

Efektifitas Aplikasi Handrub Terhadap Perubahan Pola Mikroorganisme Pada Tangan Petugas di Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso

The Effectiveness of The Application of Handrub on Changes in Microorganism Pattern on Medical Staff Hands at Infectious Disease Hospital of Prof. Dr. Sulianti Saroso

Nadiatul Maunah

RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Abstrak : *Healthcare-Associated Infection (HAIs)* merupakan masalah serius tidak hanya terbatas di rumah sakit saja tetapi juga disemua fasilitas pelayanan kesehatan. Salah satu pencegahan HAIs adalah dengan menjaga kebersihan tangan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektifitas handrub terhadap perubahan jumlah mikroorganisme pada tangan petugas Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso. Penelitian ini merupakan penelitian *pre experimental* dengan *pre and post test without control design*. Efektifitas perlakuan dinilai dengan cara membandingkan jumlah mikroorganisme dan pola mikroorganisme sebelum handrub, sesudah handrub 1 dan sesudah handrub 5. Sampel dalam penelitian ini adalah 69 perawat Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso yang bekerja di ruang rawat TB (Dahlia 1), ruang rawat HIV-AIDS (Dahlia 2), Ruang Intensif (ICU), dan ruang anak (Nusa Indah 1), kebidanan (Nusa Indah 3) yang diambil dengan teknik *purposive sampling*. Mikroorganisme yang ditemukan ditangan petugas kesehatan Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso sebelum handrub adalah mikroorganisme transien dan residen yaitu : jamur, *Staphylococcus epidermidis*, *Acinetobacter anitratus*, *Enterobacter cloacae* dan *Citrobacter* sedangkan mikroorganisme setelah handrub 1 dan ke 5 adalah jamur dan *Staphylococcus epidermidis*. Jumlah koloni sebelum handrub maksimal 150 koloni, sedangkan jumlah koloni setelah handrub 1 dan ke 5 maksimal 87 dan 75. Hasil uji *Friedman* menunjukkan adanya perbedaan jumlah koloni dari ketiga perlakuan (sebelum, sesudah tindakan handrub 1 dan handrub 5 diperoleh (*P value*=0.000). Tindakan handrub merupakan perlakuan yang efektif dalam menekan jumlah koloni mikroorganisme di tangan.

Kata Kunci : *Healthcare-Associated Infection (HAIs)*, *Handrub*

Abstract : *Healthcare-associated infection (HAIs)* is a serious problem should not be limited in the hospital but also all these health service facilities. One of the prevention of HAIs is by maintaining healthy hand. The purpose of this research is to know the effectiveness of hand rub on changes in the number of microorganisms on medical staff hands at infectious disease hospital of Prof. Dr. Sulianti Saroso. The research is pre-research experiment with pre and post-test without control design. The effectiveness of treatment is considered by means of compare the number of microorganisms and the pattern microorganisms before handrub, after handrub 1 and after handrub 5. Samples in this research were 69 nurses hospital of infectious diseases Prof. Dr. Sulianti Saroso worked in tuberculosis (Dahlia 1) ward, HIV-AIDS room (Dahlia 2) ward, intensive (ICU) Unit, and pediatric (Nusa Indah 1) ward, obstetrics (Nusa Indah 3) ward, the research was taken with purposive techniques of sampling. These microorganisms which found on the health workers at hospital of infectious disease Prof. Dr. Sulianti Saroso before handrub is transient and resident microorganisms i.e. fungi, *Staphylococcus epidermidis*, *Acinetobacter anitratus*, *Enterobacter cloacae* and *Citrobacter* mikroorganism mean while after hand rub 1 and 5 are fungi and *staphylococcus epidermis*. The number of a colony before handrub a maximum of 150 colony, otherwise the number of the colony after handrub 1 and to 5 a maximum of 87 and 75. The result of friedmantest stated that there are differences in the number of colonies of third implementation (before, after the implementation of handrub 1 and 5 handrub obtained (*pvalue*=0.000). The implementation of handrub is effective treatment in reducing the number a colony microorganisms in the hands.

Keywords : *Healthcare-Associated Infection (HAIs)*, *Handrub*

Korespondensi : Nadiatul Maunah
RSPI Sulianti Saroso, Jl. Baru Sunter Permai
Raya Jakarta Utara 14340
Phone : 021-6506559 Fax : 021-6401411
Email : rose_women_12@yahoo.com

PENDAHULUAN

Healthcare-Associated Infection (HAIs) merupakan masalah serius tidak hanya terbatas di rumah sakit saja tetapi juga disemua fasilitas pelayanan kesehatan. Setiap tahun, ratusan hingga jutaan pasien di seluruh dunia terkena dampaknya. *Healthcare-Associated*

Infection (HAIs) merupakan kejadian merugikan yang paling sering terjadi pada saat proses pelayanan kesehatan meskipun pada prinsipnya hal ini dapat dicegah. *Healthcare-Associated Infection* (HAIs) dapat mengakibatkan perawatan yang lama dirumah sakit, peningkatan resistensi mikroorganisme terhadap antimikroba dan peningkatan biaya perawatan¹.

Kulit manusia didiami oleh banyak bakteri yang berkoloni. Bakteri ini dapat menyebar di lingkungan sekitar pasien seperti tempat tidur, selimut, perabot, bahkan tiang infus sekalipun. Penelitian Casewell & Philip menunjukkan bahwa tangan perawat dapat mengkontaminasi pasien dari *Klebsiella spp* sebanyak 100-1000 CFU selama tindakan seperti mengangkat pasien, mengukur denyut nadi, tekanan darah suhu, atau menyentuh tangan pasien, bahu atau pangkal paha². Penelitian Ehrenkranz pada 88 tangan perawat 10-600 CFU / ml dalam sarung tangan ditemukan *P.mirabilis*³. Pittet dan rekan menemukan jumlah bakteri dari ujung jari berkisar 0-300 CFU. Dari tangan petugas kesehatan yang terkontaminasi pada saat sebelum dan sesudah kontak langsung dengan pasien, luka perawatan, perawatan kateter intravaskular, perawatan saluran pernapasan atau menangani sekret pasien⁴.

Salah satu pencegahan HAIs adalah dengan menjaga kebersihan tangan. Penelitian yang dilakukan oleh Girou et.al membuktikan bahwa cuci tangan dapat menurunkan jumlah mikroorganisme di tangan hingga 58%⁵. Secara individu cuci tangan dapat meningkatkan higienitas yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan. *World Health Organization* (WHO) menyebutkan lima momen penting perlunya *hand hygiene* yaitu sebelum kontak dengan pasien, sebelum melakukan prosedur aseptik, setelah kontak dengan pasien, setelah menangani cairan tubuh dan setelah kontak dengan lingkungan sekitar pasien¹.

Kegagalan melakukan kebersihan tangan yang baik dan benar dianggap sebagai penyebab utama infeksi nosokomial (HAIs) dan penyebaran mikroorganisme multi resisten di fasilitas

pelayanan kesehatan dan telah diakui sebagai kontributor yang penting terhadap timbulnya wabah^{4,6}.

Kurangnya kepatuhan petugas dalam pelaksanaan kebersihan tangan adalah masalah yang dihadapi oleh rumah sakit di seluruh dunia. Kurangnya fasilitas seperti wastafel dan akses terhadap air bersih, sabun serta tisu pada titik pelayanan kesehatan merupakan kendala yang mempengaruhi kepatuhan mencuci tangan. Salah satu solusi terhadap hal ini yaitu dengan adanya *alcohol-based handrubs*. Mencuci tangan dengan *alcohol-based handrubs* tidak membutuhkan air bersih, sabun serta tisu dan dapat digunakan langsung di tempat bekerja.^{1,5}

World Health Organization (WHO) merekomendasikan dua jenis formulasi *handrub* sebagai cairan pencuci tangan alternatif jika cairan pencuci tangan komersial sulit didapatkan ataupun terlalu mahal. Formulasi pertama memiliki komposisi yang terdiri dari *ethanol*, *glycerol* dan *hydrogen peroxide*. Sedangkan formulasi kedua terdiri dari isopropyl alkohol, *glycerol*, dan *hydrogen peroxide*. Formula ini memiliki spektrum luas aktivitas antimikroba dengan risiko minimal terhadap resistensi. Efektivitas antimikroba cairan pencuci tangan formula WHO telah lolos uji *European Standards* (EN).¹

Penggunaan handrub berbasis alkohol tidak menimbulkan risiko dengan menghilangkan mikroorganisme yang secara alami ada di kulit. Tubuh dengan cepat mengeluarkan flora resident dari folikel rambut namun, alkohol juga mungkin memiliki efek negatif pada fungsi kulit⁷.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas handrub terhadap perubahan jumlah dan pola mikroorganisme pada tangan petugas kesehatan RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso. Hasil penelitian ini dapat memberikan konfirmasi dan penegasan terhadap teori *hand hygiene* yang dijadikan dasar penelitian dan pembuktian manfaat bila dilakukan intervensi, sehingga menjadi masukan yang bersifat membangun bagi RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso dalam membuat rencana intervensi dan juga

sebagai bahan advokasi dalam peningkatan mutu pelayanan rumah sakit khususnya dalam pencegahan dan pengendalian infeksi.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian *pre experimental* dengan *pre and post test without control design*. Subyek penelitian dalam penelitian ini adalah 69 perawat Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso yang bekerja di ruang rawat TB (Dahlia 1), ruang rawat HIV-AIDS (Dahlia 2), Ruang Intensif (ICU), dan ruang anak (Nusa Indah 1), kebidanan (Nusa Indah 3) yang diambil dengan teknik *purposive sampling*. Observasi pada subyek penelitian tersebut dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu; sebelum *handrub*, sesudah *handrub* pertama dan sesudah *handrub* kelima pada satu kelompok tanpa pembandingan. Efektifitas perlakuan dinilai dengan cara membandingkan jumlah mikroorganisme sebelum *handrub*, sesudah *handrub* pertama dan sesudah *handrub* kelima. *Handrub* dilakukan sesuai dengan rekomendasi prosedur cuci tangan medis WHO.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara: (1) subyek penelitian menempelkan telapak tangan pada cawan petri yang berisi media agar pertama yang disediakan sebelum melakukan tindakan kepada pasien yang tidak memerlukan sarung tangan (yaitu mengukur tanda-tanda vital, membersihkan lingkungan sekitar pasien), (2) subyek penelitian kemudian melakukan *handrub* pertama lalu menempelkan telapak tangan pada media agar ke-2 (*handrub* 1), (3) subyek penelitian selanjutnya melakukan *handhygiene* menggunakan *handrub* berbasis alkohol sampai *handrub* kelima lalu menempelkan telapak tangan pada media agar ke 3 (*Handrub* 5).

Cawan petri yang telah ditempelkan telapak tangan tersebut selanjutnya dikirim ke Laboratorium Mikrobiologi RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso untuk dilakukan pemeriksaan sesuai SOP Pemeriksaan Mikrobiologi untuk mengetahui

mikroorganisme dan jumlah koloni yang tumbuh.

Analisa dilakukan terhadap perubahan jumlah koloni mikroorganisme yang tumbuh dengan menggunakan analisa univariat dan bivariat. Analisa bivariat menggunakan uji *Friedman* karena data berdistribusi tidak normal. teknik ini digunakan untuk menguji signifikansi hipotesis komparatif tiga sampel yang berkorelasi, dengan menggunakan sampel dependen.

HASIL

Jenis Mikroorganisme dan Jumlah Koloni

Mikroorganisme yang tumbuh pada ketiga perlakuan *handrub* sebagian besar adalah jamur, yaitu sebesar 70.4%, 70,2% dan 83,3%. (Tabel 1)

Tabel 1. Jenis mikroorganisme yang tumbuh pada tangan petugas kesehatan RSPI-SS

| Mikroorganisme | Jumlah | Prosentase (%) |
|---------------------------------|--------|----------------|
| Sebelum Handrub | | |
| Jamur | 57 | 70,4 |
| <i>Staphylococcus epidermis</i> | 20 | 24,7 |
| <i>Acinetobacter anitratus</i> | 2 | 2,5 |
| <i>Enterobacter cloacae</i> | 1 | 1,2 |
| <i>Citrobacter</i> | 1 | 1,2 |
| Jumlah | 81 | 100 |
| Setelah Handrub 1 | | |
| Jamur | 19 | 79,2 |
| <i>Staphylococcus epidermis</i> | 5 | 20,8 |
| Jumlah | 24 | 100 |
| Setelah Handrub 5 | | |
| Jamur | 10 | 83,3 |
| <i>Staphylococcus epidermis</i> | 2 | 16,7 |
| Jumlah | 12 | 100 |

Sumber : Data Primer 2013

Rerata jumlah koloni terbanyak adalah sebelum tindakan *handrub*, dan rerata jumlah koloni paling kecil adalah setelah *handrub* kelima. (Tabel 2.)

Tabel 2. Rerata jumlah koloni mikroorganisme yang tumbuh pada tangan petugas kesehatan RSPI-SS

| Perlakuan | Rerata Jumlah koloni | Standar Deviasi |
|--------------------------|----------------------|-----------------|
| Sebelum <i>Handrub</i> | 38.05 | 34.29 |
| Sesudah <i>Handrub</i> 1 | 6.20 | 16.89 |
| Sesudah <i>Handrub</i> 5 | 3.15 | 12.41 |

Sumber : Data Primer 2013

Analisis komparatif

Analisis komparatif antara jumlah koloni mikroorganisme dilakukan dengan uji komparatif tiga kelompok berpasangan dengan terlebih dahulu dilakukan pengujian normalitas data secara analitik menggunakan uji Kolmogrov Smirnov. Dari uji tersebut didapatkan kesimpulan pada ketiga perlakuan didapatkan data yang berdistribusi tidak normal. Karena data berdistribusi tidak normal maka pengujian secara bivariat selanjutnya menggunakan uji *Friedman*.

Hasil uji *Friedman* menunjukkan adanya perbedaan jumlah koloni dari ketiga perlakuan (sebelum, sesudah tindakan *handrub* 1 dan *handrub* 5) $P=0.000 < (0,05)$ (Tabel 3). Efektifitas dari 3 perlakuan dilihat dari rata-rata jumlah koloni yang tumbuh, yang paling sedikit yaitu sesudah tindakan *handrub* kelima.

Tabel 4. Hasil Analisis Wilcoxon jumlah koloni mikroorganisme sebelum, sesudah tindakan *handrub* pertama dan *handrub* kelima

| Perlakuan | Sampel dengan jumlah koloni kelompok pertama lebih tinggi dari kelompok kedua | Sampel dengan jumlah koloni kelompok pertama lebih rendah dari kelompok kedua | Sampel dengan jumlah koloni kelompok kedua sama dengan kelompok pertama | P Value |
|---|---|---|---|---------|
| Sebelum dan Sesudah <i>Handrub</i> 1 | 77 | 3 | 8 | 0.000 |
| Sebelum dan Sesudah <i>Handrub</i> 5 | 79 | 3 | 6 | 0.000 |
| Sesudah <i>Handrub</i> 1 dan Sesudah <i>Handrub</i> 5 | 21 | 2 | 65 | 0.000 |

Sumber : Data Primer 2013

PEMBAHASAN

Tangan merupakan media perantara yang paling sering menularkan mikroorganisme patogen penyebab HAIs. Salah satu pencegahan HAIs adalah dengan menjaga kebersihan tangan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa tindakan *handrub* merupakan perlakuan yang efektif dalam menekan jumlah koloni mikroorganisme di tangan.

Tabel 3. Hasil Analisis Friedman data jumlah koloni mikroorganisme sebelum, sesudah tindakan *handrub* 1 dan *handrub* 5

| Perlakuan | Rerata Jumlah Koloni \pm S.d | P Value |
|--------------------------|--------------------------------|---------|
| Sebelum <i>handrub</i> | 38.05 \pm 34.2 | 0.000 |
| Sesudah <i>handrub</i> 1 | 6.20 \pm 16.6 | |
| Sesudah <i>handrub</i> 5 | 3.15 \pm 12.41 | |

Sumber : Data Primer 2013

Uji *Wilcoxon* dilakukan dalam melakukan analisis *post hoc* untuk uji *Friedman*. Dari hasil uji tersebut, didapatkan perbedaan yang bermakna antara jumlah koloni mikroorganisme sebelum dan sesudah *handrub* pertama, jumlah koloni mikroorganisme sebelum dan sesudah *handrub* kelima, dan jumlah koloni mikroorganisme sesudah *handrub* pertama dan sesudah *handrub* kelima ($P=0,000$ untuk ketiga perbandingan) (Tabel 4).

Secara individu cuci tangan dapat meningkatkan higienitas yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan. Kurangnya kepatuhan petugas dalam pelaksanaan kebersihan tangan adalah masalah yang dihadapi oleh rumah sakit di seluruh dunia. Kurangnya fasilitas

seperti wastafel dan akses terhadap air bersih, sabun serta tisu pada titik pelayanan kesehatan merupakan kendala yang mempengaruhi kepatuhan mencuci tangan. Salah satu solusi terhadap hal ini yaitu dengan adanya *alcohol-based handrubs*. Mencuci tangan dengan *alcohol-based handrubs* tidak membutuhkan air bersih, sabun serta tisu dan dapat digunakan langsung di tempat bekerja^{1,5}.

Dari 69 petugas kesehatan dari ruang rawat TB, ruang rawat HIV-AIDS, ICU, ruang rawat anak dan ruang rawat kebidanan di RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso, mikroorganisme yang ditemukan lima jenis mikro organisme yang tumbuh di tangan responden sebelum *handrub* pertama, yaitu jamur, *Staphylococcus epidermidis*, *Acinetobacter anitratus*, *Enterobacter cloacae* dan *Citrobacter sp.* Sedangkan setelah *handrub* pertama dan kelima hanya ada dua jenis mikroorganisme yaitu, jamur dan *Staphylococcus epidermidis* dengan penurunan jumlah yang ditemukan.

Kulit merupakan tempat flora normal, kulit normal biasanya ditempati bakteri sekitar $10^2 - 10^6$ CFU/cm². Flora normal yang menempati kulit terdiri dari dua jenis yaitu flora normal atau mikroorganisme sementara (*transient microorganism*) dan mikroorganisme tetap (*resident microorganism*)⁸.

The Association for Professionals in Infection Control (APIC) memberikan pedoman bahwa mikroorganisme transien adalah mikroorganisme yang diisolasi dari kulit, tetapi tidak selalu ada atau menetap di kulit. Mikroorganisme transien, yang terdiri atas bakteri, jamur, ragi, virus dan parasit, dapat berasal dari berbagai sumber yang pada akhirnya dapat terjadi kontak dengan kulit. Biasanya mikroorganisme ini dapat ditemukan di telapak tangan, ujung jari dan di bawah kuku. Mikroorganisme pathogen yang mungkin dijumpai di kulit sebagai mikroorganisme transien adalah *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Clostridium perfringens*, *Giardia lamblia*, virus Norwalk dan virus hepatitis A⁹.

Flora tetap yang paling sering dijumpai adalah *Staphylococcus epidermidis* dan

Coagulase negative Staphylococcus lainnya, *Corynebacterium* dengan densitas populasi antara $10^2 - 10^3$ CFU/cm². Flora tetap tidak bersifat patogen, kecuali *Staphylococcus aureus*. Bakteri ini dapat menyebabkan penyakit jika telah mencapai jumlah 1.000.000 atau 10^6 per gram, suatu jumlah yang cukup untuk memproduksi toksin. Flora anaerobik seperti *Propionibacterium acne*, tinggal di lapisan kulit lebih dalam, dalam folikel rambut, kelenjar keringat dan kelenjar *Sebasea*.^{8,10,11,12,13}

Hasil analisis bivariat yang dilakukan mendapatkan adanya perbedaan jumlah koloni dari ketiga perlakuan (sebelum, sesudah tindakan *handrub* 1 dan *handrub* 5. Efektifitas dari tiga perlakuan dilihat dari rata-rata jumlah koloni yang tumbuh paling sedikit yaitu sesudah tindakan *handrub* 5.

Ada kecenderungan penurunan jumlah koloni baik mikroorganisme *transient* maupun *resdident*, mulai dari sebelum *handrub*, sesudah *handrub* 1 dan sesudah *handrub* ke 5 (Tabel.3). Hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa tindakan *handrub* merupakan perlakuan yang efektif dalam menekan dan meminimalisir jumlah koloni mikroorganisme ditangan hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan jumlah koloni mikroorganisme sebelum dan sesudah *handrub* 1 dan ke 5. (Tabel 4). Girou et al., membuktikan bahwa cuci tangan dapat menurunkan jumlah mikroorganisme di tangan hingga 58%⁵.

KESIMPULAN

Tindakan *handrub* merupakan perlakuan yang efektif dalam menekan jumlah koloni mikroorganisme di tangan dan salah satu intervensi kesehatan yang murah dalam mengurangi risiko penularan penyakit. Penelitian lebih lanjut yang dikaitkan dengan pola kepekaan terhadap antibiotik mikroorganisme tersebut dan memperluas jangkauan tidak hanya pada kelompok resiko tinggi dapat dilakukan untuk memberikan gambaran lebih jelas tentang pola mikroorganisme yang ada dalam lingkungan rumah sakit, khususnya yang terdapat pada tangan petugas kesehatan sehingga dapat dilakukan intervensi yang lebih terarah dalam

program pencegahan infeksi di rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. *Guidelines on Hand Hygiene in Health Care*. 2009
2. Casewell M, Phillips I. *Hands as route of transmission for Klebsiella species*. B MJL, 1977, 2:1315–1317.
3. Ehrenkranz NJ, Alfonso BC. *Failure of bland soap handwash to prevent hand transfer of patient acteria to urethral catheters*. Infect Control Hospital Epidemiology 1991;12:654–62.
4. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S. *Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene*. Lancet. 2000;356:1307–12.
5. Girou, E., Loyeau, S., Legrand, P., Oppein, F., Buisson, CB. *Efficacy of Handrubbing with an Alcohol Based Solution versus Standard Handwashing with Antiseptic Soap: randomized clinical trial*. BMJ ; 2002 ;325: 362-5.
6. Boyce JM. *It is time for action: improving hand hygiene in hospitals*. Ann Intern Med 1999;130:153–5
7. Larson EL, Norton Hughes CA, Pyrak JD, Sparks SM, Cagatay EU, Bartkus JM. *Changes in bacterial flora associated with skin damage on hands of health care personnel*. Am J Infect Control 1998;26:513-21
8. Trampuz, Andrej and Widmer, A.F. *Hand Hygiene: A Frequently Missed Live saving Opportunity During Patient Care*, Mayo Clinic Proceedings, 2004 ; 79:109-116
9. Snyder, Peter, O. *Safe Hands Wash Program for Retail Food Operations*, Hospitaly Institute of Technology and Management. St. Paul, MN;1988
10. Jawetz, Melnick, and Adelberg's. *Mikrobiologi Kedokteran*, Alih bahasa oleh Mudihardi, E., Kuntaman, Wasito, E.B., Mertaniasih, N.M., Harsono, S., dan Alimsardjono, L., Penerbit Salemba Medika, Jakarta;2005.
11. Widmer, AF. *Replace Hand Washing with Use of Waterless Alcohol HandRub*. Clinical Infectious Disease, 2000; 31:136-143.
12. Snyder, Peter. *Why Gloves are not The Solution to The Fingertip Washing Problem*, Hospitaly Institute of Technology and Management. St. Paul, MN;2001.
13. Strohl, W.A., Rouse, H, Fisher, B.D, *Lippincott's Illustrated Reviews: Microbiology*, Lippincott Williams & Wilkins, Pennsylvania; 2001