan jaringan, mempunyai kemampuan untuk meracuni sel inang dan mampu menghindari dari sistem kekebalan sel

inang. Beberapa infeksi yang disebabkan oleh bakteri secara umum dianggap patogen tidak menampakkan gejala atau asimtomatik. Penyakit terjadi jika bacteria atau reaksi imunologi yang ditimbulkannya menyebabkan suatu bahaya bagi seseorang. (15,16)

II.3 Flora Normal Serta Hubungannya dengan Hospes dan Lingkungannya

II.3.1 Hubungan antara manusia dengan mikroorganisme

Dalam kehidupan sehari-hari kita selalu berhubungan dengan berbagai macam mikroorganisme yang dapat menginfeksi dan membahayakan atau merusak inang. Salah satu yang mengesankan tentang flora normal adalah banyaknya mikroorganisme yang hidup dalam tubuh manusia. Bahkan banyak dianggap sebagai pelengkap standar kehidupan kita, ada yang terdapat hanya satu minggu atau satu bulan atau lebih dan lalu memnghilang , yang lainnya lagi mungkin hanya kontaminan sementara saja.(16)

Keberadaan flora normal tersebut dapat dikategorikan sebagai pembantu (symbion), tidak membahayakan (komensal) dan berpotensi membahayakan (oportunis). Perlu diketahui bahwa kelompok-kelompok tersebut tidak saling eksklusif. Pada keadaan tertentu bahkan symbion tadi mungkin menimbulkan bahaya dengan demikian berubah jadi patogen. (16)

Dalam hubungan simbiosis mikroorganisme akan saling menguntungkan. Sebagai contoh flora normal bersifat simbiosis ini adalah

hubungan manusia dengan flora normal usus besar. Dalam hal ini flora normal usus tersebut dapat mensintesa vitamin K dan vitamin B kompleks, selanjutnya vitamin-vitamin tersebut diserap melalui dinding usus dan menguntungkan bagi nutrien manusia. (16)

Mikroorganisme yang hidup pada inang dan tidak memberikan tanda-tanda yang menguntungkan atau membahayakan disebut komensal. Sejumlah besar mikroorganisme yang menyusun flora normal tubuh termasuk kategori ini. (16)

Oportunis adalah mikroorganisme yang bersifat patogen, mikroorganisme ini kelihatannya tidak mempunyai kemampuan untuk menginvasi dan menyebabkan penyakit pada orang yang sehat. Tetapi dalam keadaan seperti adanya luka-luka atau pasca operasi mikroorganisme ini dapat menginvasi dan bertindak sebagai patogen. Sebagai contoh bakteri oportunis adalah *Staphylococcus*. Pada manusia, kira-kira 50% membawa *Staphylococcus* dalam hidung dan tenggorokan tanpa menderita penyakit. Akan tetapi bila orang tersebut menderita gangguan seperti influenza, maka *Staphylococcus* mungkin menginvasi paru-paru dan dapat menyebabkan pneumonia yang hebat. (16)

II.3.2 Faktor Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme

Mikroorganisme dapat ditemukan di semua tempat yang memungkinkan terjadinya kehidupan. Mikroorganisme tersebut dapat berupa transient, yaitu bertempat tinggal sementara, atau indigenous, sudah menetap beberapa turunan. Organisme indigenous tersebut umumnya dapat lebih bertahan pada kondisi buruk lingkungannya. (7)

Tingkat pencemaran udara di dalam ruangan oleh mikroorganisme dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti laju ventilasi, padatnya orang, dan sifat serta taraf kegiatan orang-orang yang menempati ruangan tersebut. Mikroorganisme terhembus dalam bentuk percikan dari hidung dan mulut selama bersin, batuk, dan bercakap-cakap. Titik-titik air yang terhembus dari saluran pernapasan mempunyai ukuran yang beragam dari mikrometer sampai milimeter. Titik-titik air yang ukurannya jatuh dalam kisaran mikrometer akan tinggal di udara sampai beberapa lama, tetapi yang berukuran besar segera jatuh ke lantai atau permukaan benda lain. Debu dari permukaan ini sesaat akan berada dalam udara selama berlangsungnya kegiatan dalam ruangan tersebut. (7)

Pertumbuhan adalah peningkatan jumlah semua komponen dari suatu organisme secara teratur. Dengan demikian peningkatan pada ukuran sel yang terjadi bila sel mengambil air atau menimbun lemak atau polisakarida bukanlah pertumbuhan sejati. Perkembangbiakan sel adalah akibat pertumbuhan; dalam organisme unisel, pertumbuhan mengakibatkan peningkatan jumlah individu yang merupakan anggota suatu populasi atau biakan (7).

Walaupun mikroorganisme sering ditemukan di udara, mereka sebenarnya tidak berkembangbiak disana. Udara dalam ruangan mungkin mengandung bakteri dan virus patogen yang berasal dari kulit, tangan, pakaian, dan terutama dari saluran napas atas yang merupakan flora normal manusia. (7)

II.3.3 Flora normal

1. Flora Normal Kulit

Flora normal tersering yang ditemukan di kulit adalah *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus*, *Streptococcus alpha* dan *Streptococcus nonhemolyticus*, Difteroid aerob dan anaerob, serta *Sarcinae*. *Staphylococcus aureus* hanya menetap di hidung dan mungkin di perineum. Koloni yang transien oleh *Staphylococcus aureus* dan bakteri lain dapat terjadi di semua bagian kulit. Hal ini terjadi karena kontakannya dengan dunia luar. Dapat dijumpai pula beberapa jenis jamur dan kadang-kadang *Propionabacterium acnes* dan *Mycobacterium* yang bersifat saprofit. Cuci tangan dapat mengurangi jumlah kuman sampai 90% dan jumlah semula akan kembali dalam 8 jam. (25)

2. Flora Normal Mulut dan Traktus Respiratorius

Mulut sangat kaya akan mikroorganisme seperti *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, beberapa Mikrokokus berpigmen, dan beberapa bakteri anaerob yang ditemukan di permukaan gigi dan saliva. Dijumpai pula *Streptococcus viridans*, *Enterococcus*, *Neisseria*, *Veillonella*, *Corinebacterium*, *Actinomyces*, *Klebsiella*, *Haemophilus*, *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Vibrio*, dan beberapa *Spirochaeta* (*Treponema denticum* dan *Borrelia refringens*). *Streptococcus pyogenes* dapat dijumpai pada 5-10% mulut normal. *Streptococcus pneumonia* terdapat di permukaan gigi 25% orang dewasa normal. (25)

3. Flora Normal Traktus Respiratorius

Bagian yang mengandung mikroorganisme adalah mulut, nasofaring, orofaring, dan tonsil. Sedangkan laring, trakea, bronkus, bronkiolus, alveolus, dan sinus hidung biasanya steril.

Organisme yang dominan di saluran napas, terutama di faring adalah streptococcus nonhemolitik dan Neisseria. Terdapat pula *Staphylococcus epidermidis*, Diphteroid, Haemophilus, Pneumococcus, Mycoplasma, dan Bacteroides. (25)

II.4 Tinjauan Umum Tentang Infeksi Nosokomial

II.4.1 Infeksi Nosokomial

Lingkungan rumah sakit adalah tempat yang beresiko tinggi akan terjadinya infeksi dan pencemaran lingkungan. Infeksi yang didapat di Rumah sakit disebut sebagai "Infeksi Nosokomial" atau "penyakit yang berhubungan dengan Rumah Sakit" (*Hospital Associated Infection*). Kadang-kadang, jenis infeksi ini disebut juga sebagai "infeksi yang diperoleh di rumah sakit (*Hospital Acquired Infection*)" atau infeksi yang berhubungan dengan fasilitas kesehatan (*Health Care Associated infection*). (2,8)

Infeksi nosokomial adalah infeksi yang diperoleh selama penderita mendapatkan perawatan dirumah sakit. Penyakit infeksi ini tidak diderita pada waktu masuk kerumah sakit dan penderita tidak berada dalam masa inkubasi suatu penyakit infeksi. Infeksi nosokomial, tidak hanya meningkatkan angka kematian, angka sakit dan penderitaan, tetapi juga

meningkatkan biaya perawatan dan pengobatan yang harus ditanggung penderita. Sekitar 5-15% penderita yang dirawat dirumah sakit mengalami infeksi nosokomial. (2)

Resiko untuk mendapatkan infeksi nosokomial bergantung pada: (2)

1. Kemudahan untuk terkena infeksi (*susceptibility*) yang dimiliki penderita, misalnya usia, status gizi, penyakit yang sedang diderita, dll.
2. Jenis tindakan pengobatan yang diterima penderita dirumah sakit misalnya pembedahan, penggunaan alat bantu pernafasan, pengobatan dan corticosteroid.
3. Tingkat paparan (*exposure*) penderita oleh bakteri yang potensial pathogen yang dimilikinya (flora normal) maupun dari bakteri pathogen yang berasal dari penderita lain dirumah sakit.

Jenis infeksi nosokomial yang sering terjadi adalah infeksi tractus urinarius 41%, infeksi pada luka operasi 20%, infeksi kulit 6%, dan lain-lain 11%. Infeksi nosokomial pada luka operasi dapat terjadi karena bakteri berasal dari flora normal tubuhnya dari infeksi ditempat lain (misalnya bakteriemia berasal dari infeksi tractus urinarius, kontaminasi dari ruang bedah atau kontaminasi setelah operasi (*post-operative*)). (3)

Berdasarkan sejumlah penelitian, telah diketahui adanya sejumlah bakteri patogen yang menonjol sebagai penyebab infeksi nosokomial, terutama dari kelompok bakteri aerob Gram negatif seperti *Pseudomonas* sp., khususnya *Pseudomonas aerogenosa*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiella* sp., serta dari kelompok bakteri aerob

Gram positif seperti *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus*. Namun tidak menutup kemungkinan adanya mikroba patogen yang lain sebagai penyebab infeksi nosokomial. (2)

II.4.2 Sumber Infeksi

Sumber infeksi bisa berasal dari pasien itu sendiri, petugas kesehatan, peralatan yang digunakan, pengunjung maupun lingkungan Rumah Sakit. Sumber infeksi pada dasarnya ada dua yaitu: (1,2)

1. Infeksi endogen : sumber infeksi berasal dari kuman yang ada di pasien itu sendiri (flora normal) yang kemudian menyebabkan infeksi. Timbulnya infeksi karena penurunan daya tahan tubuh atau terbawa masuk ke tubuh saat pasien mendapat perlakuan perawatan.
2. Kontaminasi silang yang berlanjut ke infeksi silang : pasien kontak dengan agen penginfeksi yang ada di lingkungan Rumah Sakit, petugas kesehatan dan peralatan mesin yang digunakan.

II.4.3 Proses terjadinya Infeksi Nosokomial

Mikroba patogen agar dapat menimbulkan penyakit infeksi harus bertemu dengan penjamu/ penderita yang rentan, melalui dan menyelesaikan tahap-tahap sebagai berikut: (2)

- a. Tahap I : mikroba patogen bergerak menuju tempat yang menguntungkan (penjamu/ penderita) melalui mekanisme penyebaran (*mode of transmission*). Semua mekanisme penyebaran patogen tersebut dapat terjadi di rumah sakit dengan penularan langsung (*droplet nuclei disease*) dan penularan tidak langsung (*Vehicle borne*

disease, Vector borne disease, Food borne disease, Water borne disease dan Air borne disease).

- b. Tahap II : upaya berikutnya dari mikroba patogen adalah melakukan invasi ke jaringan/ organ penjamu (penderita) dengan cara mencari akses masuk untuk masing-masing penyakit (*port d'entrée*) seperti adanya kerusakan/ lesi kulit dari rongga hidung, rongga mulut, dll.
- c. Tahap III : setelah memperoleh akses masuk, mikroba patogen segera melakukan invasi dan mencari jaringan yang sesuai (cocok). Selanjutnya melakukan multiplikasi/berkembang biak disertai dengan tindakan destruktif terhadap jaringan, walaupun ada upaya perlawanan dari penjamu. Sehingga terjadilah reaksi infeksi yang mengakibatkan perubahan morfologis dan gangguan fisiologis/fungsi jaringan.

II.5 Ruang Bedah dan Sterilisasi

II.5.1 Ruang Bedah

Ruang bedah merupakan unit kerja di rumah sakit yang sangat kompleks. Dituntut berbagai macam persyaratan tertentu agar hasil kerjanya dapat maksimal. Keberhasilan prosedur dan tindakan medis yang dikerjakan di ruang bedah menuntut adanya totalitas persyaratan semua faktor pendukung pelaksanaan pembedahan. Resiko yang tak lepas dari perhatian adalah adanya invasi mikroba patogen, dapat bersumber dari petugas, peralatan medis, lingkungan kerja atau ruang bedah, bahkan dari penderita sendiri. Oleh karenanya prosedur kerja dalam upaya

pengecahan infeksi yang tertuang pada kewaspadaan standar (*standard precaution*) harus benar-benar dijalankan dengan baik. (2)

Tindakan pembedahan adalah tindakan medis invasif yang luas, seringkali harus membuka jaringan tubuh dan mungkin juga dapat diikuti dengan tindakan manipulatif dan eksploratif. Salah satu resiko yang ditimbulkan oleh tindakan ini adalah penyebaran mikroba patogen ke jaringan tubuh penderita. Karena begitu besar resiko terjadinya invasi mikroba patogen, maka upaya pencegahan infeksi yang terkait langsung maupun tidak langsung dengan proses pembedahan harus benar-benar dijaga. (2)

Pemeliharaan ruang bedah merupakan proses pembersihan ruang beserta alat-alat standar yang ada diruang bedah. Dilakukan teratur sesuai jadwal, tujuannya untuk mencegah infeksi silang dari atau kepada pasien serta mempertahankan sterilitas. Cara pembersihan ruang bedah ada 3 macam yaitu pembersihan harian, pembersihan mingguan, dan pembersihan sewaktu. (7)

II.5.2 Sterilisasi Ruang Bedah

Semua peralatan yang digunakan di rumah sakit perlu disterilisasi termasuk kamar dan peralatan yang tidak kontak langsung dengan penderita seperti kamar bedah, ruang bangsal/perawatan, meja operasi dan peralatan non medis lainnya karena kamar dan peralatan tersebut dianggap sebagai sumber penularan (*reservoir*). (2)

Sterilisasi adalah setiap proses (kimia atau fisik) yang membunuh semua bentuk hidup terutama mikroorganisme, untuk menghilangkan pencemaran oleh jasad renik baik hidup ataupun mati. (7)

Sterilisasi dalam pengertian medis merupakan suatu proses dengan metode tertentu yang dapat memberikan hasil akhir, yaitu suatu keadaan yang tidak dapat ditunjukkan lagi adanya mikroorganisme hidup. Metode sterilisasi cukup banyak, namun alternatif yang dipilih sangat bergantung pada keadaan serta kebutuhan setempat. (2)

Sterilisasi dapat dilakukan baik secara fisik, mekanik, dan kimia. Cara fisik didasarkan pada metode pemanasan (autoclave, pemanasan kering dan sterilisasi basah), radiasi, atau dengan pemisahan mekanik dengan filtrasi. Cara kimia termasuk sterilisasi dengan gas (*etilen oksida* atau gas lainnya), merendam dengan larutan desinfektan (misalnya *glutaraldehida*). (1)

Ruangan tempat pembedahan di rumah-rumah sakit sangat dihindari kehadiran mikroba kontaminan. Karenanya ruangan tersebut akan di jaga kebersihannya sebelum dipergunakan untuk keperluan operasi secara menyeluruh. (7)

Umumnya ruang bedah di rumah sakit menggunakan metode sterilisasi secara radiasi dengan sinar ultra violet. Radiasi didefinisikan sebagai transmisi energi melalui ruangan. Radiasi sinar ultraviolet dapat merusak mikroorganisme yang menyebabkan kematian atau mutasi. (7)

Sinar UV efektif dalam meng-inaktifasi mikroorganisme seperti bakteri, virus dan protozoa. Thymine yang ada di dalam DNA dan RNA

sangat reaktif terhadap sinar ultraviolet dan dalam bentuk dimer (*thymine-thymine double bond*) proses transkripsi dan duplikasinya terganggu dan menjadi kacau, sehingga mikroorganisme menjadi steril, Akan tetapi thymine dalam bentuk dimer masih memungkinkan kembali normal seperti semula, sehingga perlu dosis yang tinggi untuk menginaktifkan secara permanen. (25)

Panjang gelombang sinar ultraviolet yang dapat membunuh mikroorganisme adalah antara 220-290 nm. Panjang gelombang yang paling efektif adalah 253,7 nm. Faktor penghambat dari sinar ultraviolet adalah daya penetrasi yang lemah. Untuk memperoleh hasil yang baik, maka bahan-bahan yang akan disterilkan, baik berupa cairan, gas, atau aerosol harus dilewatkan (dialirkan) atau ditempatkan langsung dibawah sinar ultraviolet dalam lapisan-lapisan yang tipis. (25)

II.6 Tinjauan Umum Kualitas Udara Ruang

II.6.1 Kualitas Udara Ruang

Syarat udara dalam ruangan adalah tidak berbau (terutama bebas H₂S dan amoniak), kadar debu (*particulate matter*) berdiameter kurang dari 10 µm dengan rata-rata pengukuran 8 jam atau 24 jam tidak melebihi 150 µg/m³ dan tidak mengandung debu asbes. Indeks angka kuman untuk setiap ruang/ unit tidak melebihi konsentrasi maksimum mikroorganisme pada tabel berikut: (9)

Tabel 3. Indeks angka kuman per m³ udara: (9,7)

No.	Ruang atau Unit	Konsentrasi Maksimum Mikroorganisme per m ³ Udara (CFU/m ³)
1.	Operasi	10
2.	Bersalin	200
3.	Pemulihan/perawatan	200-500
4.	Observasi bayi	200
5.	Perawatan bayi	200
6.	Perawatan premature	200
7.	ICU	200
8.	Jenazah / Autopsi	200-500
9.	Penginderaan medis	200
10.	Laboratorium	200-500
11.	Radiologi	200-500
12.	Sterilisasi	200
13.	Dapur	200-500
14.	Gawat darurat	200
15.	Administrasi, pertemuan	200-500
16.	Ruang luka bakar	200

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor. 1204/MENKES/SK/IX/2004.

II.6.2 Faktor-faktor yg mempengaruhi kualitas udara ruang

II.6.2.1 Pencahayaan

Cahaya pada ruangan di rumah sakit, baik cahaya alam maupun cahaya buatan sebaiknya tidak silau, tidak menimbulkan panas yang mengganggu, tidak ada bayangan dan cahaya matahari dibiarkan bebas masuk ruangan pada pagi hari. Cahaya matahari disamping berguna untuk menerangi ruangan, juga dapat mengurangi kelembaban ruangan, dan membunuh beberapa kuman penyakit menular misalnya *Mycobacterium tuberculosis* (TBC), penyakit cacar, influenza, penyakit kulit atau penyakit mata, terutama cahaya matahari langsung. (17)

Tujuan pencahayaan dalam suatu rumah sakit adalah untuk menjamin akibat dampak negatif bagi pasien maupun petugas rumah sakit serta menjamin efisiensi dan kenyamanan dalam suatu ruangan. (17) Pencahayaan dalam lingkungan rumah sakit di dalam ruangan harus

mendapat cahaya dengan intensitas berdasarkan fungsi ruang tersebut sebagaimana yang disebutkan dalam Permenkes RI No.1204/Menkes/SK/X/2004 tentang Persyaratan kesehatan lingkungan Rumah Sakit yaitu pada ruang bedah umum 300-500 lux dan pada meja operasi 10.000-20.000 lux dengan warna cahaya sejuk atau sedang tanpa bayangan. (9)

II.6.2.2 Suhu dan Kelembaban

Suhu ruangan harus selalu dijaga dan diupayakan berkisar 18°C sampai 30°C. Suhu ruangan ini tergantung pada suhu udara luar, pergerakan udara, kelembaban udara dan suhu benda-benda sekitarnya. (17)

Kelembaban udara ditentukan oleh jumlah uap air yang terkandung di dalam udara. Kondisi ruangan yang tidak memenuhi syarat dapat merupakan tempat berkembang biaknya mikroorganisme tertentu. Perkembangan mikroorganisme dalam suatu ruangan erat kaitannya dengan temperatur dan kelembaban. Hal ini dapat mempengaruhi kegiatan fisiologi bakteri. (17)

Suhu dan kelembaban yang disarankan khusus bagi ruangan di rumah sakit menurut Permenkes RI No.1204/Menkes/SK/X/2004 tentang Persyaratan kesehatan lingkungan Rumah Sakit pada ruang bedah yaitu 19-24 °C dengan kelembaban berkisar 45-60 %. (9)

II.6.2.3 Kadar Debu (Partikulat)

Polutan partikel di udara masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pernafasan. Faktor yang berpengaruh pada sistem pernafasan adalah ukuran partikel karena ukuran partikel yang menentukan seberapa jauh penetrasi partikel ke dalam sistem pernafasan. (17)

Berdasarkan Permenkes RI No.1204/Menkes/SK/X/2004, Kadar debu (partikulat) berdiameter kurang dari 10 mikron, tidak melebihi $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan tidak mengandung debu asbes. (9)

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *cross sectional study* yang dilaporkan dalam bentuk *deskriptif* untuk mengetahui jumlah bakteri dan mengidentifikasi adanya bakteri patogen pada udara melalui pengukuran dan pemeriksaan laboratorium.

III.2 Tempat dan Waktu Penelitian

III.2.1 Tempat Penelitian

1. Ruang operasi Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar sebagai tempat pengambilan sampel udara.
2. Instalasi Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar sebagai tempat pengujian/ pemeriksaan.

III.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 15 Maret s/d 7 April tahun 2010.

III.3 Populasi dan Sampel

Sebagai populasi dalam penelitian ini adalah ruang instalasi bedah sentral Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dengan besar populasi sebanyak 6 (enam) ruangan. Banyaknya sampel diperoleh secara *purposive sampling* yaitu ruang Bedah Anak, Bedah Digestif, Bedah Tumor, Bedah plastik, Bedah Torax, dan Bedah mata.

III.4 Kriteria Sampel

Sampel udara pada ruang operasi diambil menjelang operasi (ruangan siap digunakan untuk tindakan operasi).

III.5 Definisi operasional

1. Indeks Angka kuman pada udara adalah jumlah bakteri yang ada pada udara dinyatakan dalam "tiap m³ udara", yang di peroleh dengan menghitung jumlah koloni pada media agar.
2. Identifikasi bakteri patogen adalah suatu upaya dengan serangkaian tes laboratorium berupa pewarnaan, kultur, dan uji biokimia untuk menentukan *genus* atau *spesies* bakteri patogen.
3. Bakteri patogen adalah bakteri yang diidentifikasi dari udara yang menghasilkan metabolit berupa racun/ enzim dan dibatasi pada bakteri yang sering ditemukan di udara, khususnya golongan Coccus Gram positif dan Bacil Gram negatif.
4. Udara dalam penelitian ini berupa sampel yang diperoleh dengan alat *Microbiological air sampler* (MAS-100).
5. Ruang Operasi (ruang bedah) yaitu ruang Bedah Anak, Bedah Digestif, Bedah Tumor, Bedah Plastik, Bedah Torax, dan Bedah Mata di RS.Dr.Wahidin Sudirohusodo.

III.6 Alat dan Bahan Penelitian

III.6.1 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan adalah *Microbiological air sampler* (MAS), inkubator 37°C, *Autoclave*, *Colony counter*, *Biosafety Cabinet* (BSC),

mikroskop, cawan petri, tabung reaksi, gelas objek, ose platina (sengkelit), dan bunsen.

III.6.2 Bahan penelitian

1. Media *Plate Count Agar* (PCA), Media *Blood Agar Plate* (BAP), Media *Mac Conkey*, Media *Mannitol Salt Agar* (MSA), Media *Kligler Iron Agar* (KIA), Media untuk fermentasi karbohidrat (*Glucose, Maltose, Sucrose, Lactose, Fructose*)
2. Bahan untuk tes antibiotik, tes serologis, dan tes biokimia.
3. Bahan untuk pewarnaan Gram (Carbol gentian violet, Lugol, Alkohol 95%, air fuchsin).

III.7 Prosedur Kerja

III.7.1 Persiapan pengambilan sampel

Sebelum dilakukan pengambilan sampel, ruang operasi sebagai tempat pengambilan sampel dipastikan telah dilakukan proses pembersihan dan sterilisasi atau ruangan dinyatakan telah siap digunakan untuk tindakan operasi. Kemudian dilakukan penentuan titik untuk menempatkan alat *Microbiological air sampler* (MAS-100).

Prinsip kerja MAS-100. (21)

Microbiological air sampler (MAS-100) menggunakan prinsip kerja *Impaction* (tumbukan) *Andersen*. Udara dihisap melalui perforated lid yang memiliki 400 lubang. Sebuah radial fan, dikontrol oleh sensor aliran udara, secara akurat mengatur aliran udara sebesar 100 Liter/menit. Udara yang

masuk ditumbukkan pada permukaan media agar dalam cawan petri berukuran standar 90 mm.

III.7.2 Pengambilan sampel udara. (22)

Alat *Microbiological air sampler* (MAS-100) ditempatkan pada titik pengambilan sampel yang telah ditentukan (pada bagian tengah ruangan), Volume udara yang akan diambil di set/diprogram pada alat yaitu 100 Liter/menit selama 4 menit, media agar (PCA) diletakkan pada tempatnya tanpa penutup cawan petri. Alat di hidupkan dan pada saat alat beroperasi petugas meninggalkan ruangan kemudian alat akan berhenti secara otomatis sesuai dengan pengaturan waktu. Media agar (PCA) dilepaskan dari tempatnya dan ditutup kembali, kemudian dibungkus dengan aluminium foil untuk segera dianalisa di laboratorium.

III.7.3 Prosedur pemeriksaan jumlah bakteri dan identifikasi bakteri patogen di udara

III.7.3.1 Hari Pertama (hari I)

Media *Plate Count Agar* (PCA) diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam.

III.7.3.2 Hari kedua (hari II)

a. Dihitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media PCA dengan menggunakan *Colony counter*.

Cara menghitung koloni pada *Colony counter*. (22)

Alat *colony counter* dihidupkan, dan media PCA ditempatkan dengan posisi terbalik pada display, Kalkulator *colony counter* dihidupkan dan koloni bakteri yang tumbuh dihitung dengan cara

menekan ujung detector pada media. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media PCA dibaca pada kalkulator *colony counter* kemudian ditentukan jumlah bakteri/m³ udara dengan rumus:

$$\text{CFU/m}^3 = \frac{\text{Nilai Pr}}{\text{Volume udara yang di program}} \times 1000$$

Nilai "Pr" diperoleh dengan mencocokkan nilai "r" pada "*Positive hole conversion table*".

Ket. Pr : *Probable Statistical total*

r : *Number of Colony forming unit counted.*

b. Koloni yang tumbuh pada media PCA dilakukan pewarnaan Gram

Cara Pewarnaan Gram. (23)

Koloni bakteri diambil dengan sengkeli steril. Preparat dibuat di atas objek gelas dan difiksasi diatas api bunsen. Sediaan diwarnai dengan carbol gentian violet selama 3 menit, kelebihan zat warna dibuang kemudian direndam dalam lugol (larutan I₂ dalam KI) selama 45 detik. Sediaan dicuci dengan alkohol 95% sampai tidak ada lagi zat warna yang luntur. Sediaan di cuci lagi dengan air mengalir kemudian diwarnai dengan fuchsin selama 3 menit dan dicuci kembali dengan air mengalir. Dikeringkan pada rak pengering atau di udara terbuka. Preparat diperiksa dengan mikroskop pada perbesaran 1000 kali, diamati morfologi dan Gram dari bakteri. Hasilnya yaitu bakteri Gram positif akan berwarna ungu sedangkan bakteri Gram negatif akan berwarna merah

- c. Koloni pada media PCA, diinokulasikan pada media selektif berdasarkan hasil pewarnaan Gram, yaitu jika diperoleh bakteri Gram negatif maka diinokulasi pada media Mac Conkey, jika di peroleh bakteri Gram positif diinokulasi pada media *Blood Agar Plate* (BAP) kemudian masing-masing media diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam.

III.7.3.3 Hari ketiga - Hari keempat (hari III-IV)

Koloni yang tumbuh pada media media Mac Conkey dan BAP dilanjutkan pengujiannya pada uji biokimia, uji antibiotik dan uji serologis yaitu:

- a. Koloni yang tumbuh pada media BAP identifikasi dengan mengamati jenis hemolisis, tes katalase, ornithin, manitol, sukrosa, tes antibiotik (furazolidone 100 µg, Bacitracin 0,04 U, polymyxin-B 300 U, Novobiocin 5 µg), pertumbuhan terhadap NaCl 5% dll.
- b. Koloni yang tumbuh pada media Mac Conkey dilakukan identifikasi dengan menginokulasi pada media KIA, tes *motility*, *Indol*, MR-VP, fermentase *glucose*, *manitol*, *Lactosa*, *Sucrosa*, *Maltosa*, dll.

III.7.3.4 Hari kelima (Hari V)

- a. Dilakukan pengamatan dari uji biokimia, uji antibiotik, uji serologis dll.
- b. Interpretasi hasil (diketahui *genus* dan *species* bakteri patogen)

III.8 Interpretasi hasil

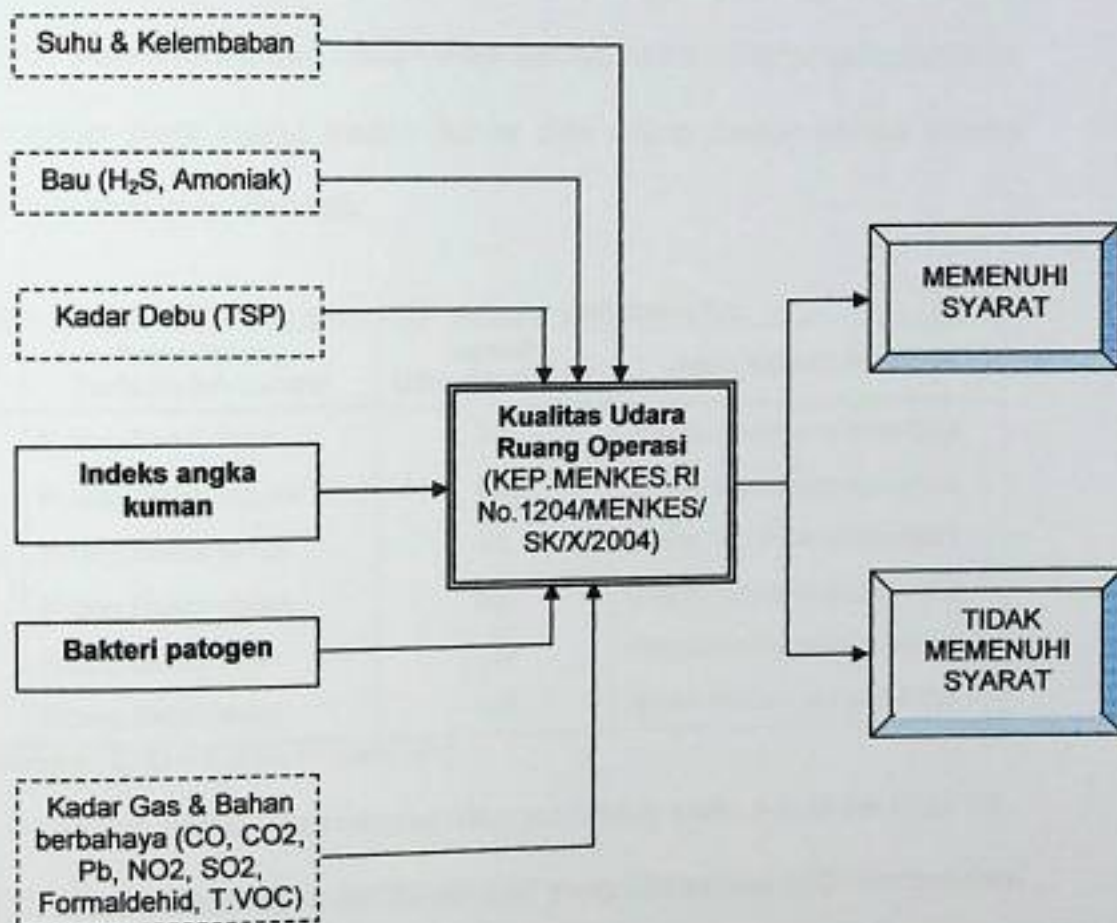
Hasil perhitungan jumlah bakteri/m³ udara yang diperoleh dibandingkan dengan konsentrasi maksimum mikroorganisme di ruang

operasi berdasarkan KEP. MENKES.RI no. 1204/MENKES/SK/X/2004. dikategorikan sebagai berikut:

- Memenuhi syarat; apabila indeks angka kuman ≤ 10 CFU/m³ udara.
- Tidak memenuhi syarat; apabila indeks angka kuman > 10 CFU/m³ udara.

jenis bakteri patogen diudara dilaporkan genus dan species bakteri yang ditemukan dari identifikasi.

III.9 Kerangka Konsep



Keterangan :

- : Variabel yang diteliti
 : Variabel yang tidak diteliti

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Penelitian

Analisis jumlah bakteri pada udara di ruang bedah sentral Rumah Sakit (RS) Dr.Wahidin Sudirohusodo Makassar dilakukan pada enam ruangan yaitu ruang bedah anak, bedah digestif, bedah tumor, bedah plastik, bedah torax, dan bedah mata.

Bakteri patogen yang diidentifikasi pada ruang bedah anak, bedah digestif, bedah torax, dan bedah mata adalah *Acinetobacter calcoaceticus*, sedangkan pada ruang bedah tumor dan ruang bedah plastic adalah *Staphylococcus epidermidis*.

Tabel 4. Jumlah bakteri dan jenis bakteri patogen yang ditemukan

No	Nama Ruang Pada bedah sentral	Jumlah Bakteri(CFU/m ³)	Jenis Bakteri Patogen
1	Ruang Bedah anak	295	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
2	Ruang Bedah digestif	148	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
3	Ruang Bedah tumor	95	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
4	Ruang Bedah plastic	308	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
5	Ruang Bedah torax	125	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
6	Ruang Bedah mata	128	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>

Keterangan: CFU = Colony Forming Unit

Jumlah bakteri dari semua ruangan bedah yang diteliti berkisar 95 - 308 CFU/m³ (Tabel 4) melebihi standar yang ditetapkan yaitu konsentrasi maksimum mikroorganisme per m³ udara di ruang operasi/ ruang bedah adalah < 10CFU/m³ berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 1204/Menkes/SK/X/2004.

IV.2 Pembahasan

Pada tabel 4 menunjukkan hasil penelitian jumlah bakteri dan jenis bakteri patogen yang terdapat pada ruang bedah sentral, yaitu ruang bedah anak dengan jumlah bakteri sebanyak 295 CFU/m³ diidentifikasi adanya bakteri *Acinetobacter calcoaceticus*, ruang bedah digestif dengan jumlah bakteri sebanyak 148 CFU/m³ diidentifikasi adanya bakteri *Acinetobacter calcoaceticus*, ruang bedah tumor dengan jumlah bakteri sebanyak 95 CFU/m³ diidentifikasi adanya bakteri *Staphylococcus epidermidis*, ruang bedah plastik dengan jumlah bakteri sebanyak 308 CFU/m³ diidentifikasi adanya bakteri *Staphylococcus epidermidis*, ruang bedah torax dengan jumlah bakteri sebanyak 125 CFU/m³ diidentifikasi adanya bakteri *Acinetobacter calcoaceticus*, dan ruang bedah mata dengan jumlah bakteri sebanyak 128 CFU/m³ diidentifikasi adanya bakteri *Acinetobacter calcoaceticus*.

Jumlah bakteri dari semua ruangan bedah yang diteliti berkisar 95 - 308 CFU/m³ melebihi standar yang ditetapkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi udara pada ruang bedah sentral di RS Dr. Wahidin Sudirohusodo tidak memenuhi syarat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 1204/Menkes/SK/X/2004, sehingga untuk dilakukan tindakan operasi pada ruang tersebut dapat menyebabkan berbagai efek negatif. Salah satu efek yang dapat timbul yaitu terjadinya infeksi nosokomial.

Infeksi nosokomial sangat merugikan karena disamping berdampak pada pasien, juga berdampak pada pengelolaan rumah sakit serta

masyarakat. Seseorang yang terkena infeksi nosokomial akan lebih sulit mencapai penyembuhan, dengan kata lain membutuhkan perawatan dalam waktu yang lebih lama, sehingga biaya perawatan dan pengobatan bagi pasien akan bertambah.

Dari referensi, Jenis bakteri patogen penyebab infeksi nosokomial di rumah sakit antara lain : *Acinetobacter calcoaceticus*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella sp*, *Proteus mirabilis*, *Proteus morgani*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas sp*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus haemolyticus*, dan *Streptococcus anhaemolyticus*. (2), beberapa bakteri tersebut juga ditemukan pada ruang bedah sentral RS. Wahidin Sudirohusodo Makassar.

Morfologi koloni pada media Blood Agar Plate (BAP) yaitu koloni sedang, putih keruh, bulat, cembung, dan tidak hemolisis dengan hasil pewarnaan Gram yaitu Gram positif berbentuk bulat (*Staphylococcus*), sedangkan morfologi koloni pada media Mac Conkey yaitu koloni kecil, tidak berwarna, keruh, bulat, rata dengan hasil pewarnaan Gram yaitu Gram negatif berbentuk batang (*Bacil*).

Hasil identifikasi ditemukan bakteri patogen yaitu *Acinetobacter calcoaceticus* yang terdapat pada ruang bedah anak, bedah digestif, bedah torax, dan ruang bedah mata, serta *Staphylococcus epidermidis* yang terdapat pada ruang bedah tumor dan ruang bedah plastik.

Acinetobacter terdapat di alam bebas seperti pada tanah dan air, termasuk lingkungan rumah sakit (Ventilator, humidifier dan kateter). merupakan flora normal pada kulit dan saluran pernafasan pasien yang

lama diopname. Penyebab infeksi nosokomial, infeksi pada saluran kemih, saluran pernapasan, luka, jaringan yang lunak dan bakteremia. Dari specimen klinik dapat diisolasi pada urine, tinja, secret vagina dan bahan dari saluran pernapasan. (18,23)

Staphylococcus epidermidis merupakan penyebab infeksi yang ringan pada kulit yang disertai dengan abses ringan, bahkan bakteri ini sering diisolasi dari specimen klinik seperti urin, darah dan lain-lain terutama penderita yang diopname yang telah mengalami perlakuan medis tertentu misalnya pemasangan kateter. (19, 23)

Ruang operasi merupakan suatu unit khusus di rumah sakit, tempat untuk melakukan tindakan pembedahan yang membutuhkan keadaan steril. Suatu ruang operasi dianggap memenuhi syarat untuk dipakai dalam kegiatan operasi bila udara dalam ruangan tersebut menunjukkan jumlah kuman kurang dari 10 CFU/m³. (9) Hal ini dapat dicapai apabila rumah sakit tersebut telah menerapkan metode sterilisasi yang benar untuk mengurangi jumlah kuman di udara.

Metode sterilisasi yang telah diterapkan di ruang bedah sentral RS. Dr. Wahidin Sudirohusodo adalah sterilisasi dengan sinar ultra violet serta pembersihan ruangan dengan menggunakan desinfektan, namun penggunaan desinfektan pada ruangan hanya pada lantai, tidak dilakukan secara menyeluruh didalam ruang operasi dengan menggunakan aerosol. Hal ini tidak sesuai dengan KEP.MEN.KES.RI No.1204/Menkes/SK/XI/2004 yang menyatakan bahwa dalam 1(satu) kali sebulan harus dilakukan

desinfeksi dengan menggunakan aerosol (resorcinol, trietylin glikol) untuk mengurangi jumlah bakteri dalam udara ruang.

Pelaksanaan operasi terjadwal dilaksanakan pada hari Senin sampai Jumat namun dapat pula dilaksanakan diluar jadwal apabila ada kasus kegawatdaruratan yang memerlukan tindakan operasi. Pembersihan kamar operasi dilakukan secara terjadwal. Pembersihan harian ruang operasi misalnya membersihkan meja operasi sebelum dan sesudah tindakan, mensterilkan peralatan yang akan digunakan untuk tindakan operasi, dan lantai dibersihkan menggunakan cairan desinfektan. Pembersihan mingguan keenam ruang operasi dilakukan secara teratur pada hari sabtu dan minggu dengan cara penyinaran ruangan oleh sinar ultraviolet dan peletakan alat-alat di koridor agar bagian yang tersembunyi dapat dibersihkan.

Penghawaan atau ventilasi di ruang bedah sentral RS.Wahidin Sudirohusodo menggunakan sistem pendingin dan pengatur udara terpusat (AC central), pengaturan udara juga dijaga agar tekanannya lebih tinggi dibandingkan diluar ruangan. Penggunaan AC central mengakibatkan komposisi udara pada seluruh ruang operasi pada instalasi bedah sentral akan sama dan dapat memudahkan penyebaran bakteri melalui udara.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu Jumlah bakteri dari enam ruangan di ruang operasi Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo melebihi standar jumlah bakteri yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 1204/Menkes/SK/X/2004. Bakteri patogen yang diidentifikasi adalah *Acinetobacter calcoaceticus* dan *Staphylococcus epidermidis*.

V.2. Saran

Sebaiknya rumah sakit megupayakan menurunkan jumlah bakteri udara dengan salah satu cara yaitu desinfeksi ruang operasi dengan menggunakan aerosol dan melakukan pemantauan kualitas udara ruang operasi secara rutin serta dilakukan penelitian lanjutan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah bakteri udara di ruang operasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu Jumlah bakteri dari enam ruangan di ruang operasi Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo melebihi standar jumlah bakteri yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 1204/Menkes/SK/X/2004. Bakteri patogen yang diidentifikasi adalah *Acinetobacter calcoaceticus* dan *Staphylococcus epidermidis*.

V.2. Saran

Sebaiknya rumah sakit megupayakan menurunkan jumlah bakteri udara dengan salah satu cara yaitu desinfeksi ruang operasi dengan menggunakan aerosol dan melakukan pemantauan kualitas udara ruang operasi secara rutin serta dilakukan penelitian lanjutan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah bakteri udara di ruang operasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suhardi, Harjati S, Koesnandar. "Biosafety" *Pedoman keselamatan kerja di laboratorium mikrobiologi dan Rumah Sakit*. PT. Multazam Mitra Prima. Jakarta, 2008. Hal. 91
2. Darmadi. *Infeksi nosokomial*. PT.Salemba Medika. Jakarta. 2008. hal. 24-25, 27-28, 117.
3. Etjang I. *Mikrobiologi dan parasitologi untuk akademi keperawatan dan sekolah tenaga kesehatan yang sederajat*. PT. Citra Adiya. Bandung. 2001. hal. 55-56.
4. Brachman PS, Haley RW. *Nosocomial surgical infection: incidence and cost*. 2009. [dikutip 6 September 2009]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
5. Misnadiarly AS, Suwandono A. *Mycobacterium chelonae di beberapa pusat pelayanan kesehatan di Indonesia, salah satu ancaman infeksi pada luka bedah*. Dalam : Deka Media No 1.Vol. 19 Januari – Maret 2006.
6. Data Surveilans Tim Pencegahan dan Pengendalian Infeksi Nosokomial (PPI-RSWS) RS. Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar. bulan Juli-Desember 2008.
7. Ayni TN. *Sterilitas udara ruang operasi bedah saraf RSUD dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung*. 2009. [dikutip Desember 2009]. Available from: <http://www.journalonlinesi.info>.
8. Ryan KJ, Ray CG. *Medical microbiology an introduction to infectious diseases*. 4th ed. Medical Publishing Division. North America. 2004. hal. 916,918.
9. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Ditjen PPM & PL. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor. 1204/MENKES/SK/IX/2004. Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta. 2004. hal. 9-11
10. Wardhana WA. *Dampak pencemaran lingkungan*. Cetakan ke-3. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta. 2003. hal. 27.
11. Mordjoko. *Kaitan Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme Udara*. Disertasi. Program Pasca Sarjana Universitas Kristen Petra. Surabaya. 2004

12. Iqbal M. *Ada mikroba di udara*. 2009. [dikutip Desember 2009]. Available from: www.iqbalali.com.
13. Waluyo L. *Mikrobiologi umum*. UMM Press. Malang. 2004. hal. 290, 314-316.
14. Irianto K. "*Mikrobiologi*" *Menguak dunia mikroorganisme*. Jilid 2. CV.Yrama Widya. Jakarta. 2006. hal. 46, 156-158.
15. Jawetz, Melnick, Adelbergs. *Medical microbiology*. Medical Publishing Division. North America. 2005. hal. 205.
16. Djide MN. *Bakteriologi*. Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Makassar. 2006. hal. 43, 65-69.
17. Fardiaz S. *Polusi air dan udara*. Kanius. Yogyakarta. 1992. hal 105-107.
18. Pal RB, Kale VV. *Acinetobacter calcoaceticus-an opportunistic pathogen*. J Postgrad Med [serial online] 2001 [dikutip 13 April 2010]. Available from: <http://www.jpgmonline.com/text.asp1981/27/4/218/5623>
19. Eiff CV, Proctor RA, Peters G. *Coagulase-negative staphylococci. Pathogens have major role in nosocomial infections*. Postgrad Med. 2001. [Dikutip 13 April 2010] Available from: <http://www.aac.asm.org>
20. Mayasari, Evita. *Pseudomonas aeruginosa; Karakteristik, Infeksi, dan Penanganan*. 2006. [Dikutip 13 April 2010] Available from: <http://library.usu.ac.id>
21. Merck KGaA. *MAS-100 Manual book*. Darmstadt, Germany. 2004
22. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Ditjen PPM & PL. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1335/MENKES/SK/X/2002. Tentang Standar Operasional Pengambilan dan Pengukuran sampel Kualitas Udara Ruangan Rumah Sakit*. 2002. Hal 19-20.
23. Mahon CR, Manuselis G. *Diagnostic Microbiology*. W.B. Saunders Company. Tokyo. 1995. hal. 125-126, 335, 470.
24. Gani A. *Metode Bakteriologi Diagnostik "Bakteriologi"*. Balai Besar Laboratorium Kesehatan. Makassar. 2008. Hal 30-35
25. Tim Dosen Mikrobiologi. *Mikrobiologi Dasar*. Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Makassar 2007.

26. Inglis. TJJ. *Microbiology and Infection*. 2nd ed. Churchill Livingstone. Western Australia. 2003. hal. 183.
27. Janis I, Anwar R, Usman S, Roslina A. *Bakteri sebagai salah satu penyebab infeksi nosokomial*. Bagian mikrobiologi Fakultas Kedokteran UISU. Medan. 2003.
28. Wahyudhy HU. *Infeksi Nosokomial*. 2006. [dikutip Desember 2009]. Available from: <http://www.klikharry.wordpress.com>.
29. Arifin A. *Studi Kepadatan Kuman Sebelum dan Saat Jam Berkunjung di Ruang Perawatan Pasien Paska Operasi di Rumah Sakit Bakti Asih*. Dalam: Pusat Data Jurnal dan Skripsi. 2007. [Dikutip 13 April 2010] Available from: <http://www.fkm.undip.ac.id/dataindex.php>.
30. Akbari H. *Standar Pelayanan Kamar Operasi*. RS Budi Luhur. Cirebon. 2009. Hal. 13-14

LAMPIRAN I

Hasil Pengamatan pengujian

A. Pengamatan pengujian pada *Staphylococcus epidermidis*

No	Jenis pengujian	Hasil Uji	Ket
1	Pewarnaan Gram	Coccus Gram Positif	
2	Media MSA	(-)	
3	Katalase	(+)	
4	Motiliti	(-)	
5	Pertumbuhan NaCl 5%	Tumbuh (+)	
6	Furazolidone 100 ug	S (20 mm)	R:<9, I: 9-12, S: >12 (mm)
7	Bacitracin 0,04 U	R (8 mm)	R:<9, I: 9-12, S: >12 (mm)
8	Ornithin	(-)	
9	Manitol	(-)	
10	Sucrose	(+)	
11	Polymyxin B 300 U	R (12 mm)	R:<9, I: 9-12, S: >12 (mm)
12	Novobiocin 5 ug	S (24 mm)	R:<18, I: 18-21, S: >21 (mm)

B. Pengamatan pengujian pada *Acinetobacter calcoaceticus*

No	Jenis pengujian	Hasil Uji	Ket
1	Pewarnaan Gram	Bacil Gram Negatif	
2	KIA	K/K, H ₂ S (-), Gas (-)	
3	Oksidase	(-)	
4	Katalase	(+)	
5	Urea	(-)	
6	Citrat	(-)	
7	Motility	(-)	
8	Indol	(-)	
9	Ornithin	(-)	
10	Metil Red (MR)	(-)	
11	Voges Proskauer (VP)	(-)	
12	LIA	(-)	
13	Malonat	(-)	
14	Glukosa	+ Asam/- gas	
15	Lactosa	- Asam/ - gas	
16	Sucrosa	+ Asam/- gas	
17	Manitol	- Asam/ - gas	
18	Maltosa	+ Asam/- gas	

LAMPIRAN II

Perhitungan jumlah Bakteri

No	Nama Ruang	Jumlah Koloni (r)	Nilai pada tabel (Pr)	Volume Udara (Liter)	Jumlah Bakteri CFU/m ³
1	Ruang Bedah anak	102	118	400	295
2	Ruang Bedah digestif	55	59	400	148
3	Ruang Bedah tumor	36	38	400	95
4	Ruang Bedah plastik	106	123	400	308
5	Ruang Bedah torax	47	50	400	125
6	Ruang Bedah mata	48	51	400	128

Rumus menghitung jumlah bakteri :

$$CFU/m^3 = \frac{\text{Nilai Pr}}{\text{Volume Udara}} \times 1000$$

1. Ruang Bedah anak

$$CFU/m^3 = \frac{118}{400} \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 0,295 \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 295$$

4. Ruang bedah tumor

$$CFU/m^3 = \frac{38}{400} \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 0,095 \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 95$$

5. Ruang Bedah torax

$$CFU/m^3 = \frac{50}{400} \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 0,125 \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 125$$

2. Ruang bedah digestif

$$CFU/m^3 = \frac{59}{400} \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 0,148 \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 148$$

3. Ruang bedah plastik

$$CFU/m^3 = \frac{123}{400} \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 0,308 \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 308$$

6. Ruang Bedah mata

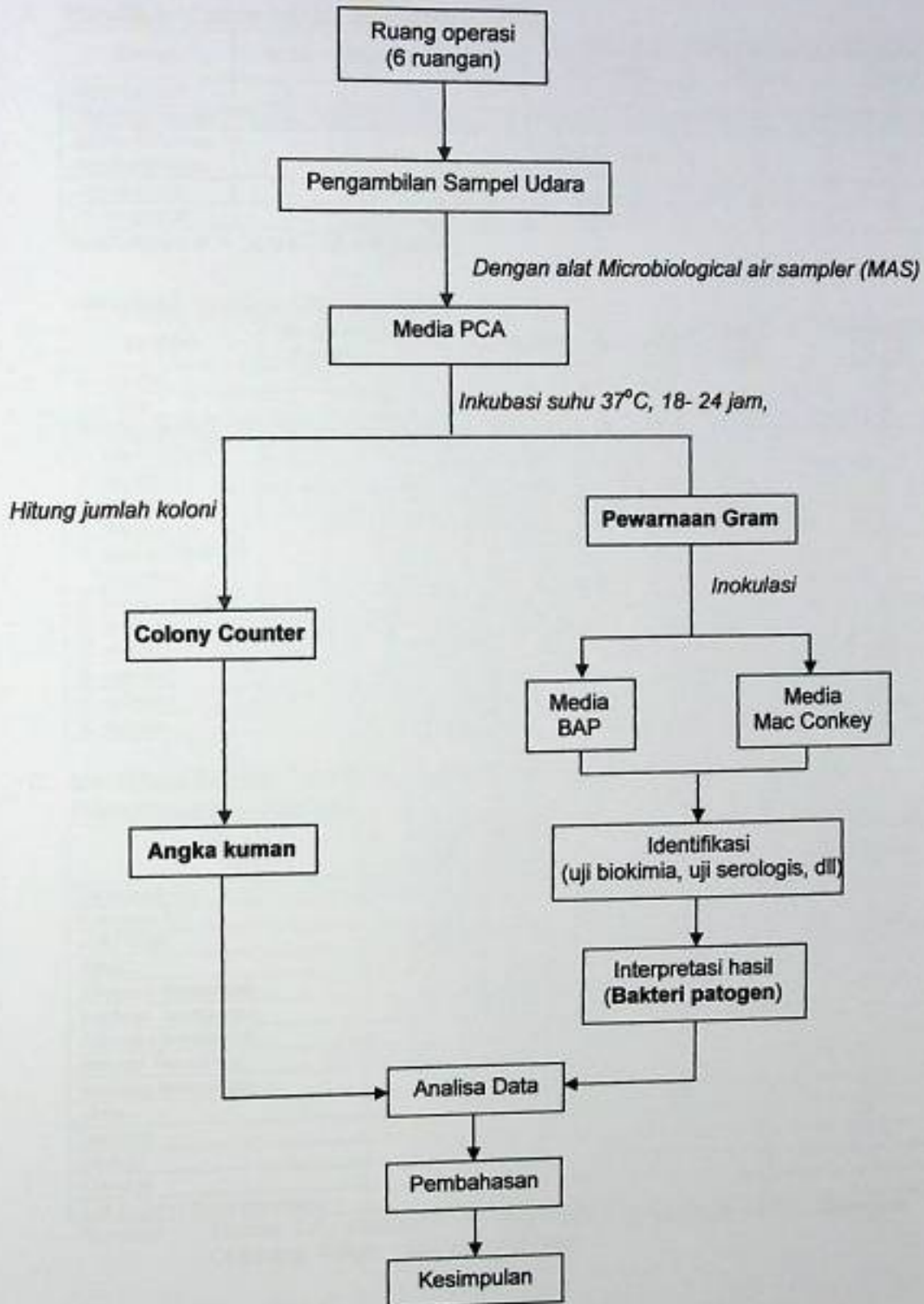
$$CFU/m^3 = \frac{51}{400} \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 0,128 \times 1000$$

$$CFU/m^3 = 128$$

LAMPIRAN III

Skema Penelitian



LAMPIRAN IV

Tabel Identifikasi Bakteri

A. Identifikasi Genus bakteri berbentuk *Coccus*

Genus	MSA	Katalase	Motility	Pertumbuhan NaCl 5%	Furazolidone 100 ug	Bacitracin 0.04 u
<i>Micrococcus</i>	+	+	-	Tumbuh	R	S
<i>Staphylococcus</i>	+	+	-	Tumbuh	S	R
<i>Stomatococcus mucilaginosus</i>	-	+	-	Tdk Tumbuh	S	S
<i>Aerococcus</i>	-	-	-	Tumbuh	S	S
<i>Planococcus</i>	-	-	+	Tumbuh	S	?

Keterangan: S = Sensitif, R = Resisten

B. Identifikasi Spesies *Staphylococcus*

Species	Clumping Factor	Ornithin	Manitol	Sucrose	Polymyxin B 300 u	Novobiocin 5 ug
<i>S. capitis</i>	-	-	+	+	S	S
<i>S. cohnii</i>	-	-	+	-	S	S
<i>S. epidermidis</i>	-	+/-	-	+	R	S
<i>S. haemolyticus</i>	-	-	-	+	S	S
<i>S. hominis</i>	-	-	-	+	S	S
<i>S. hyicus</i>	-	-	-	+	R	S
<i>S. intermedius</i>	+/-	-	+/-	+	S	S
<i>S. saccharolyticus (anaerob)</i>	+	-	-	-	S	S
<i>S. saprophyticus</i>	-	-	+/-	+	S	R
<i>S. schleifri</i>	+	-	-	-	S	S
<i>S. simulans</i>	-	-	+	+	S	S
<i>S. warneri</i>	-	-	+/-	+	S	S
<i>S. xylosum</i>	-	-	+	+	S	S
<i>S. aureus</i>	+	-	+	+	R	S

C. Identifikasi Bakteri *Acinetobacter calcoaceticus*, *Alkaligenes faecalis*, dan *Pseudomonas aeruginosa*

Tes/ Pengujian	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	<i>Alkaligenes faecalis</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Oksidase tes	-	+	+
Katalase tes	+	+	+
KIA/ TSIA	Alk/ Alk H ₂ S (-)	Alk/ Alk H ₂ S (-)	Alk/ Alk H ₂ S (-)
IMVIC	- - - -	- - - +/-	- - - +/-
Glukosa fermentasi	+	-	+
Laktosa fermentasi	-	-	-
Sukrosa fermentasi	-	-	-
Manitol fermentasi	-	-	-
Maltosa fermentasi	-	+	-
Urea	+/-	+/-	+/-
Malonat	-	+	+
Motility	-	+	+
Ornithin	-	-	-
LIA (Lysine decarboxylase)	-	-	-

Sumber : Mahon CR, Manuselis G. *Diagnostic Microbiology*. W.B. Saunders Company. Tokyo. 1995. hal. 125, 335.

LAMPIRAN V

Kutipan Lampiran I Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1204/MENKES/SK/X/2004



4. Kualitas Udara Ruang

- a. Tidak berbau (terutama bebas dari H₂S dan Amoniak)
- b. Kadar debu (*particulate matter*) berdiameter kurang dari 10 micron dengan rata-rata pengukuran 8 jam atau 24 jam tidak melebihi 150 µg/m³, dan tidak mengandung debu asbes.

Indeks angka kuman untuk setiap ruang/unit seperti tabel berikut:

Tabel 1.1

Indeks Angka Kuman Menurut Fungsi Ruang atau Unit

No.	Ruang atau Unit	Konsentrasi Maksimum Mikro-organisme per m ³ Udara (CFU/m ³)
1	Operasi	10
2	Bersalin	200
3	Perawatan/perawatan	200-500
4	Observasi bayi	200
5	Perawatan bayi	200
6	Perawatan premature	200
7	ICU	200
8	Jenazah/Autopsi	200-500
9	Penginderaan medis	200
10	Laboratorium	200-500
11	Radiologi	200-500
12	Sterilisasi	200
13	Dapur	200-500
14	Gawat darurat	200
15	Administrasi, pertemuan	200-500
16	Ruang lula bakar	200

Konsentrasi gas dalam udara tidak melebihi konsentrasi maksimum seperti dalam tabel berikut:

Tabel 1.2

Indeks Kadar Gas dan Bahan Berbahaya dalam Udara Ruang Rumah Sakit

No.	Parameter Kimiawi	Rata-rata Waktu Pengukuran	Konsentrasi Maksimal sebagai Standar
1	Karbon monoksida (CO)	8 jam	10.000 µg/m ³
2	Karbon dioksida (CO ₂)	8 jam	1 ppm
3	Timbal (Pb)	1 tahun	0.5 µg/m ³
4	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	200 µg/m ³
5	Radon (Rn)	-	4 pCi/liter
6	Radon (Rn)	24 jam	125 µg/m ³
7	Sulfur Dioksida (SO ₂)	30 menit	100 µg/m ³
8	Formaldehida (HCHO)	-	1 ppm
8	Total senyawa organik yang mudah menguap (T.VOC)	-	1 ppm

LAMPIRAN VI

Tabel Positive hole conversion MAS-100

Positive hole conversion table MAS-100

Merck KGaA, Darmstadt, Ger

r = Number of colony forming units counted on 90 mm Petridish

Pr = Probable statistics

r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r
1	1	51	54	101	116	151	189	201	279	251	394	301	557	351
2	2	52	56	102	118	152	191	202	281	252	397	302	561	352
3	3	53	57	103	119	153	193	203	283	253	400	303	565	353
4	4	54	58	104	120	154	194	204	285	254	402	304	569	354
5	5	55	59	105	122	155	196	205	287	255	405	305	573	355
6	6	56	60	106	123	156	197	206	289	256	408	306	578	356
7	7	57	61	107	124	157	199	207	291	257	411	307	582	357
8	8	58	63	108	126	158	201	208	293	258	413	308	586	358
9	9	59	64	109	127	159	202	209	295	259	416	309	591	359
10	10	60	65	110	128	160	204	210	297	260	419	310	595	360
11	11	61	66	111	130	161	206	211	299	261	422	311	599	361
12	12	62	67	112	131	162	207	212	301	262	425	312	604	362
13	13	63	68	113	133	163	209	213	304	263	428	313	608	363
14	14	64	70	114	134	164	211	214	306	264	431	314	613	364
15	15	65	71	115	135	165	212	215	308	265	433	315	618	365
16	16	66	72	116	137	166	214	216	310	266	436	316	622	366
17	17	67	73	117	138	167	216	217	312	267	439	317	627	367
18	18	68	74	118	140	168	218	218	314	268	442	318	632	368
19	19	69	76	119	141	169	219	219	317	269	445	319	637	369
20	20	70	77	120	142	170	221	220	319	270	449	320	642	370
21	22	71	78	121	144	171	223	221	321	271	452	321	647	371
22	23	72	79	122	145	172	224	222	323	272	455	322	652	372
23	24	73	80	123	147	173	226	223	325	273	458	323	657	373
24	25	74	82	124	148	174	228	224	328	274	461	324	662	374
25	26	75	83	125	150	175	230	225	330	275	464	325	667	375
26	27	76	84	126	151	176	232	226	332	276	467	326	673	376
27	28	77	85	127	153	177	233	227	335	277	471	327	678	377
28	29	78	87	128	154	178	235	228	337	278	474	328	684	378
29	30	79	88	129	156	179	237	229	339	279	477	329	689	379
30	31	80	89	130	157	180	239	230	342	280	480	330	695	380
31	32	81	90	131	158	181	241	231	344	281	484	331	701	381
32	33	82	92	132	160	182	242	232	346	282	487	332	706	382
33	34	83	93	133	161	183	244	233	349	283	491	333	712	383
34	35	84	94	134	163	184	246	234	351	284	494	334	718	384
35	37	85	95	135	164	185	248	235	353	285	497	335	724	385
36	38	86	97	136	166	186	250	236	356	286	501	336	730	386
37	39	87	98	137	167	187	252	237	358	287	504	337	737	387
38	40	88	99	138	169	188	254	238	361	288	508	338	743	388
39	41	89	101	139	171	189	255	239	363	289	511	339	749	389
40	42	90	102	140	172	190	257	240	366	290	515	340	756	390
41	43	91	103	141	174	191	259	241	368	291	519	341	763	391
42	44	92	104	142	175	192	261	242	371	292	522	342	769	392
43	45	93	106	143	177	193	263	243	373	293	526	343	776	393
44	47	94	107	144	178	194	265	244	376	294	530	344	783	394
45	48	95	108	145	180	195	267	245	378	295	534	345	791	395
46	49	96	110	146	181	196	269	246	381	296	537	346	798	396
47	50	97	111	147	183	197	271	247	384	297	541	347	805	397
48	51	98	112	148	185	198	273	248	386	298	545	348	813	398
49	52	99	114	149	186	199	275	249	389	299	549	349	820	399
50	53	100	115	150	188	200	277	250	391	300	553	350	828	400

LAMPIRAN VII



Gambar 1. Peralatan Pengambilan sampel udara MAS-100



Gambar 2. Peletakan Media PCA dlm alat MAS-100



Media Plate Count Agar (PCA)

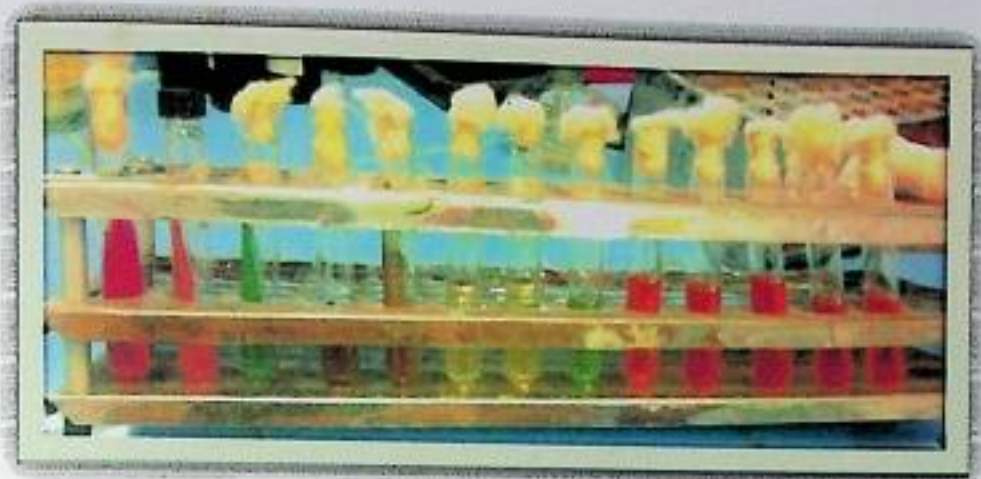


Media Blood Agar Plate (BAP)

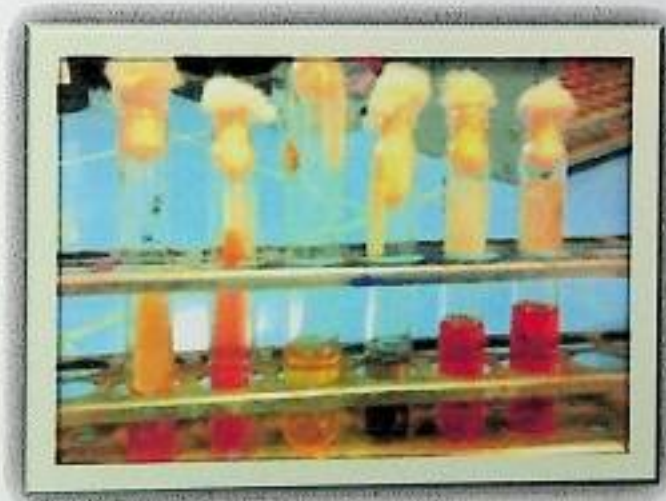


Media Mac-Conkey

Gambar 3. Hasil pertumbuhan koloni bakteri pada media PCA, media BAP, dan media Mac-Conkey



Gambar 4. Media pengujian biokimia untuk *Acinetobacter calcoaceticus*



Gambar 5. Media pengujian biokimia untuk *Staphylococcus epidermidis*