

SKRIPSI

**PENGARUH PENYINARAN ULTRAVIOLET terhadap
KEPEKAAN KUMAN STAPHYLOCOCCUS AUREUS
oleh BEBERAPA ANTIBIOTIKA**



Oleh :

RUDDYANTO SUHARGO

SURABAYA - JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
1991**

**PENGARUH PENYINARAN ULTRAVIOLET terhadap
KEPEKAAN KUMAN STAPHYLOCOCCUS AUREUS
oleh BEBERAPA ANTIBIOTIKA**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran Hewan

pada

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga

oleh

RUDDYANTO SUHARGO

068611169

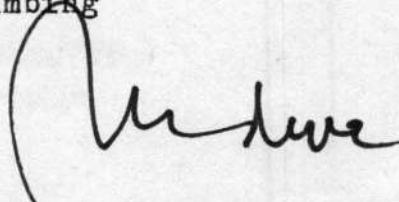
Menyetujui

Komisi Pembimbing



(Drh. Didik Handijatno, M.S.)

Pembimbing Pertama

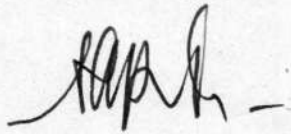


(Drh. I Dewa Ketut Meles, M.S.)

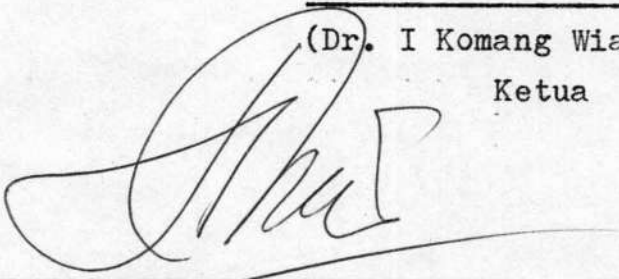
Pembimbing Kedua

Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh-sungguh, kami berpendapat bahwa tulisan ini baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai skripsi untuk memperoleh gelar SARJANA KEDOKTERAN HEWAN.

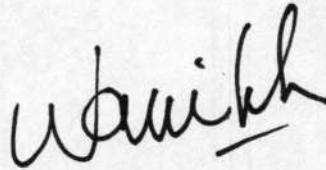
Menyetujui
Panitia Penguji



(Dr. I Komang Wiarsa S.)
Ketua



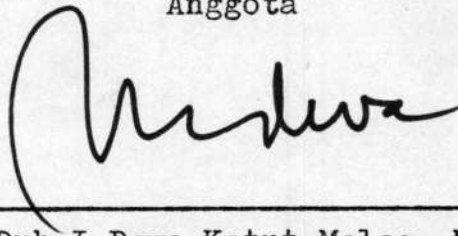
(Drh. Rochiman Sasmita, MS.)
Anggota



(Drh. Nanik Sianita W., SU.)
Anggota



(Drh. Didik Handijatno, MS.)



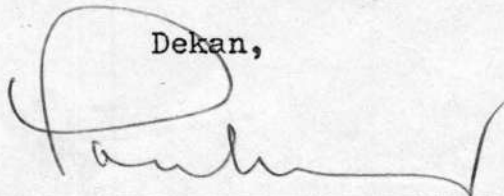
(Drh. I Dewa Ketut Meles, MS.)

Surabaya, 9 Pebruari 1991

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan,



(Prof. Dr. Soehartojo H., M.Sc.)

KATA PENGANTAR

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Dengan rasa hormat, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Drh. Didik Handijatno, M.S. selaku pembimbing pertama dan Bapak Drh. I Dewa Ketut Meles, M.S. selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan, saran dan nasihat yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Soehartoyo Hardjopranyoto, M.Sc. selaku dekan Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga atas segala bantuan moral dan material serta kesempatan yang telah diberikan dalam rangka pelaksanaan penelitian ini.

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang banyak membantu pada waktu penelitian.

Akhirnya penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi mereka yang memerlukannya khususnya di bidang kedokteran hewan.

Surabaya, Januari 1991

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Sinar Ultraviolet	6
1. Sinar ultraviolet sebagai gelombang elektromagnetik	6
2. Radiasi ultraviolet	7
B. Kuman Staphylococcus aureus	8
1. Ciri dan morfologi Staphylococcus aureus	8
2. Media selektif Staphylococcus aureus	11
3. Keganasan Staphylococcus aureus	12
4. Resistensi kuman terhadap antibiotik	13
C. Antibiotik	15
1. Tinjauan antibiotik	15
2. Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin	16
III. MATERI DAN METODE	24
A. Tempat dan Waktu Penelitian	24
B. Bahan-Bahan atau Materi Penelitian	24
C. Metode Penelitian	26
D. Peubah yang Diamati atau Diukur	29
E. Rancangan Penelitian	30
F. Analisis Hasil	31
IV. HASIL PENELITIAN	32
V. PEMBAHASAN	41
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	45
VII. RINGKASAN	47
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin setelah Penyinaran Ultraviolet (cm)....	33
2. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Kloksasilin ...	34
3. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Kloksasilin setelah Penyinaran Ultraviolet berdasar uji BNT (cm)	35
4. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Basitrasin	35
5. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Tetrasiklin ...	36
6. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Tetrasiklin setelah Penyinaran Ultraviolet berdasar uji BNT (cm)	37
7. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Eritromisin ...	38
8. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Eritromisin setelah Penyinaran Ultraviolet Berdasar uji BNT (cm)	38
9. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Novobiosin	39
10. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> oleh Novobiosin setelah Penyinaran Ultraviolet Berdasar uji BNT (cm)	39
11. Skor Keefektifan Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin terhadap Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> setelah Penyinaran Ultraviolet	40

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Perhitungan Dosis Radiasi Ultraviolet ...	55
2. Hasil Pengukuran Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> setelah Penyinaran Ultraviolet pada Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin (cm)	56
3. Rumus-Rumus yang Digunakan untk Rancangan Acak Lengkap dengan Ulangan Sama	59
4. Perhitungan Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> pada Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin	60
5. Perhitungan Beda Nyata Terkecil (BNT)..	63
6. Komposisi Media Baird Parker Agar (BP) ..	64
7. Daftar F	65
8. Daftar t	66
9. Gambar 6. dan 7.	67
10. Gambar 8. dan 9.	68
11. Gambar 10. dan 11.	69

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Struktur Kimia Kloksasilin	17
2. Struktur Kimia Basitrasin	19
3. Struktur Kimia Tetrasiklin	20
4. Struktur Kimia Eritromisin	22
5. Struktur Kimia Novobiosin	23
6. Perbandingan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> sebelum (A) dan sesudah (B) inkubasi 37°C selama 24 jam	67
7. Perbandingan Daerah Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> sebelum (A) dan sesudah (B) inkubasi 37°C selama 24 jam	67
8. Daerah Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> setelah Penyinaran Ultraviolet selama nol menit (kontrol)	68
9. Daerah Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> setelah Penyinaran Ultraviolet selama 15 menit	68
10. Daerah Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> setelah Penyinaran Ultraviolet selama 20 menit	69
11. Daerah Hambatan Pertumbuhan <u>S. aureus</u> setelah Penyinaran Ultraviolet selama 25 menit	69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Permasalahan

Kehidupan di bumi dapat berlangsung, karena komposisi atmosfer yang tersusun beberapa lapisan. Lapisan udara terbawah dan paling padat adalah troposfir. Troposfir mempunyai ketebalan 11 km dan mengandung komponen-komponen uap air serta berbagai gas dengan konsentrasi konstan, sehingga mendukung ekosistem kehidupan organisme di bumi. Lapisan udara di atas troposfir adalah stratosfir. Stratosfis tidak mengandung uap air, tetapi penuh dengan ozon. Sinar ultraviolet matahari bila menembus stratosfir akan menguraikan gas oksigen di dalamnya menjadi atom oksigen. Atom-atom oksigen ini segera bersatu kembali, tetapi sebagian besar membentuk ozon (O_3). Ozon diuraikan lagi oleh sinar ultraviolet matahari, sehingga tercipta keseimbangan kerapatan ozon bumi (Love - lock, 1988 dan Slamet, 1981).

Pada bulan Agustus 1986, telah dilakukan penelitian oleh sekelompok ilmuwan Selandia Baru di pos ilmiah utama Amerika "Mc. Murdo" di benua Antartika, karena terdapat penyimpangan periode waktu bersinarnya matahari. Hasil penelitian menyatakan, telah terbentuk lubang ozon dari atas benua Antartika sampai ujung selatan benua Amerika. Pihak Badan Antariksa dan Aeronautika Amerika (NASA) juga menemukan, konsentrasi ozon bumi saat ini telah menipis sampai 50 persen sejak tahun 1985.

Hal ini menimbulkan kekhawatiran yang beralasan, mengingat ozon sangat berguna sebagai pelindung bumi hampir 90 persen dari radiasi ultraviolet matahari. Sinar ultraviolet tidak tampak mata telanjang, karena panjang gelombangnya di bawah ambang kasat mata (ambang kasat mata manusia antara panjang gelombang cahaya 390-780 nm, Odum, 1983). Penipisan lapisan ozon berarti melemahkan kemampuannya sebagai tirai bumi (Anon, 1989^b).

Penipisan ozon menyebabkan peningkatan intensitas ultraviolet di bumi. Hal ini dapat mengakibatkan mutasi pada rantai DNA makhluk hidup di bumi termasuk golongan mikroorganisme. Kuman yang mengalami mutasi dapat kehilangan kemampuannya mensintesis asam amino, basa nitrogen, tetapi ada juga mutasi menyebabkan peningkatan kemampuan kuman mensintesis senyawa-senyawa itu. Salah satu akibat mutasi adalah mempengaruhi kepekaan kuman tertentu oleh antibiotik tertentu (Elander et al., 1976).

Kuman yang banyak terdapat di alam dan dapat menimbulkan penyakit antara lain Staphylococcus aureus. Kuman Staphylococcus aureus dapat menimbulkan banyak kerugian pada ternak dan manusia. Kuman ini menyebabkan penurunan produksi pada ternak yang terinfeksi dan pencemaran daging serta air susu, sehingga perlu segera ditangani dengan pencegahan dan terapi antibiotik secara tepat (Fraser, 1986).

Di sisi lain, kondisi lingkungan sekarang ini yang buruk karena pencemaran udara terutama radiasi ultraviolet yang mempengaruhi kepekaan Staphylococcus aureus oleh antibiotik tertentu. Kondisi ini cenderung menciptakan galur Staphylococcus aureus yang tidak peka terhadap antibiotik tertentu. Hal ini dapat menyulitkan penanganan penyakit yang disebabkan kuman itu (Adkins and Allen, 1982).

Berdasarkan penjelasan atau uraian di atas maka telah dilakukan penelitian yang berjudul " Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Kepekaan Kuman Staphylococcus aureus oleh Beberapa Antibiotika ".

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang dan permasalahan dapat dirumuskan masalah pokok, yaitu seberapa besar dosis radiasi ultraviolet yang dapat mempengaruhi kepekaan kuman Staphylococcus aureus oleh antibiotika tertentu ?

C. Landasan atau Dasar-Dasar Teori

Mutasi gen merupakan proses beberapa perubahan pada urutan nukleotida dari suatu gen yang dapat mengubah struktur asam amino spesifik. Mutasi dapat terjadi secara spontan dan secara induksi. Mutasi spontan terjadi selama pertumbuhan mikroorganisme secara normal karena replikasi sel sel secara alamiah. Mutasi secara induksi merupakan

mutasi yang dirangsang dengan agen mutagenik untuk mendapatkan mutan-mutan secara cepat. Salah satu agen mutagenik adalah sinar ultraviolet (Jawetz et al., 1984).

Sinar ultraviolet yang diberikan ke sel kuman dengan dosis radiasi di bawah dosis letal (dosis letal radiasi sebesar sepuluh MRAD) dapat menyebabkan perubahan pesan yang dibawa DNA diantaranya mengubah kepekaan kuman terhadap antibiotik tertentu (Volk and Wheeler, 1988).

Perubahan kepekaan kuman terhadap antibiotik berasal dari perubahan-perubahan genetik yang dikendalikan oleh plasmid. Plasmid yang bertanggung jawab terhadap ketidakepekaan kuman terhadap antibiotik adalah plasmid yang berperan sebagai faktor pemindahan ketidakepekaan atau Resistance Transfer Factor (RTF) (Moehario, 1986).

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui :

1. Besar intensitas ultraviolet dan waktu penyinaran yang dapat mempengaruhi perubahan kepekaan kuman Staphylococcus aureus terhadap beberapa antibiotika tertentu.
2. Jenis antibiotik yang dapat menghambat dan yang tidak dapat menghambat pertumbuhan kuman Staphylococcus aureus yang telah mendapat penyinaran ultraviolet waktu tertentu.

E. Hipotesis

Hipotesis penelitian yang diajukan adalah :

"Penyinaran ultraviolet dapat mempengaruhi perubahan kepekaan kuman Staphylococcus aureus oleh antibiotik tertentu".

F. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan :

1. Informasi kepada masyarakat akan bahaya sinar ultraviolet sebagai agen mutagenik yang dapat mengubah kepekaan Staphylococcus aureus oleh antibiotik.
2. Informasi kepada kalangan ilmuwan tentang antibiotik yang masih dapat menghambat pertumbuhan kuman Staphylococcus aureus setelah disinari ultraviolet intensitas dan waktu tertentu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sinar Ultraviolet

1. Sinar Ultraviolet sebagai Gelombang Elektromagnetik

Sinar ultraviolet merupakan salah satu bagian spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang sepanjang 0,6 - 380 nm atau pada frekuensi 5×10^{17} - $7,89 \times 10^{14}$ Hz, dengan ketentuan satu nm sama dengan 10^{-9} m dan panjang gelombang elektromagnetik (meter) sama dengan cepat rambat gelombang elektromagnetik (m/detik) dibagi dengan frekuensi (Hertz atau Hz) (Alonso, 1982). Cepat rambat gelombang elektromagnetik sama dengan cepat rambat cahaya tampak, yaitu sebesar 3×10^8 m/detik (Sutrisno, 1989).

Intensitas gelombang elektromagnetik sebanding dengan jumlah foton perdetik yang melalui suatu satuan luas penampang atau dirumuskan $I = P/A$, di mana P = daya foton yang dipancarkan perdetik dan A = luas permukaan bahan yang menerima pancaran gelombang (cm^2), sedangkan satuan daya adalah mikrowatt. (Halliday and Resnick, 1986). Foton adalah paket energi yang dipancarkan suatu sumber gelombang elektromagnetik dan besarnya tergantung panjang gelombangnya. Makin pendek panjang gelombangnya makin besar energi fotonnya dan sebaliknya (Sastrohamidjojo, 1985).

Perhitungan dosis radiasi adalah intensitas gelombang elektromagnetik dikalikan dengan lamanya penyinaran dalam detik . Satuan radiasi yang diserap suatu bahan adalah Radiation Absorption Dose (RAD), dengan ketentuan satu RAD sama dengan 10^2 erg dan satu mikrowatt-detik/cm² sama dengan 10 erg (Maat, 1981).

2. Radiasi Ultraviolet

Energi pancaran sinar matahari sebagian berupa radiasi ultraviolet (Odum, 1983). Radiasi ultraviolet matahari yang mencapai permukaan bumi dibagi dalam kelompok A, B dan C. Sinar ultraviolet kelompok A pada panjang gelombang 315-390 nm tidak mempunyai aksi eritemik, kelompok B pada panjang gelombang 280-315 nm mempunyai aksi eritemik dan pigmentasi dan kelompok C pada panjang gelombang 100-280 nm mempunyai aksi eritemik, germisidal kuat (Anon, 1979 ; Anon, 1990). Sumber ultraviolet di bumi yang lain adalah benda pijar suhu tinggi , dan lampu pijar, tetapi sumber utama dan terbesar disediakan oleh matahari (Alonso and Finn, 1982).

Daya bunuh mikroorganisme paling efektif pada panjang gelombang 260-270 nm (Lampu UV), karena mempunyai daya absorpsi maksimal terhadap DNA sel (Freeman, 1985).

Asam amino dari protein, basa purin dan basa pirimidin dari asam nukleat sel dapat menyerap radiasi ultraviolet. Basa pirimidin terutama timin dari asam deoksiribonukleat (DNA) merupakan senyawa utama yang berperan sebagai aksi bakterisidal radiasi ultraviolet. Energi foton ultraviolet yang terserap timin menyebabkan terjadi reaksi fotokimia. Replikasi DNA dihalangi atau terganggu, karena pembentukan dimer timin hasil reaksi fotokimia. Sel bakteri yang terkena sinar ultraviolet dapat mati atau terbentuk mutan baru, tergantung keseimbangan antara efisiensi mekanisme perbaikan selnya. (Pelczar, 1988).

B. Kuman Staphylococcus aureus

1. Ciri dan Morfologi Staphylococcus aureus

Kuman Staphylococcus aureus pertama ditemukan pada tahun 1881 dan berhasil ditumbuhkan pada tahun 1884 (Anon, 1982).

Sel kuman Staphylococcus aureus berbentuk bulat atau oval, bergaris tengah 0,5-1,5 um, terdapat tunggal atau berpasangan. Secara khas membelah diri pada lebih satu bidang, sehingga membentuk kelompok-kelompok tidak teratur seperti buah anggur. Tidak bergerak, tidak membentuk spora dan tidak berkapsul. Gram positif. Metabolisme melalui

respirasi dan peragian. Anaerob fakultatif, tetapi tumbuh cepat pada keadaan aerob. Suhu optimal pertumbuhan 35° - 40° C dengan pH media 7,2. Paling baik membentuk pigmen kuning emas pada suhu kamar atau sekitar 20° C. Sangat toleran terhadap garam konsentrasi tinggi. Pada media padat, koloni kuman Staphylococcus aureus berbentuk bulat halus, tepinya rata, permukaan menonjol cembung, berkilauan, berwarna kuning emas dan bergaris tengah kira-kira dua mm. Warna kuning berasal dari bagian karotinoid-Scarotin dan rubixanthin sel, sebagai tanda species Staphylococcus yang ganas.

Kuman Staphylococcus aureus dapat meragikan karbohidrat terutama manitol, mencairkan gelatin dan menghemolisis darah dengan membentuk daerah sempit pada media agar darah. Uji katalase positif. Dapat menggumpalkan plasma oksalat dan sitrat, sehingga uji koagulase positif. Tidak menghasilkan gas (Stewart and Beswick, 1979).

Dinding sel Staphylococcus aureus kaku dan kuat, karena mengandung peptidoglikan dan asam teikhoat. Tebalnya 20-80 nm. Peptidoglikan merupakan polimer kompleks terdiri N-asetil glukosamin dan asam N-asetil muramat. Kekakuan sel disebabkan adanya peptidoglikan. Asam teikhoat dapat merangsang

sel inang membentuk antibodi khusus yang dapat memberikan faktor penentu antigen secara serologi dalam identifikasi kuman (Jawetz et al., 1984).

Kromosom Staphylococcus aureus mengandung be-nang asam deoksiribonukleat (DNA) sebagai pema-wa informasi genetik. DNA mengandung dua purin, ya-itu adenin (A) dan guanin (G) dan dua pirimidin , yaitu sitosin (C) dan timin (T). Basa purin dan pirimidin dipersatukan oleh ikatan fosfodiester. Masing-masing basa mengadakan pasangan yang sesuai dan dihubungkan dengan ikatan hidrogen, yaitu , pa-sangan A-T dan pasangan G-C. DNA kromosom dapat berupa molekul tunggal utuh, dapat juga sebagai po-tongan kecil dan terpisah-pisah yang disebut pläs-mid. Plasmid mampu membawa gen-gen yang menimbul-kan ketidakpekaan kuman terhadap antibiotik dan pe-mindah gen yang menimbulkan galur kuman baru. Re-plikasi plasmid sangat peka terhadap suatu hambatan yang ditimbulkan faktor penyebab seperti sinar ultraviolet. Plasmid tidak berperan pada keadaan-pertumbuhan sel normal.

Ribosom Staphylococcus aureus tersusun pro-tein dan asam ribonukleat (RNA). Setiap ribosom terdiri dua sub unit bebas dalam sel, yaitu satu mengendap pada 30S dan lainnya pada 50S (S= unit

Svedberg, merupakan ukuran laju pengendapan partikel dalam medan sentrifugal). Ribosom berperan dalam sintesa protein sel. Sintesa protein dimulai dengan penggabungan asam amino sub unit 30S dengan 50S yang sebelumnya sudah terikat pada RNA. Hasil gabungan ini membentuk ribosom 70S atau ribosom utuh. Molekul protein yang telah diselesaikan dilepaskan dari ribosom, lalu ribosom utuh memisah menjadi sub unit-sub unitnya kembali, demikian seterusnya (Volk and Wheeler, 1988).

2. Media Selektif Staphylococcus aureus

Kuman Staphylococcus aureus tahan terhadap garam konsentrasi tinggi sekitar 7,5 persen yang jarang dimiliki kuman lain, sehingga media selektif Staphylococcus aureus umumnya banyak mengandung garam konsentrasi tinggi. Media selektif yang sering dipakai, yaitu Manitol salt, Baird-Parker (BP), dan Vogel-Johnson (VJ).

Media Baird-Parker Agar mengandung kuning telur, natrium pyruvat, lithium klorida dan gysin . pH akhir media $7,2 \pm 0,2$ pada suhu 25°C . Contoh media BP di pasaran: CM 275 buatan Oxoid. Pertumbuhan kuman tampak koloni yang dikelilingi daerah bening (Hugo and Russell, 1987).

3. Keganasan Staphylococcus aureus

Kuman Staphylococcus merupakan kuman lingkungan yang tersebar luas di dunia, diketahui sebagai penghuni normal permukaan kulit dan selaput lendir hewan dan manusia.

Pada sapi, Staphylococcus aureus merupakan penyebab mastitis bentuk perakut, akut dan kronik. Infeksi subklinis yang kronis dapat mencapai 50 persen dari ternak sapi, tetapi hanya beberapa ekor sapi saja yang menunjukkan gejala nyata sehingga sering terabaikan peternak.

Pada kambing, Staphylococcus aureus merupakan penyebab mastitis bentuk perakut.

Pada unggas, Staphylococcus aureus penyebab luka kulit, radang ruas tulang belakang (spondilitis), radang bernanah pada jaringan penghubung (cellulitis). Pada kalkun menimbulkan radang pembungkus tendon (tenosynovitis). Infeksi Staphylococcus aureus secara kronis pada ayam dapat menyebabkan bumble foot dengan pengeluaran cairan bernanah pada telapak kaki yang mengakibatkan ayam lumpuh disertai penurunan sampai terhentinya produksi.

Penularan Staphylococcus aureus melalui kontak langsung atau aerosol (Anon, 1982 ; Fraser , 1986).

4. Resistensi Kuman terhadap Antibiotik

Resistensi kuman merupakan sifat ketahanan kehidupan sel kuman terhadap antibiotik. Sifat ini sebagai mekanisme alamiah yang tidak pernah ada akhirnya untuk bertahan hidup (Moehario, 1986).

Resistensi kuman dapat berasal dari faktor - faktor bukan genetik dan genetik. Resistensi asal bukan genetik terjadi pada kuman yang dalam keadaan istirahat (inaktivitas metabolik) dan bakterinya disebut sebagai persisters. Bakteri persister yang aktif kembali tetap peka terhadap antibiotik, keturunannya juga tetap peka seperti semula. Resistensi asal genetik dapat terjadi secara alamiah (spontan) dan secara perolehan, bersifat dapat diturunkan. Resistensi alamiah (spontan) diperoleh tanpa pengaruh ada tidaknya agen mutagenik atau antibiotik dan galur kuman yang resisten bermultiplikasi secara selektif. Resistensi secara perolehan terjadi akibat adanya rangsangan antibiotik atau agen mutagenik lain (ultraviolet) atau akibat pemindahan faktor resistensi secara transduksi, transformasi atau secara konjugasi. Transduksi, bila faktor resistensi diperoleh dari kuman resisten ke kuman yang peka dengan perantaraan bakteriofag. Transformasi, bila faktor resistensi

langsung diperoleh kuman dari media sekitarnya, sehingga berubah genotipnya. Konyugasi, bila ada hubungan atau kontak langsung dua sel kuman dari genus sama atau berlainan yang diatur faktor kesuburan. (Gan, 1987).

Elemen pembawa faktor resistensi dapat berasal dari kromosomal dan ekstrakromosomal (plasmid). Faktor kromosomal dapat mengubah sejumlah gen struktural yang mengatur penerima antibiotik tertentu. Faktor ekstrakromosomal kuman disebut plasmid. Plasmid yang bertanggung jawab terhadap resistensi antibiotik disebut faktor pemindahan resistensi atau Resistance Transfer Factor (RTF). Kuman-kuman gram positif, termasuk Staphylococcus memiliki RTF. (Moehario, 1986).

Gen plasmid RTF dapat mengendalikan pembentukan enzim-enzim yang sanggup merusak antibiotik. RTF dapat membawa gen resisten terhadap satu atau beberapa antibiotik. (Ketchum, 1988).

Mekanisme resistensi kuman meliputi: a. Kuman mensintesa enzim yang merusak antibiotik. Contoh betalaktamase kuman yang memecahkan cincin betalaktamase golongan penisilin. b. Kuman mengembangkan sarana struktural yang diubah terhadap obat. Contoh kuman yang resisten eritromisin memiliki penerima yang telah diubah pada subunit 50S akibat metilasi

23S ribosom. c. Kuman membentuk enzim yang telah mengalami perubahan tetapi fungsi metabolik tetap normal serta tidak dipengaruhi obat. Contoh penurunan afinitas girase DNA pada novobiosin, penurunan afinitas protein pengikatan golongan penisilin. d. Kuman membentuk jalan metabolisme baru ; karena perubahan struktur ribosom kuman. Contoh kuman resisten tetrasiklin mengalami penurunan permeabilitas dinding sel (Gan, 1987; Jawetz et al., 1984).

C. Antibiotik

1. Tinjauan Antibiotik

Kata antibiotik diturunkan dari kata antibiosis dalam konsep biologi berarti suatu organisme yang dapat menghancurkan organisme lain demi melindungi kepentingan hidupnya. Langlykke dan Benedict (1947) mengajukan definisi antibiotik yang banyak dipakai saat ini, bahwa antibiotik adalah senyawa kimia yang diturunkan dari atau diproduksi oleh organisme hidup, yang mampu dalam kadar kecil menghambat proses hidup mikroorganisme. Jadi suatu senyawa digolongkan antibiotik bila merupakan hasil produk metabolisme, hasil produk sintetis dengan struktural serupa dengan antibiotik yang terdapat di alam, efektif pada kadar rendah, menghambat atau membunuh satu atau lebih jenis mikroorganisme (Pelczar and Chan, 1988).

Keberhasilan antibiotik yang menakjubkan dalam pengobatan penyakit manusia segera mempengaruhi perkembangan penggunaannya dalam beberapa bidang sejenis. Antibiotik banyak digunakan sebagai antimikroba dan tambahan pakan ternak pada bidang kedokteran hewan (Craig, 1982).

2. Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin

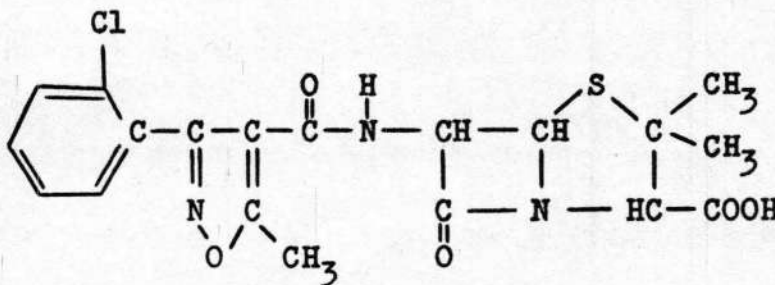
a. Kloksasilin

Kloksasilin merupakan antibiotik golongan penisilin semisintetis yang tahan terhadap betalaktamase dan termasuk golongan isoxazolil penisilin, yaitu golongan penisilin yang tahan asam sehingga dapat diberikan secara oral. Bersifat bakterisidal, efektif terhadap bakteri gram positif terutama Staphylococcus penghasil betalaktamase. Kloksasilin dapat tahan terhadap betalaktamase kuman, karena afinitas kloksasilin terhadap betalaktamase tinggi sehingga betalaktamase kuman tidak dapat membuka cincin betalaktamase obat.

Kloksasilin berbentuk serbuk putih, sedikit larut dalam air, alkohol dan isoprophyl alkohol. Kelarutannya satu dalam 18 bagian kloroform dan satu dalam tiga bagian alkohol. Bentuk larutan satu persen dalam air mempunyai pH 4,5-7,5 (Martindale, 1989).

Cara kerja kloksasilin dengan menghambat pembentukan dinding sel kuman. Langkah pertama kerja obat berupa pengikatan obat pada daerah penerima sel. Obat dapat mengadakan pengikatan karena strukturnya sama dengan struktur D-alanil-D-alanin terminal dinding kuman. Akibat pengikatan itu, jembatan pentaglisin antara polimer-polimer linier N-asetil glukosamin dan asam N-asetil muramat tidak terbentuk dan sintesa peptidoglikan tertahan. Langkah berikutnya melibatkan penghentian aktivitas dari penghambat kerja enzim otolitik. Akibatnya sel kuman lisis.

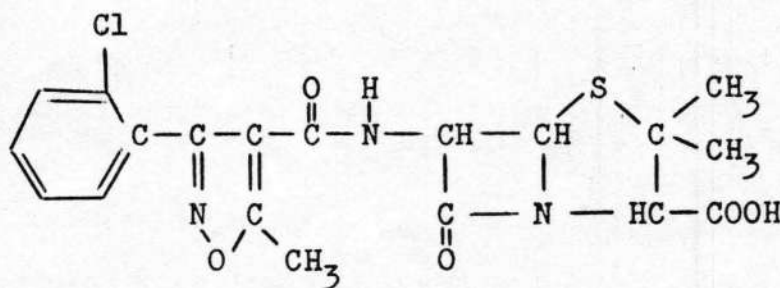
Resistensi kuman terhadap kloksasilin terjadi karena kegagalan kuman membentuk peptidoglikan atau kuman membentuk betalaktamase di bawah pengendalian plasmid kuman (Wilson and Gisvold, 1982).



Gambar 1. Struktur kimia Kloksasilin (Jawetz et al., 1984)

Cara kerja kloksasilin dengan menghambat pembentukan dinding sel kuman. Langkah pertama kerja obat berupa pengikatan obat pada daerah penerima sel. Obat dapat mengadakan pengikatan karena strukturnya sama dengan struktur D-alanil-D-alanin terminal dinding kuman. Akibat pengikatan itu, jembatan pentaglisin antara polimer-polimer linier N-asetil glukosamin dan asam N-asetil muramat tidak terbentuk dan sintesa peptidoglikan tertahan. Langkah berikutnya melibatkan penghentian aktivitas dari penghambat kerja enzim otolitik. Akibatnya sel kuman lisis.

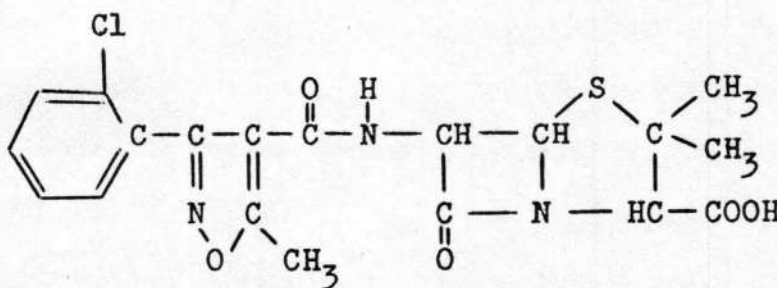
Resistensi kuman terhadap kloksasilin terjadi karena kegagalan kuman membentuk peptidoglikan atau kuman membentuk betalaktamase di bawah pengendalian plasmid kuman (Wilson and Gisvold, 1982).



Gambar 1. Struktur kimia Kloksasilin (Jawetz et al., 1984)

Cara kerja kloksasilin dengan menghambat pembentukan dinding sel kuman. Langkah pertama kerja obat berupa pengikatan obat pada daerah penerima sel. Obat dapat mengadakan pengikatan karena strukturnya sama dengan struktur D-alanil-D-alanin terminal dinding kuman. Akibat pengikatan itu, jembatan pentaglisin antara polimer-polimer linier N-asetil glukosamin dan asam N-asetil muramat tidak terbentuk dan sintesa peptidoglikan tertahan. Langkah berikutnya melibatkan penghentian aktivitas dari penghambat kerja enzim otolitik. Akibatnya sel kuman lisis.

Resistensi kuman terhadap kloksasilin terjadi karena kegagalan kuman membentuk peptidoglikan atau kuman membentuk betalaktamase di bawah pengendalian plasmid kuman (Wilson and Gisvold, 1982).



Gambar 1. Struktur kimia Kloksasilin (Jawetz et al., 1984)

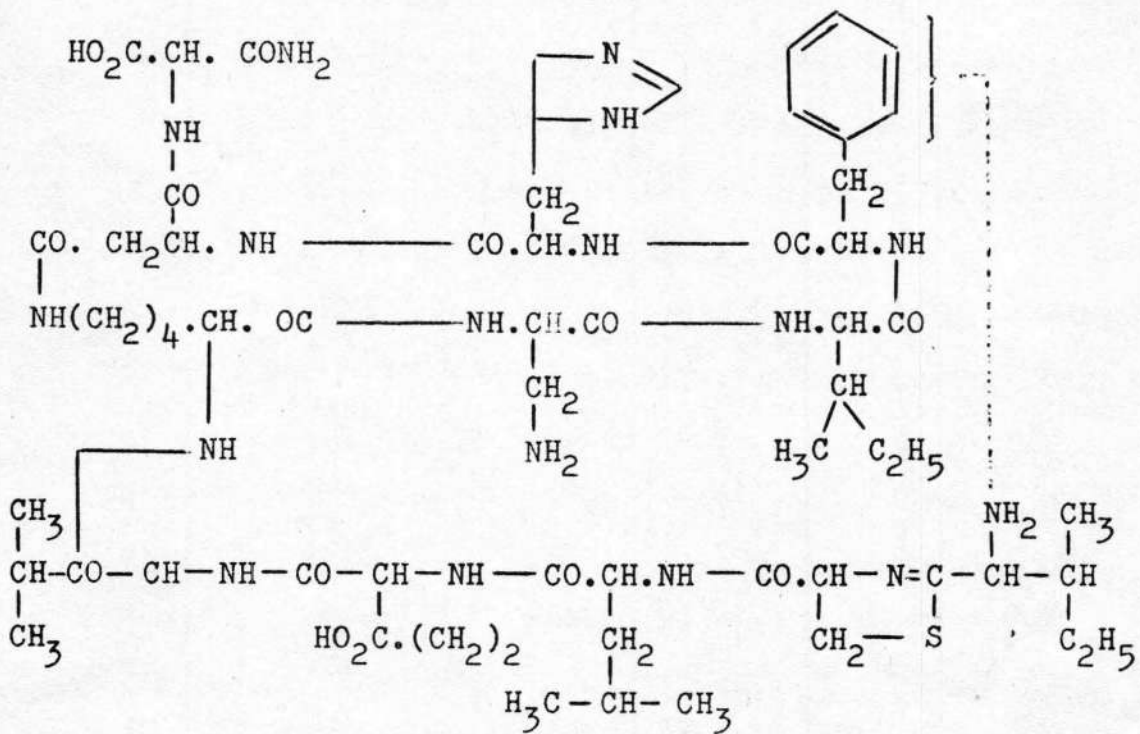
b. Basitrasin

Basitrasin merupakan antimikroba golongan polypeptida, diperoleh dari Bacillus subtilis (1945). Bersifat bakterisidal, efektif terhadap kuman gram positif.

Basitrasin berbentuk bubuk putih agak pucat kekuningan, larut dalam air dan alkohol. Pada larutan satu persen mempunyai pH 6-7. Basitrasin tidak aktif dengan garam logam berat. Satu unit basitrasin mengandung 0,01351 mg dan dalam bentuk garam seng mengandung 74 unit per mg (Martindale, 1989).

Cara kerja basitrasin dengan menghambat pembentukan dinding sel kuman pada langkah-langkah awal sintesa peptidoglikan. Basitrasin dapat mencegah pembuangan fosfat atau defosforilasi pembawa lipida. Pembuangan atau pengeluaran fosfat pembawa lipida diperlukan untuk mengangkut komponen dinding sel yang baru terbentuk dari membran sitoplasma ke dinding bagian luar. Akibat pencegahan defosforilasi, lipida tidak dapat berfungsi sebagai pembawa bahan-bahan peptidoglikan (Volk and Wheeler, 1988).

Basitrasin banyak digunakan untuk pemakaian lokal pada kulit, luka-luka atau selaput lendir, karena cukup beracun untuk ginjal (Jawetz et al., 1984).



Gambar 2. Struktur kimia Basitrasin (Wilson and Gisvold, 1982)

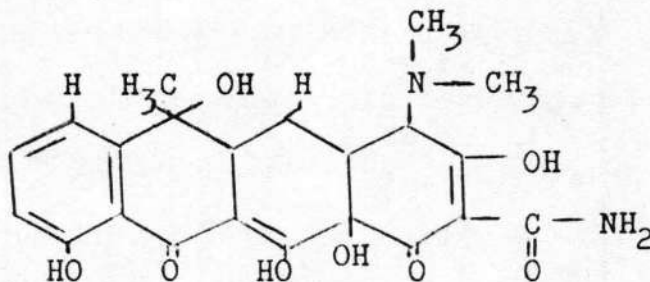
c. Tetrasiklin

Antibiotik golongan tetrasiklin yang pertama didapatkan adalah klortetrasiklin tahun 1948, dihasilkan dari Streptomyces aureofaciens. Tetrasiklin sendiri dibuat secara semisintetis dari klor-tetrasiklin melalui proses hidrogenasi tahun 1953. Tetrasiklin bersifat bakteriostatik dengan aktivitas antimikroba yang luas, meliputi bakteri gram positif dan negatif yang peka (Jawetz et al, 1984).

Tetrasiklin berbentuk bubuk kuning, bentuk senyawa basa sukar larut dalam air, bentuk garam dan asam mudah larut dalam air. Stabil pada keadaan kering. Larutan garamnya stabil pada pH di bawah dua dan terurai cepat pada pH yang lebih tinggi. Kelarutan tetrasiklin satu dalam 2500 bagian air dan satu dalam 50 bagian alkohol. Satu unit tetrasiklin mengandung 0,00101833 mg dan bentuk HCl tetrasiklin mengandung 982 unit per mg (Martindale, 1989).

Cara kerja tetrasiklin dengan menghambat sintesa protein yang terikat pada subunit 30S ribosom, karena terjadi pencegahan penempelan asam amino yang membawa tRNA selama pemanjangan rantai peptida.

Resistensi kuman terhadap tetrasiklin terjadi karena pemindahan plasmid yang menghasilkan protein selaput, sehingga aktivitas pengangkutan aktif tetrasiklin melewati selaput sel berubah. Resistensi di antara golongan tetrasiklin terjadi secara lengkap (Gan, 1987 ; Jawetz et al., 1984).



Gambar 3. Struktur kimia Tetrasiklin (Wilson and Gisvold, 1982)

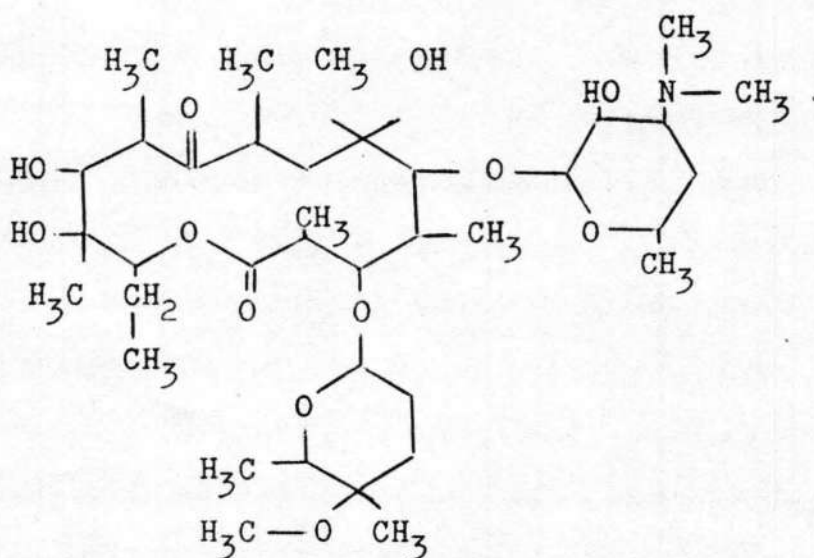
d. Eritromisin

Eritromisin merupakan antibiotik golongan makrolida yang ditemukan tahun 1952 dari Streptomyces erythreus. Secara kimiawi golongan makrolida mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: struktur molekulnya mempunyai cincin lakton yang terikat pada gula amino melalui ikatan glikosida dan mempunyai gugus keton. Eritromisin bersifat bakteriostatik dan efektif terhadap kuman kokus gram positif.

Eritromisin berbentuk bubuk putih atau sedikit kekuningan. Kelarutannya satu dalam 1000 bagian air. Larut dalam alkohol, kloroform dan eter. Berasa pahit. Aktivitas invitro paling baik pada suasana alkalis. Satu unit eritromisin mengandung 0,001087 mg dan pada bentuk biasanya mengandung 920 unit per mg (Martindale, 1989).

Cara kerja eritromisin dengan menghambat sintesa protein melalui perlekatan pada daerah penerima (RNAr23S) subunit 50S ribosom kuman, sehingga pemanjangan rantai peptida terhambat (Fraser, 1986).

Resistensi kuman terjadi karena mutasi kromosomal yang menyebabkan penurunan afinitas protein ribosom dan perubahan (metilasi) daerah penerima RNA yang dikendalikan plasmid. Resistensi silang terjadi pada golongan makrolida (Jawetz et al., 1984).



Gambar 4. Struktur kimia Eritromisin (Gan, 1987)

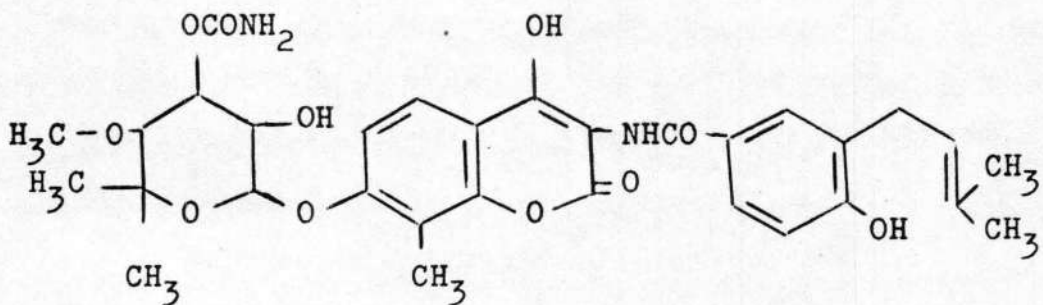
e. Novobiosin

Novobiosin ditemukan tahun 1955 dari Streptomyces spheroides dan Streptomyces niveus. Bersifat bakterisidal dan efektif terhadap kuman gram positif termasuk Staphylococcus.

Novobiosin merupakan senyawa berwarna kuning pucat. Bentuk larutan 2,5 persen dalam air mempunyai pH 6,5-8,5. Bentuk garam natrium larut dalam air. Identitas kimia novobiosin adalah 7-(4-(karbamoiloksi)-tetrahidro-3-hidroksi-5-metoksi-6,6-dimetilpiran-2-iloksi)-4-hidroksi-3-(4-hidroksi-3(3-metil-2-butenil)benzamidol)-8-metilkumarin. Satu unit novobiosin mengandung 0.001031 mg dan bentuk asamnya mengandung 970 unit per mg (Martindale, 1989 ; Wilson and Gisvold, 1982).

Cara kerja novobiosin dengan menghambat replikasi DNA secara langsung melalui penghambatan enzim DNA gyrase. DNA-gyrase berperan dalam pembuatan lilitan superheliksitas DNA (Volk and Wheeler, 1988).

Resistensi kuman terjadi karena mutasi kromosomal yang mengakibatkan penurunan afinitas DNA gyrase. Resistensi silang dengan golongan antibiotik lain tidak terjadi, sehingga merupakan antibiotik cadangan terhadap infeksi Staphylococcus khususnya yang tidak peka terhadap sulfa dan penisilin (Jawetz et al., 1984).



Gambar 5. Struktur kimia Novobiosin (Wilson and Gisvold, 1982)

BAB III

MATERI DAN METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai "Pengaruh Pemberian Sinar Ultraviolet terhadap Kepekaan Kuman Staphylococcus aureus pada Beberapa Antibiotika", telah dilaksanakan di-Laboratorium Bakteriologi dan Mikologi, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

Waktu penelitian berlangsung mulai tanggal 3 September 1990 sampai dengan tanggal 20 Oktober 1990.

B. Bahan-Bahan atau Materi Penelitian

Bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Isolat kuman Staphylococcus aureus

Isolat kuman S. aureus yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari persediaan kuman Laboratorium Bakteriologi dan Mikologi Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga Surabaya.

2. Media kuman

Media kuman yang digunakan adalah media selektif Baird Parker (BP) tipe CM-275 buatan Oxoid, England, merupakan media selektif Staphylococcus.

3. Cakram Kertas (Paper Disk) Antibiotik

Cakram kertas antibiotik yang digunakan telah mengandung antibiotik dengan konsentrasi baku untuk tiap antibiotik yang terdapat di pasaran. Cakram

kertas antibiotik yang dipakai dalam penelitian ini terdiri lima macam antibiotik, yaitu Kloksasilin tipe OB-5 buatan BRL, England; Basitrasin tipe BC-DD2 buatan BRL, England; Tetrasiklin tipe TE-30 buatan Oxoid Ltd., England; Eritromisin tipe E-15 buatan Oxoid Ltd., England dan Novobiosin tipe NO-5 buatan Oxoid Ltd., England. Semua cakram kertas antibiotik yang dipakai bergaris tengah 0,6 cm.

4. Alat-Alat yang digunakan :

- Lampu Ultraviolet 15 watt/ 110 volt, buatan Philips, Japan, sebagai sumber sinar ultraviolet.
- Cawan petri besar (diameter 10 cm) dan kecil (diameter 6 cm). Jumlah yang dipakai 40 cawan petri besar dan 40 cawan petri kecil, yang besar untuk uji kepekaan kuman dengan cakram kertas, yang kecil tempat kuman yang menerima perlakuan penyinaran.
- Kotak kaca baku tempat lampu UV.
- Kain hitam untuk mencegah penyebaran sinar UV.
- Pencatat waktu (Stopwatch).
- Inkubator.
- Dan alat-alat lain yang membantu penelitian ini, meliputi penggaris, mixer, botol kecil, alat penghitung koloni, nyala api Bunsen, spatel, ose, erlenmeyer, gelas ukur, timbangan neraca, pinset dan korek api.

C. Metode Penelitian

1. Persiapan bahan dan alat

a. Isolasi kuman

Isolat Staphylococcus aureus dipupuk dalam media Baird Parker Agar dan dilakukan uji identifikasi kuman, Gram positif, koloni berwarna kuning emas, uji katalase positif dan uji koagulase positif (Stewart and Beswick, 1979).

b. Perhitungan kuman dengan metode Koch

disediakan 10 tabung reaksi, masing-masing diisi sembilan ml PBS steril. Dibuat suspensi kuman satu ml berisi satu koloni, lalu dimasukkan ke tabung pertama, selanjutnya dilakukan pengenceran berseri sampai tabung kesepuluh. Didapat pengenceran 10^{-1} sampai dengan 10^{-10} . Tiap tabung tersebut diambil satu ml, dimasukkan ke dalam tiap cawan petri besar yang berisi media Baird Parker Agar yang masih cair suhu $40-50^{\circ}\text{C}$, lalu dicampur merata dan dibiarkan memadat. Perhitungan kuman dengan alat penghitung kuman dilakukan setelah inkubasi 37°C selama 24 jam (Hadioetomo, 1985). Hasil penghitungan kuman didapatkan $9,7 \times 10^6$ sel tiap koloni.

c. Penyediaan biakan murni kuman

Pemupukan kuman dilakukan dengan cara goresan (streak plate method) untuk membuat biakan murni

Staphylococcus aureus umur 24 jam pada cawan petri kecil sebanyak 40 buah dengan media Baird Parker Agar.

d. Persiapan Media Baird Parker .

Dibuat media Baird Parker Agar umur 24 jam pada cawan petri besar sebanyak 40 buah untuk uji keefektifan antibiotik.

e. Persiapan alat-alat

Pemasangan lampu Ultraviolet 15 watt/110 volt di tempat kotak kaca standar setinggi 50 cm dari permukaannya dengan luas permukaan penyinaran 4500 cm^2 (90x50 cm). Permukaan luar kotak ditutup kain hitam. Kotak kaca disterilkan dengan formalin 40 persen. Alat-alat lainnya disterilkan dalam autoclave suhu 121°C / 30 menit.

2. Pelaksanaan penelitian

a. Penyinaran kuman dengan Ultraviolet

Waktu penyinaran ditetapkan selama 0 menit (kontrol), 15 menit (0,3 MRAD), 20 menit (0,4 MRAD) dan 25 menit (0,5 MRAD) setelah dilakukan penelitian pendahuluan. Setiap perlakuan (waktu penyinaran) diulang sepuluh kali. Penyinaran dilakukan langsung ke media yang berisi Staphylococcus aureus umur 24 jam pada cawan petri kecil dengan tutup petri terbuka. Kuman yang

telah mengalami penyinaran ultraviolet (0, 15, 20 dan 25 menit) digunakan untuk pembuatan suspensi kuman.

b. Pembuatan Suspensi kuman

Suspensi kuman S. aureus untuk uji keefektifan antibiotik metode difusi paling baik berisi lima sampai sepuluh koloni dengan jumlah sel 10^5 - 10^8 sel tiap ml-nya. Setiap cawan petri besar (diameter 10 cm) memerlukan 0,2 ml suspensi kuman (Anon, 1960). Pembuatan 0,2 ml suspensi kuman dilakukan untuk setiap perlakuan dan setiap ulangan, hasilnya dimasukkan ke dalam botol kecil. Suspensi kuman dibuat dengan cara mengambil satu koloni kuman yang telah disinari ultraviolet, lalu disuspensikan ke dalam 0,2 ml aquabidest.

c. Uji keefektifan antibiotik metode Difusi

Suspensi kuman 0,2 ml dituangkan ke permukaan media Baird Parker, diratakan dengan spatel dan dibiarkan selama lima sampai dengan sepuluh menit agar kuman menempel media. Cakram kertas antibiotik ditempelkan di permukaan media itu. Setiap cawan petri besar berisi kelima macam antibiotik dengan jarak antar cakram sama, sekitar 2,5 cm (Bary, 1980). Setelah inkubasi 37°C selama 24 jam, dilakukan pengukuran diameter hambatan pertumbuhan S. aureus.

D. Peubah yang Diamati atau Diukur

Peubah yang diukur adalah diameter daerah hambatan pertumbuhan S. aureus oleh antibiotik yang digunakan. Alat ukur yang dipakai adalah mistar sampai sentimeter terdekat.

Penilaian keefektifan antibiotik didasarkan pada standar keefektifan antibiotik (metode Difusi) yang ditetapkan National Committe for Clinical Laboratory Standard (NCCLS) (Bauer et al., 1966), yaitu :

1. Kloksasilin

- Tidak efektif, bila diameter hambatan kurang atau sama dengan 2,0 cm.
- Efektif, bila diameter hambatannya 2,1-2,8 cm.
- Sangat efektif, bila diameter hambatan lebih atau sama dengan 2,9 cm.

2. Basitrasin

- Tidak efektif, bila diameter hambatan kurang atau sama dengan 0,8 cm.
- Efektif, bila diameter hambatannya 0,9-1,2 cm.
- Sangat efektif, bila diameter hambatan lebih atau sama dengan 1,3 cm.

3. Tetrasiklin

- Tidak efektif, bila diameter hambatan kurang atau sama dengan 1,4 cm.
- Efektif, bila diameter hambatannya 1,5-1,8 cm.
- Sangat efektif, bila diameter hambatan lebih atau sama dengan 1,9 cm.

4. Eritromisin

- Tidak efektif, bila diameter hambatan kurang atau sama dengan 1,3 cm.
- Efektif, bila diameter hambatannya 1,4-1,7 cm
- Sangat efektif, bila diameter hambatan lebih atau sama dengan 1,8 cm.

5. Novobiosin

- Tidak efektif, bila diameter hambatan kurang atau sama dengan 1,7 cm.
- Efektif, bila diameter hambatannya 1,8-2,1 cm.
- Sangat efektif, bila diameter hambatan lebih atau sama dengan 2,2 cm.

Ada tidaknya perubahan kepekaan S. aureus diamati dengan membuat skor rata-rata keefektifan antibiotik berdasarkan standar penilaian di atas, yaitu :

- 0 = jika antibiotik tergolong tidak efektif.
- +1 = jika antibiotik tergolong efektif.
- +2 = jika antibiotik tergolong sangat efektif.

E. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) empat perlakuan dengan sepuluh ulangan setiap perlakuan. Tingkat penyinaran ultraviolet merupakan perlakuan kuman dan dibagi dalam empat tingkatan, yaitu 0, 15, 20 dan 25 menit.

Peubah yang digunakan adalah ukuran diameter daerah hambatan pertumbuhan S. aureus oleh cakram kertas antibiotik yang dipakai, diukur dalam sentimeter terdekat. Hasil pengukuran dibandingkan dengan standar penilaian keefektifan antibiotik yang ditetapkan NCCLS.

F. Analisis Hasil

Hasil pengukuran diameter daerah hambatan pertumbuhan S. aureus oleh kloksasilin, basitrasin, tetrasiklin, eritromisin dan novobiosin dimasukkan dalam tabel hasil dan diuji dengan sidik ragam (analisis varian) berdasar uji F pada taraf signifikansi 0,05 dan 0,01 dan bila terdapat perbedaan diantara perlakuan, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 0,05 dan 0,01 (Kusrieningrum, 1989).

Ada-tidaknya perubahan kepekaan kuman dan keefektifan masing-masing antibiotik yang dipakai dapat diketahui dengan dibuat skor penilaian efektifitas antibiotik berdasarkan hasil pengukuran dengan standar penilaian efektifitas antibiotik yang ditetapkan NCCLS.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Hasil pengukuran rata-rata diameter daerah hambatan pertumbuhan Staphylococcus aureus oleh cakram kertas antibiotik Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin setelah penyinaran ultraviolet selama 0, 15, 20 dan 25 menit sebagai berikut :

Rata-rata diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Kloksasilin setelah penyinaran ultraviolet selama nol menit (tanpa penyinaran) sebesar $2,57 \pm 0,07$ cm, selama 15 menit sebesar $2,34 \pm 0,14$ cm, selama 20 menit sebesar $2,21 \pm 0,18$ cm dan selama 25 menit sebesar $2,45 \pm 0,12$ cm (tabel 1. ; lampiran 2.).

Rata-rata diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Basitrasin setelah penyinaran ultraviolet selama nol menit (tanpa penyinaran) sebesar $0,67 \pm 0,05$ cm, selama 15 menit sebesar $0,62 \pm 0,04$ cm, selama 20 menit sebesar $0,67 \pm 0,13$ cm dan selama 25 menit sebesar $0,69 \pm 0,09$ cm (tabel 1. ; lampiran 2.).

Rata-rata diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Tetrasiklin setelah penyinaran ultraviolet selama nol menit (tanpa penyinaran) sebesar $2,26 \pm 0,17$ cm, selama 15 menit sebesar $2,08 \pm 0,14$ cm, selama 20 menit sebesar $1,89 \pm 0,12$ cm dan selama 25 menit sebesar $2,03 \pm 0,13$ cm (tabel 1. ; lampiran 2.).

Rata-rata diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Eritromisin setelah penyinaran ultraviolet selama nol menit (tanpa penyinaran) sebesar $2,16 \pm 0,11$ cm, selama 15 menit sebesar $1,96 \pm 0,16$ cm, selama 20 menit sebesar $1,78 \pm 0,12$ cm dan selama 25 menit sebesar $1,96 \pm 0,16$ cm (tabel 1. ; lampiran 2.).

Rata-rata diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Novobiosin setelah penyinaran ultraviolet selama nol menit (tanpa penyinaran) sebesar $2,25 \pm 0,17$ cm, selama 15 menit sebesar $2,04 \pm 0,17$ cm, selama 20 menit sebesar $1,91 \pm 0,09$ cm dan selama 25 menit sebesar $1,96 \pm 0,13$ cm (tabel 1. ; lampiran 2.).

Tabel 1. Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan Staphylococcus aureus oleh Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin setelah Penyinaran Ultraviolet (cm)

Antibiotika	Lama Penyinaran Ultraviolet (menit)			
	0	15	20	25
Kloksasilin	$2,57 \pm 0,07$	$2,34 \pm 0,14$	$2,21 \pm 0,18$	$2,45 \pm 0,12$
Basitrasin	$0,67 \pm 0,05$	$0,62 \pm 0,04$	$0,67 \pm 0,13$	$0,69 \pm 0,09$
Tetrasiklin	$2,26 \pm 0,17$	$2,08 \pm 0,14$	$1,89 \pm 0,12$	$2,03 \pm 0,13$
Eritromisin	$2,16 \pm 0,11$	$1,96 \pm 0,16$	$1,78 \pm 0,12$	$1,96 \pm 0,16$
Novobiosin	$2,25 \pm 0,17$	$2,04 \pm 0,17$	$1,91 \pm 0,09$	$1,96 \pm 0,13$

Berdasarkan data hasil pengukuran diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin setelah penyinaran ultraviolet (lampiran 2.), selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan sidik ragam untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan sama yang hasilnya sebagai berikut:

Diantara perlakuan penyinaran ultraviolet terhadap diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Kloksasilin terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p \leq 0,01$). Penyinaran 20 menit menghasilkan diameter hambatan paling sempit yang berbeda nyata dengan penyinaran 0, 15 dan 25 menit. Penyinaran nol menit tidak berbeda nyata dengan penyinaran 15 dan 25 menit terhadap diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh kloksasilin (tabel 2. dan 3.).

Tabel 2. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Kloksasilin

S.K.	db	J.K.	K.T.	F _{hit.}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,70875	0,23625	13,31**	2,865	4,38
Sisa	36	0,63900	0,01775			
Total	39	1,34775				

Keterangan: ** = terdapat perbedaan sangat nyata, karena $F_{hit.} > F_{tabel} 0,01$

Tabel 3. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Kloksasilin setelah Penyinaran Ultraviolet berdasarkan uji BNT (cm)

Lama Penyinaran (menit)	Rata-rata (\bar{x})	Beda			BNT5%	BNT1%
		$\bar{x}-20$	$\bar{x}-15$	$\bar{x}-25$		
0	2,57 ^a	0,36**	0,23**	0,12	0,12	0,16
25	2,45 ^{ab}	0,24**	0,11			
15	2,34 ^b	0,13*				
20	2,21 ^c					

Keterangan:-notasi huruf yang sama pada kolom , rata-rata menunjukkan tidak ada beda nyata.
 -notasi ** = berbeda sangat nyata; beda > BNT1%
 * = berbeda nyata ; beda > BNT5%

Diantara perlakuan penyinaran ultraviolet terhadap diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Basitrasin tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$) (tabel 4.).

Tabel 4. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Basitrasin

S.K.	db	J.K.	K.T.	$F_{hit.}$	F_{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,02675	0,00890	1,297	2,865	4,38
Sisa	36	0,24700	0,00686			
Total	39	0,27375				

Diantara perlakuan penyinaran ultraviolet terhadap diameter hambatan pertumbuhan Staphylococcus aureus oleh Tetrasiklin terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p \leq 0,01$). Penyinaran selama 20 menit menghasilkan diameter hambatan paling sempit dan berbeda nyata dengan penyinaran selama 0, 15 dan 25 menit. Penyinaran nol menit berbeda sangat nyata dengan penyinaran selama 15 dan 25 menit. Penyinaran selama 15 menit tidak berbeda nyata dengan penyinaran selama 25 menit (tabel 5 dan tabel 6).

Tabel 5. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Tetrasiklin

S.K.	db	J.K.	K.T.	$F_{hit.}$	F_{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,701	0,2337	11,51**	2,865	4,38
Sisa	36	0,730	0,0203			
Total	39	1,431				

Keterangan: ** = terdapat perbedaan sangat nyata, karena $F_{hit.} > F_{tabel} 0,01$

Tabel 6. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Tetrasiklin setelah Penyinaran Ultraviolet berdasarkan uji BNT (cm)

Lama Penyinaran (menit)	Rata-rata (\bar{x})	Beda			BNT5%	BNT1%
		$\bar{x}-20$	$\bar{x}-25$	$\bar{x}-15$		
0	2,26 ^a	0,37**	0,23**	0,18**	0,13	0,17
15	2,08 ^b	0,19**	0,05			
25	2,03 ^b	0,14*				
20	1,89 ^c					

Keterangan: -notasi huruf yang sama pada kolom rata-rata menunjukkan tidak ada beda nyata.
 -notasi **=berbeda sangat nyata; beda > BNT1%
 * =berbeda nyata ; beda > BNT5%

Diantara perlakuan penyinaran ultraviolet terhadap diameter hambatan pertumbuhan Staphylococcus aureus oleh Eritromisin terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p \leq 0,01$). Penyinaran selama 20 menit menghasilkan diameter hambatan paling sempit dan berbeda sangat nyata dengan penyinaran selama 0, 15 dan 25 menit. Penyinaran selama nol menit berbeda sangat nyata dengan penyinaran selama 15 dan 25 menit. Penyinaran selama 15 menit tidak berbeda nyata dengan penyinaran selama 25 menit (tabel 7 dan tabel 8).

Tabel 7. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Eritromisin

S.K.	db	J.K.	K.T.	$F_{hit.}$	F_{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,723	0,2410	12,62**	2,865	4,38
Sisa	36	0,688	0,0191			
Total	39	1,411				

Keterangan: ** = terdapat perbedaan sangat nyata, karena $F_{hit} > F_{tabel}$ 0,01

Tabel 8. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Eritromisin setelah Penyinaran Ultraviolet berdasarkan uji BNT (cm)

Lama Penyinaran (menit)	Rata-rata (\bar{x})	Beda			BNT5%	BNT1%
		$\bar{x}-20$	$\bar{x}-25$	$\bar{x}-15$		
0	2,16 ^a	0,38**	0,2**	0,2**	0,125	0,168
15	1,96 ^b	0,18**	0			
25	1,96 ^b	0,18**				
20	1,78 ^c					

Keterangan: -notasi huruf yang sama pada kolom rata-rata menunjukkan tidak ada beda nyata.
-notasi ** = berbeda sangat nyata; beda $>$ BNT1%

Diantara perlakuan penyinaran ultraviolet terhadap diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Novobiosin terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p \leq 0,01$). Penyinaran nol menit berbeda sangat nyata dengan 15, 20 dan 25 menit. Penyinaran 15 menit tidak berbeda nyata dengan penyinaran 20 menit dan 25 menit (tabel 9 dan tabel 10).

Tabel 9. Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Novobiosin

S.K.	db	J.K.	K.T.	$F_{hit.}$	F_{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,674	0,2247	10,91**	2,865	4,38
Sisa	36	0,742	0,0206			
Total	39	1,416				

Keterangan: ** = terdapat perbedaan sangat nyata, karena $F_{hit} > F_{tabel} 0,01$

Tabel 10. Perbedaan Rata-Rata Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus oleh Novobiosin setelah Penyinaran Ultraviolet berdasarkan uji BNT (cm)

Lama Penyinaran (menit)	Rata-rata (\bar{x})	Beda			BNT5%	BNT1%
		$\bar{x}-20$	$\bar{x}-25$	$\bar{x}-15$		
0	2,25 ^a	0,34**	0,29**	0,21**	0,13	0,17
15	2,04 ^b	0,13	0,08			
25	1,96 ^b	0,05				
20	1,91 ^b					

Keterangan: -notasi huruf yang sama pada kolom rata-rata menunjukkan tidak ada beda nyata.
-notasi ** = berbeda sangat nyata; beda $>$ BNT1%

Berdasarkan skor keefektifan antibiotik yang telah ditentukan, Kloksasilin tetap tergolong efektif menghambat pertumbuhan S. aureus setelah penyinaran ultraviolet, Basitrasin tetap tidak efektif, Tetrasiklin dan Eritromisin tetap sangat efektif dan Novobiosin berubah keefektifannya dari sangat efektif menjadi efektif setelah penyinaran ultraviolet selama 15, 20 dan 25 menit. (tabel 11.).

Tabel 11. Skor Keefektifan Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin terhadap rata-rata diameter hambatan pertumbuhan S. aureus setelah penyinaran ultraviolet

Antibiotika	Lama Penyinaran Ultraviolet (menit)			
	0	15	20	25
Kloksasilin	+1	+1	+1	+1
Basitrasin	o	o	o	o
Tetrasiklin	+2	+2	+2	+2
Eritromisin	+2	+2	+2	+2
Novobiosin	+2	+1	+1	+1

Keterangan: o = antibiotik tergolong tidak efektif.
 +1 = antibiotik tergolong efektif.
 +2 = antibiotik tergolong sangat efektif.

BAB V

PEMBAHASAN

Perubahan kepekaan kuman dapat ditunjukkan dengan perubahan diameter hambatan pertumbuhan kuman terhadap antibiotika tertentu. Perubahan kepekaan ini cenderung ke arah resisten dan terjadi saat kuman mengadakan multiplikasi.

Jawetz et al. (1984) menyatakan bahwa mekanisme yang berhubungan dengan perubahan kepekaan kuman oleh antibiotik dapat meliputi: 1. kuman mensintesis enzim perusak antibiotik, 2. kuman mengembangkan sasaran struktural yang telah berubah terhadap antibiotik tertentu, 3. kuman membentuk enzim yang telah mengalami perubahan afinitas tetapi fungsi metabolik kuman tetap normal, 4. kuman membentuk struktur ribosom baru yang tidak dapat dicapai obat. Gan (1987) menunjukkan bahwa suatu kuman yang mengalami perubahan kepekaan terhadap antibiotik dapat melibatkan satu atau beberapa mekanisme di atas.

Berdasarkan hasil analisis data, terdapat penyempitan diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Kloksasilin setelah penyinaran ultraviolet selama 15 menit dan diameter paling sempit dicapai setelah penyinaran selama 20 menit, yaitu sebesar $2,21 \pm 0,18$ cm (tabel 1 dan 3). Penyempitan ini menunjukkan adanya kecenderungan terjadi resistensi, walaupun secara skor kloksasilin masih tetap efektif (tabel 11). Resistensi terhadap kloksasilin dapat disebabkan karena penurunan kemampuan afinitas protein pengikat pada

kloksasilin dan meningkat dalam beta laktamase (Jawetz et al., 1984). Penyinaran selama 25 menit menunjukkan adanya perluasan kembali diameter hambatan pertumbuhan S. aureus dibandingkan hasil penyinaran selama 20 menit (tabel 1.). Hal ini disebabkan S. aureus setelah penyinaran selama 25 menit (0,5 MRAD) mulai mengalami kematian sel , karena proses pasteurisasi (Lawrie, 1979).

Hasil penyinaran ultraviolet selama 0, 15, 20 dan 25 menit terhadap diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Basitrasin tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata diantara perlakuan dan basitrasin tetap tidak efektif terhadap S. aureus setelah penyinaran (tabel 4 dan 11). Resistensi ini dapat disebabkan karena kuman telah membentuk struktur ribosom baru dengan afinitas protein ribosom yang menurun, sehingga tidak dapat dicapai basitrasin (Jawetz et al., 1984).

Berdasarkan hasil analisis data, terdapat penyempitan diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Tetrásiklin setelah penyinaran ultraviolet selama 15 menit dan diameter paling sempit dicapai setelah penyinaran selama 20 menit, yaitu sebesar $1,89 \pm 0,12$ cm (tabel 1 dan 6). Penyempitan ini menunjukkan adanya kecenderungan terjadi resistensi kuman, walaupun secara skor tetrasiklin tetap sangat efektif (tabel 11). Resistensi terhadap tetrasiklin dapat disebabkan kuman mampu menghancurkan (inaktivasi)

k

tetrasiklin serta menurunnya permeabilitas dinding sel kuman terhadap tetrasiklin (Gan, 1987). Penyinaran selama 25 menit menunjukkan adanya perluasan kembali diameter hambatan pertumbuhan S. aureus dibandingkan hasil penyinaran selama 20 menit (tabel 1). Hal ini disebabkan S. aureus setelah penyinaran selama 25 menit (0,5 MRAD) mulai mengalami kematian sel, karena proses pasteurisasi (Lawrie, 1979).

Hasil penyinaran ultraviolet ke kuman S. aureus selama 15 menit juga menunjukkan penyempitan diameter hambatan oleh Eritromisin dan diameter paling sempit dicapai setelah penyinaran selama 20 menit, yaitu sebesar $1,78 \pm 0,12$ cm (tabel 1 dan 8). Penyempitan ini menunjukkan adanya kecenderungan terjadi resistensi kuman, walaupun secara skor eritromisin tetap sangat efektif (tabel 11). Resistensi terhadap eritromisin dapat disebabkan kuman mengalami perubahan struktural (metilasi) dari 23 S ribosom, sehingga terjadi penurunan afinitas protein ribosom (Jawetz et al., 1984). Penyinaran selama 25 menit juga menunjukkan adanya perluasan kembali diameter hambatan pertumbuhan S. aureus dibandingkan hasil penyinaran selama 20 menit (tabel 1). Hal ini disebabkan S. aureus setelah penyinaran selama 25 menit (0,5 MRAD) mulai mengalami kematian sel, karena proses pasteurisasi (Lawrie, 1979).

k

Berdasarkan hasil analisis data, terdapat penyempitan diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh Novobiosin setelah penyinaran ultraviolet selama 15, 20 dan 25 menit (tabel 1 dan 10) dan secara skor terdapat perubahan keefektifan novobiosin dari sangat efektif menjadi efektif setelah penyinaran (tabel 11). Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan terjadi resistensi kuman. Resistensi terhadap novobiosin terjadi karena adanya penurunan afinitas DNA gyrase, sehingga penghambatan DNA gyrase oleh novobiosin tidak dapat berjalan sempurna (Jawetz et al., 1984).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang " Pengaruh Penyinaran ultraviolet terhadap Kepekaan kuman Staphylococcus aureus oleh Beberapa Antibiotika " dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh kloksasilin, tetrasiklin, eritromisin dan novobiösin paling sempit terjadi pada penyinaran ultraviolet selama 20 menit atau setara dosis radiasi 0,4 MRAD.
2. Penanganan S. aureus setelah disinari ultraviolet selama 15, 20 dan 25 menit, antibiotik yang tergolong sangat efektif: tetrasiklin dan eritromisin, yang tergolong efektif: kloksasilin dan novobiosin, dan yang tergolong tidak efektif; basitrasin.
3. Secara skor, tetrasiklin dan eritromisin tetap sangat efektif, kloksasilin tetap efektif dan basitrasin tetap tidak efektif, sedangkan novobiosin berubah dari sangat efektif menjadi efektif terhadap S. aureus yang diradiasi ultraviolet selama 15, 20 dan 25 menit..
4. Penyinaran ultraviolet selama 25 menit (0,5MRAD) mulai terjadi kematian S. aureus yang menyebabkan diameter hambatannya lebih luas dibandingkan penyinaran selama 20 menit terhadap kloksasilin, tetrasiklin, eritromisin dan novobiosin.

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan di atas dapat disarankan sebagai berikut :

1. Penggunaan preparat Tetrasiklin atau eritromisin untuk menghambat pertumbuhan S. aureus baik yang tidak diradiasi maupun yang diradiasi 0,3; 0,4, atau 0,5 MRAD.
2. Dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh radiasi ultraviolet atau sumber radiasi lainnya pada dosis tertentu ke kuman S. aureus, seperti ketahanan kuman terhadap panas, bahan kimiawi atau susunan asam amino kuman.
3. Dilakukan penelitian lanjutan tentang perubahan kepekaan kuman lainnya yang diradiasi ultraviolet atau sumber radiasi lainnya terhadap efektifitas antibiotik tertentu.
4. Dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kuman Staphylococcus aureus setelah penyinaran ultraviolet, khususnya yang berhubungan dengan mekanisme perubahan kepekaan kuman terhadap antibiotik.

BAB VII

RINGKASAN

RUDDYANTO SUHARGO. Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap Kepekaan Kuman Staphylococcus aureus oleh beberapa Antibiotika (di bawah bimbingan DIDIK, H. sebagai pembimbing pertama dan I. D. K. MELES sebagai pembimbing kedua).

Staphylococcus aureus merupakan kuman gram positif yang ganas baik bagi manusia maupun ternak dan banyak terdapat di lingkungan. Di sisi lain kondisi lingkungan telah tercemar radiasi ultraviolet yang intensitasnya terus meningkat tiap tahunnya, karena penipisan lapisan ozon bumi. Radiasi ultraviolet dapat terserap sel kuman dan dapat mempengaruhi kondisi S. aureus untuk bermultiplikasi ke pembentuk mutan baru. Dikhawatirkan hal ini dapat mengakibatkan penurunan kepekaan S. aureus terhadap antibiotika yang efektif menghambat pertumbuhan S. aureus. Hal ini mendorong dilakukannya penelitian tentang pengaruh penyinaran ultraviolet terhadap kepekaan kuman Staphylococcus aureus oleh beberapa antibiotika.

Tujuan penelitian adalah mengetahui dosis radiasi ultraviolet yang dapat mempengaruhi kepekaan S. aureus oleh antibiotik tertentu dan mengetahui antibiotik yang masih efektif menghambat pertumbuhan S. aureus yang diradiasi ultraviolet.

Cara penelitian. Setelah dilakukan penelitian pendahuluan ditetapkan waktu penyinaran 0, 15, 20 dan 25 menit sebagai perlakuan. Setiap perlakuan diulang sepuluh kali dan penyinaran ultraviolet dilakukan secara langsung ke kuman biakan murni umur 24 jam dengan jarak dari sumber radiasi 50 cm dan luas penampang penyinaran 4500 cm^2 , Kemudian dilakukan uji efektifitas antibiotik dengan cakram kertas baku yang berisi kloksasilin, basitrasin, E-ritromisin, tetrasiklin dan novobiosin. Data diameter hambatan yang diperoleh tiap antibiotik dianalisa dengan Sidik Ragam Rancangan Acak Lengkap ulangan sama dan bila terdapat perbedaan diantara perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil. Selanjutnya dibuat skor untuk melihat efektifitas masing-masing antibiotik tiap perlakuan penyinaran.

Hasil yang menonjol adalah diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh kloksasilin, tetrasiklin, eritromisin dan novobiosin paling sempit pada penyinaran selama 20 menit (0,4 MRAD) dan basitrasin tidak efektif untuk menghambat pertumbuhan S. aureus yang disinari ultraviolet maupun tanpa diradiasi. Penyinaran selama 25 menit menyebabkan perluasan diameter hambatan dibandingkan penyinaran 20 menit, karena mulai terjadi kematian kuman.

Penyempitan diameter hambatan pertumbuhan S. aureus oleh kloksasilin, tetrasiklin, eritromisin dan novobiosin setelah penyinaran ultraviolet, serta tidak efektifnya basitrasin menunjukkan ada kecenderungan terjadi resistensi.

Akhirnya penulis menyarankan penggunaan tetrasiklin atau eritromisin untuk menghambat pertumbuhan S. aureus, setelah mendapat radiasi sebesar 0,3; 0,4 dan 0,5 MRAD. Juga disarankan dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh radiasi ultraviolet atau sumber radiasi lainnya ke kuman S. aureus atau kuman lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, E., L. B. M. Ellis and L. E. Williams. 1988. Ilmu Biofisika. Airlangga University Press. Surabaya. 5-9, 242-244 dan 273-286.
- Adkins, J. R. B. and W. E. Allen. 1982. Photoreactivation of Ultraviolet Irradiation Damage in *Staphylococcus aureus*. J. Gen. App. Microbiol. The Microbiology Research Foundation. Tokyo. 101-110.
- Alonso, M. and E. J. Finn. 1982. Physics. Addison-Wesley Publishing Company. USA. 558-578.
- Anonimus. 1960. Standardization of Methods for Conducting Microbic Sensitivity Test. 2 nd. Report of The Expert Commit. on Antibiotics. Geneva. 3-24.
- Anonimus. 1979. Environment Health Criteria 14. Ultraviolet Radiation. World Health Organization. Geneva. 26-33, 56-58 dan 91-92.
- Anonimus. 1980. Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia Yang Disempurnakan. PN Balai Pustaka. Jakarta.
- Anonimus. 1982. Pedoman Pengendalian Penyakit Hewan Menular. Jilid IV. Direktorat Kesehatan Hewan, Dirjen. Pet. Deptan. Jakarta. 47-53.
- Anonimus. 1989^a. Atomos Mengabdikan Kemanusiaan. BATAN. Tahun IV/1/Januari. Jakarta.
- Anonimus. 1989^b. Bencana Tak Terelakkan Lagi. Surabaya Post, April. 19=9.
- Anonimus. 1989^c. Environmental Effects Panel Report. August, Nairobi. Kenya.
- Anonimus. 1990. Saving The Ozone Layer. The Swedish Society for The Conservation of Nature and Annika-Nilson. Sweeden. 8-10.
- Barry, A. L. 1980. Procedures for Testing Antibiotics in Agar Media. J. Theor. Consid. in Lab. Med. USA. 1-24.
- Bauer, A. W., W. M. M. Kirby, J. C. Sherris and M. Turck. 1966. Antibiotic Susceptibility Testing by A Standardized Single Disk Method. Am. J. Clin. Path. 493-496.

- Craig, C. R. 1982. Modern Pharmacology. 2 nd.Ed. Little Brown and Company. Boston/Toronto. 654-700.
- Daykin, P. W. 1960. Veterinary Applied Pharmacology and Therapeutics. Bailliere Tindall and Cox. London. 453-486.
- Elander, R. P., C. J. Corum, H. Devalaria and R. M. Wilgus. 1976. Ultraviolet Mutagenesis and Cephalosporin Synthesis in Strains of Cephalosporium acromonium. Proc. II. Int. Symp. Genet. Ind. Microorganism. Academic Press. London.
- Fraser, C. M. 1986. The Merck Veterinary Manual. 6 th. Ed. Merck and CO. Inc. Rahway N. J. USA. 670, 993 and 1296.
- Freeman, B. A. 1985. Textbook of Microbiology. 22 nd. Ed. W. B. Saunder Company. Tokyo. 133, 174-175.
- Gan, S. 1987. Farmakologi dan Terapi. Edisi III. Bagian Farmakologi FKUI. Jakarta. 588-592.
- Hadioetomo, R. S. 1985. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek . Tehnik dan Prosedure Dasar Laboratorium. P. T. Gramedia. Jakarta.
- Halliday, D. and R. Resnick. 1986. Fisika Ed. III. Jilid 2. Erlangga Press. Jakarta. 537-564.
- Harrington, E. L. 1952. General College Physic. 4 th.Ed. D. van Nostrand Company, Inc. New York. 403-405.
- Hugo, W. B. and A. D. Russell. 1987. Pharmaceutical Microbiology. 4 th.Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London. 29 and 203-220.
- Jacques, F. A. 1980. The Disc Susceptibility Test. Antibiotic in Laboratory Medicine. USA. 24-55.
- Jawetz, F. A. J. L. Melnick and E. A. Adelberg. 1984. Review of Medical Microbiology. 16 th. Ed. Lange Medical Publications. Drawers, L. Los Altos, California. 48-53 and 147-150.
- Ketchum, P. A. 1988. Microbiology Concepts and Applications. John Wiley and Sons Inc. New York. 218-225 and 506-507.
- Kusriningrum, R. 1989. Dasar Perancangan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. 56-64 dan 92-97.

- Langlykke, A. F. and R. G. Benedict. 1947. Annual Review of Microbiology. 193.
- Lawrie, R. A. 1979. Meat Science. 3 rd. Ed. Pergamon Press, Ltd. England. 197-199 and 284-285.
- Lovelock, J. E. 1988. A New Look at Life on Earth. Oxford University Press. English. 63-83.
- Maat, S. 1981. Sterilisasi. Bagian Vaksin Penyakit Mulut dan Kuku. Pusvetma. Surabaya.
- Martindale. 1989. The Extra Pharmacopoeia. 29 th. Ed. The Pharmaceutical Press. London. 94-95, 107-109, 128-129, 202-203, 222-224, 276 and 313-317.
- Moehario, L. H. 1986. Aspek Genetik Resistensi Kuman. J. Ikatan Ahli Mikrobiologi Klinik Indonesia. vol. 1. Mikrobiologi Klinik Indonesia. Jakarta.
- Nester, E. W., B. J. Mc. Carthy, C. R. Evans and N. N. Pearsall. 1973. Microbiology, Molecules, Microbes and Man. Hold, Rinehart and Winston Inc. USA. 181-193 and 586-587.
- Nilson, A. 1990. The Swedish Environmental Protection Agency. Falths, A. B. Varnamo. Sweden.
- Odum, E. P. 1983. Basic Ecology. Saunders Collage Publishing. Holt Saunders International Ed. The Dryden Press. Japan. 86-98 and 241-244.
- Pelczar, M. J. and E. C. S. Chan. 1988. Element of Microbiology. Mc. Graw Hill Book Company. UI Press. Jakarta. 472-540.
- Poerwadarminta, W. J. S. 1982. Kamus Umum Bahasa Indonesia. Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. Dep. P dan K. Balai Pustaka PN. Jakarta.
- Reifsnyder, W. E. and H. W. Lull. 1965. Radiant Energy in Relation to Forest. Tech. Bull. No. 1344. Washington D. C., US Dept. of Agriculture, Forest Service. 111.
- Sastrohamidjojo, H. 1985. Spektroskopi. Liberty. Yogyakarta. 1-11.
- Slamet, R. A. L. 1981. Ecology. Ilmu Lingkungan Dasar-Dasar dan Pengertiannya. Usaha Nasional. Surabaya. 46-60.

- Stewart, F. S. and T. S. L. Beswick. 1979. Bacteriology, Virology and Immunity. 10 th. Ed. The Whitefriars Press Ltd. London and Tonbrige. III:204-210. ✓
- Sudjana. 1982. Metoda Statistika. Ed. I. Tarsito. Bandung. 91-93.
- Sutrisno. 1989. Fisika Dasar. Seri Fisika 4. ITB Press . Bandung. 35-55.
- Volk, W. A. and M. F. Wheeler. 1988. Basic Microbiology. 5 th. Ed. Harper and Row Publisher Inc. 117-122, 208-215 and 247-265. ✓
- Wilson and Gisvold. 1982. Textbook of Organic Medical and Pharmaceutical Chemistry. 8 th. Ed. Harper and Row Publisher Inc. J. B. Lippincott Company. USA. 231-300. ✓

L A M P I R A N

Lampiran 1. Perhitungan Dosis Radiasi Ultraviolet

Dosis Radiasi = Intensitas cahaya dikalikan waktu penyinaran.

Intensitas radiasi ultraviolet = Daya lampu ultraviolet dibagi luas permukaan penyinaran.

Penyetaraan :

$$1 \text{ mikrowatt-detik} = 10 \text{ erg}$$

$$1 \text{ RAD} = 100 \text{ erg}$$

$$1 \text{ MRAD} = 10^6 \text{ RAD}$$

$$1 \text{ watt} = 10^6 \text{ mikrowatt}$$

$$1 \text{ menit} = 60 \text{ detik}$$

Keterangan : MRAD = Mega Radiation Absorption Dose

Contoh : Perlakuan penyinaran 15 menit = 900 detik

$$\text{Luas permukaan penyinaran} = 4500 \text{ cm}^2$$

$$\text{Daya lampu ultraviolet} = 15 \times 10^6 \text{ mikrowatt}$$

$$\text{Dosis : } \frac{15 \times 10^6 \times 900}{4500} = 3 \times 10^6 \text{ mikrowatt-detik/detik}$$

$$= 3 \times 10^7 \text{ erg}$$

$$= 3 \times 10^5 \text{ RAD}$$

$$= 0,3 \text{ MRAD}$$

Dengan cara yang sama diperoleh :

- Dosis perlakuan penyinaran 20 menit = 0,4 MRAD

- Dosis perlakuan penyinaran 25 menit = 0,5 MRAD

Lampiran 2. Hasil Pengukuran Diameter Hambatan Pertumbuhan S. aureus setelah Penyinaran Ultraviolet pada Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasi-
klin, Eritromisin dan Novobiosin (cm)

Antibiotika	Nomor urut	Lama Penyinaran (menit)			
		0	15	20	25
KLOKSASILIN	1	2,7	2,0	2,0	2,2
	2	2,6	2,3	2,3	2,4
	3	2,6	2,4	2,3	2,4
	4	2,6	2,4	2,0	2,5
	5	2,6	2,4	2,0	2,4
	6	2,6	2,4	2,4	2,5
	7	2,5	2,4	2,3	2,4
	8	2,5	2,3	2,0	2,6
	9	2,5	2,3	2,4	2,6
	10	2,5	2,5	2,4	2,5
Jumlah		25,7	23,4	22,1	24,5
Rata-Rata		2,57	2,34	2,21	2,45
Simpangan Baku		0,07	0,14	0,18	0,12
BASITRASIN	1	0,7	0,6	0,6	0,7
	2	0,7	0,6	0,6	0,6
	3	0,6	0,6	0,6	0,7
	4	0,6	0,6	0,6	0,7
	5	0,7	0,7	0,9	0,7
	6	0,7	0,6	0,7	0,7
	7	0,6	0,6	0,6	0,6
	8	0,7	0,6	0,6	0,7
	9	0,7	0,7	0,9	0,9
	10	0,7	0,6	0,6	0,6
Jumlah		6,7	6,2	6,7	6,9
Rata-Rata		0,67	0,62	0,67	0,69
Simpangan Baku		0,05	0,04	0,13	0,09

Lanjutan Lampiran 2.

Antibiotika	Nomor urut	Lama Penyinaran (menit)			
		0	15	20	25
TETRASIKLIN	1	2,5	2,2	2,0	2,1
	2	2,3	2,2	2,0	2,1
	3	2,4	2,1	1,9	2,2
	4	2,4	2,3	1,9	1,9
	5	2,1	1,8	1,7	1,9
	6	2,0	2,0	1,9	2,0
	7	2,1	2,1	2,0	2,2
	8	2,3	2,1	1,8	2,0
	9	2,1	2,0	1,7	1,8
	10	2,4	2,0	2,0	2,1
Jumlah		22,6	20,8	18,9	20,3
Rata-Rata		2,26	2,08	1,89	2,03
Simpangan Baku		0,17	0,14	0,12	0,13
ERITROMISIN	1	2,0	1,7	1,6	1,6
	2	2,1	1,8	1,7	2,0
	3	2,3	2,1	1,8	2,0
	4	2,1	2,0	1,7	1,8
	5	2,3	2,0	1,7	1,9
	6	2,3	2,2	2,0	2,1
	7	2,2	1,9	1,8	2,0
	8	2,1	1,8	1,7	2,1
	9	2,1	2,0	1,9	2,0
	10	2,1	2,1	1,9	2,1
Jumlah		21,6	19,6	17,8	19,6
Rata-Rata		2,16	1,96	1,78	1,96
Simpangan Baku		0,11	0,16	0,12	0,16

Lanjutan Lampiran 2.

Antibiotika	Nomor urut	Lama Penyinaran (menit)			
		0	15	20	25
NOVOBIOSIN	1	2,6	2,3	2,1	2,1
	2	2,2	2,0	1,9	2,0
	3	2,3	2,2	1,8	2,0
	4	2,2	1,8	2,0	1,8
	5	2,3	1,8	1,8	1,9
	6	2,0	1,9	1,9	1,8
	7	2,1	2,2	1,9	2,2
	8	2,4	2,1	2,0	1,9
	9	2,2	2,1	1,8	1,9
	10	2,2	2,0	1,9	2,0
Jumlah		22,5	20,4	19,1	19,6
Rata-Rata		2,25	2,04	1,91	1,96
Simpangan Baku		0,17	0,17	0,09	0,13

Keterangan : Rumus Simpangan Baku

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

s = Simpangan Baku

x_i = Hasil pengukuran ke-i

\bar{x} = Nilai tengah

n = banyak anggota (ulangan)

Lampiran 3. Rumus-Rumus Yang Digunakan untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ulangan Sama

$$FK = \frac{1}{txn} \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n y_{ij}^2$$

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - FK \quad \text{db Total} = txn - 1$$

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{y_i^2}{n} - FK \quad \text{db Perlakuan} = t-1$$

$$JKS = JKT - JKP \quad \text{db Sisa} = tx(n-1)$$

$$KTP = \frac{JKP}{t-1}$$

$$KTS = \frac{JKS}{tx(n-1)}$$

$$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTS}$$

Keterangan: t = banyak perlakuan

n = banyak ulangan

db = derajat bebas

FK = faktor koreksi

y_{ij} = hasil pengukuran pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

JKT = jumlah kuadrat total

JKP = jumlah kuadrat perlakuan

JKS = jumlah kuadrat sisa

KTP = kuadrat tengah perlakuan

KTS = kuadrat tengah sisa

Lampiran 4. Perhitungan Sidik Ragam Pengaruh Penyinaran Ultraviolet terhadap diameter hambatan pertumbuhan S. aureus pada Kloksasilin, Basitrasin, Tetrasiklin, Eritromisin dan Novobiosin

$$\begin{array}{l} \text{db Perlakuan} = 4-1 = 3 \\ \text{db Sisa} = 4 \times (10-1) = 36 \\ \text{db Total} = (4 \times 10) - 1 = 39 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{db Perlakuan} \\ \text{db Sisa} \\ \text{db Total} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} F_{\text{tabel } 0,05} = 2,865 \\ F_{\text{tabel } 0,01} = 4,38 \end{array}$$

Pada KLOKSASILIN :

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{95,7^2}{4 \times 10} = 228,96225 \\ \text{JKT} &= 2,7^2 + 2,6^2 + \dots + 2,5^2 - \text{FK} = 1,34775 \\ \text{JKP} &= \frac{25,7^2 + 23,4^2 + 22,1^2 + 24,5^2}{10} - \text{FK} = 0,70875 \\ \text{JKS} &= 1,34775 - 0,70875 = 0,63900 \\ \text{KTP} &= \frac{0,70875}{3} = 0,23625 \\ \text{KTS} &= \frac{0,63900}{36} = 0,01775 \\ F_{\text{hitung}} &= \frac{0,23625}{0,01775} = 13,3099 \text{ dibulatkan } 13,31 \end{aligned}$$

Pada BASITRASIN :

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{26,5^2}{4 \times 10} = 17,55625 \\ \text{JKT} &= 0,7^2 + 0,7^2 + \dots + 0,6^2 - \text{FK} = 0,27375 \\ \text{JKP} &= \frac{6,7^2 + 6,2^2 + 6,7^2 + 6,9^2}{10} - \text{FK} = 0,02675 \\ \text{JKS} &= 0,27375 - 0,02675 = 0,24700 \end{aligned}$$

Lanjutan Lampiran 4.

$$KTP = \frac{0,02675}{3} = 0,00890$$

$$KTS = \frac{0,24700}{36} = 0,00686$$

$$F_{hitung} = \frac{0,00890}{0,00686} = 1,2974 \text{ dibulatkan } 1,297$$

Pada TETRASIKLIN :

$$FK = \frac{82,6^2}{4 \times 10} = 170,569$$

$$JKT = 2,5^2 + 2,3^2 + \dots + 2,1^2 - FK = 1,431$$

$$JKP = \frac{22,6^2 + 20,8^2 + 18,9^2 + 20,3^2}{10} - FK = 0,701$$

$$JKS = 1,431 - 0,701 = 0,730$$

$$KTP = \frac{0,701}{3} = 0,2337$$

$$KTS = \frac{0,730}{36} = 0,0203$$

$$F_{hitung} = \frac{0,2337}{0,0203} = 11,5123 \text{ dibulatkan } 11,51$$

Pada ERITROMISIN :

$$FK = \frac{78,6^2}{4 \times 10} = 154,449$$

$$JKT = 2,0^2 + 2,1^2 + \dots + 2,1^2 - FK = 1,411$$

$$JKP = \frac{21,6^2 + 19,6^2 + 17,8^2 + 19,6^2}{10} - FK = 0,723$$

$$JKS = 1,411 - 0,723 = 0,688$$

Lanjutan Lampiran 4.

$$KTP = \frac{0,723}{3} = 0,2410$$

$$KTS = \frac{0,688}{36} = 0,0191$$

$$F_{hitung} = \frac{0,2410}{0,0191} = 12,6178 \text{ dibulatkan } 12,62$$

Pada NOVOBIOSIN :

$$FK = \frac{81,6^2}{4 \times 10} = 166,464$$

$$JKT = 2,6^2 + 2,2^2 + \dots + 2,0^2 - FK = 1,416$$

$$JKP = \frac{22,5^2 + 20,4^2 + 19,1^2 + 19,6^2}{10} - FK = 0,674$$

$$JKS = 1,416 - 0,674 = 0,742$$

$$KTP = \frac{0,674}{3} = 0,2247$$

$$KTS = \frac{0,742}{36} = 0,0206$$

$$F_{hitung} = \frac{0,2247}{0,0206} = 10,9078 \text{ dibulatkan } 10,91$$

Lampiran 5. Perhitungan Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{Rumus : BNT (5\%)} = t_{5\%} (\text{db sisa}) \times \sqrt{\frac{2 \times \text{KTS}}{n}}$$

$$\text{BNT (1\%)} = t_{1\%} (\text{db sisa}) \times \sqrt{\frac{2 \times \text{KTS}}{n}}$$

Keterangan: BNT (5%) = Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 0,05

BNT (1%) = Beda Nyata Terkecil pada taraf sangat nyata 0,01

$t_{5\%}$ = titik kritis sebaran t pada taraf nyata 0,05 dan derajat bebas sisa

$t_{1\%}$ = titik kritis sebaran t pada taraf sangat nyata 0,01 dan derajat bebas sisa

KTS = Kuadrat Tengah Sisa

n = banyak pengamatan (ulangan)

Contoh pada KLOKSASILIN :

$$\begin{aligned} \text{BNT (5\%)} &= 2,028 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,01775}{10}} \\ &= 0,12082824 \text{ dibulatkan } 0,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT (1\%)} &= 2,720 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,01775}{10}} \\ &= 0,16206270 \text{ dibulatkan } 0,16 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama diperoleh :

Pada TETRASIKLIN : BNT (5%) = 0,13 BNT (1%) = 0,17

Pada ERITROMISIN : BNT (5%) = 0,125 BNT (1%) = 0,168

Pada NOVOBIOSIN : BNT (5%) = 0,13 BNT (1%) = 0,17

Lampiran 6. Komposisi Media Baird-Parker Agar (BP)

Media yang digunakan tipe CM 275 buatan Oxoid, England.

Formula (per liter) :

Tryptone (Oxoid L42)	10,0 g
Lab-Lemco Powder (Oxoid L29)	5,0 g
Yeast Extract (Oxoid L21)	1,0 g
Sodium pyruvate	10,0 g
Glycine	12,0 g
Lithium Chloride	5,0 g
Agar No. 3 (Oxoid L13)	20,0 g

pH akhir $7,2 \pm 0,2$ suhu 25°C

Sterilisasi dengan autoclave 121°C selama 15 menit, setelah suhu turun sampai 50°C ditambahkan 50 ml Egg Yolk-Tellurite Emulsion (SR 54).

Lampiran 7.

D A F T A R : F

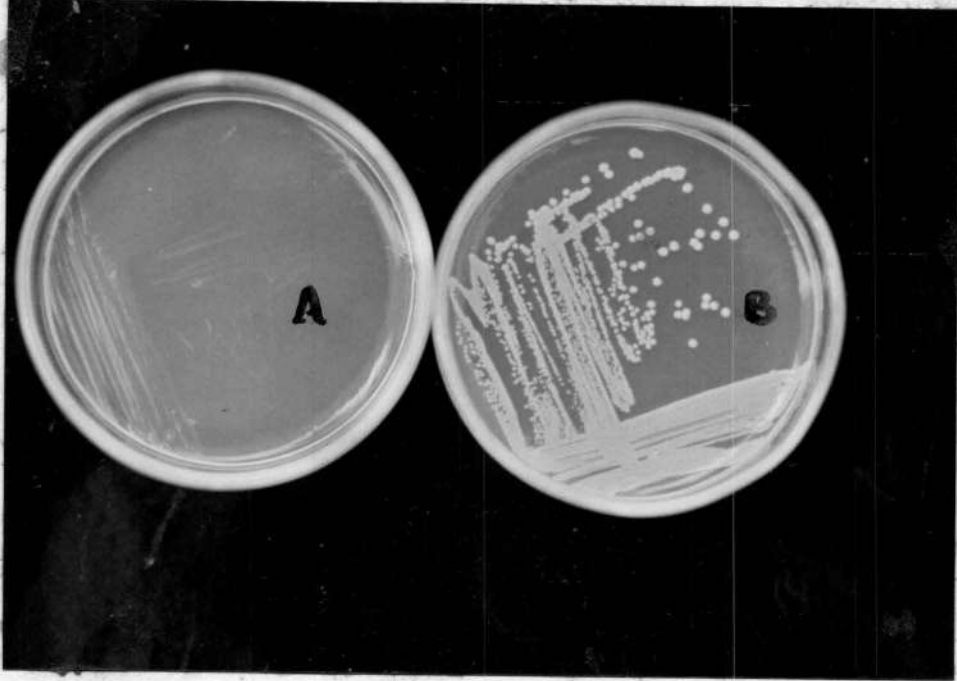
Dorajat bebas galat	D e r a j a t b e b a s p e r i a k u a n							
	1		2		3		4	
	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
1	161	4.052	200	4.999	216	5.403	225	5.625
2	18.51	98.49	19.00	99.01	19.16	99.17	19.25	99.25
3	10.13	34.12	9.55	30.81	9.28	29.46	9.12	28.71
4	7.71	21.20	6.94	18.00	6.59	16.69	6.39	15.98
5	6.61	16.26	5.79	13.27	5.41	12.06	5.19	11.39
6	5.99	13.74	5.14	10.92	4.76	9.78	4.53	9.15
7	5.59	12.25	5.74	9.55	4.35	8.45	4.12	7.85
8	5.32	11.26	4.46	8.65	4.07	7.59	3.84	7.01
9	5.12	10.56	4.26	8.02	3.86	6.99	3.63	6.42
10	4.96	10.04	4.10	7.56	3.71	6.55	3.48	5.99
11	4.84	9.65	3.98	7.20	3.59	6.22	3.36	5.67
12	4.75	9.33	3.88	6.93	3.49	5.95	3.26	5.41
13	4.67	9.07	3.80	6.70	3.41	5.74	3.18	5.20
14	4.60	8.86	3.74	6.51	3.34	5.56	3.11	5.03
15	4.54	8.68	3.68	6.36	3.29	5.42	3.06	4.89
16	4.49	8.53	3.63	6.23	3.24	5.29	3.01	4.77
17	4.45	8.80	3.59	6.11	3.20	5.18	2.96	4.67
18	4.41	8.28	3.55	6.01	3.16	5.09	2.93	4.58
19	4.38	8.18	3.52	5.93	3.13	5.01	2.90	4.50
20	4.35	8.10	3.49	5.85	3.10	4.94	2.87	4.43
21	4.32	8.02	3.47	5.78	3.07	4.87	2.84	4.37
22	4.30	7.94	3.44	5.72	3.05	4.82	2.82	4.31
23	4.28	7.88	3.42	5.66	3.03	4.76	2.80	4.26
24	4.26	7.82	3.44	5.61	3.01	4.72	2.78	4.22
25	4.24	7.77	3.38	5.57	2.99	4.68	2.76	4.18
26	4.22	7.72	3.37	5.55	2.98	4.64	2.74	4.14
27	4.21	7.68	3.35	5.49	2.96	4.60	2.73	4.11
28	4.20	7.64	3.34	5.45	2.95	4.57	2.71	4.07
29	4.18	7.60	3.33	5.42	2.93	4.54	2.70	4.04
30	4.17	7.56	3.32	5.39	2.92	4.51	2.69	4.02
32	4.15	7.50	3.30	5.34	2.90	4.46	2.67	3.97
34	4.13	7.44	3.28	5.29	2.88	4.42	2.65	3.93
38	4.10	7.35	3.25	5.21	2.85	4.34	2.62	3.86
42	4.07	7.27	3.22	5.15	2.83	4.29	2.59	3.80
46	4.05	7.21	3.20	5.10	2.81	4.24	2.57	3.76
50	4.03	7.17	3.18	5.06	2.79	4.20	2.56	3.72
60	4.00	7.08	3.15	4.98	2.76	4.13	2.52	3.65
80	3.96	6.96	3.11	4.88	2.72	4.04	2.48	3.56
100	3.94	6.90	3.09	4.82	2.70	3.98	2.46	3.51
200	3.89	6.76	3.04	4.71	2.65	3.88	2.41	3.41
1000	3.85	6.66	3.00	4.62	2.61	3.80	2.38	3.34
∞	3.84	6.64	2.99	4.60	2.60	3.78	2.37	3.32

Lampiran 8.

D A F T A R : t

derajat bebas	t		derajat bebas	t		derajat bebas	t	
	95%	99%		95%	99%		95%	99%
1	12.706	63.657	23	2.069	2.087	56	2.003	2.667
2	4.303	9.925	24	2.064	2.797	58	2.001	2.663
3	3.182	5.841	25	2.060	2.787	60	2.000	2.660
4	2.776	4.604	26	2.056	2.779	62	1.999	2.658
5	2.571	4.032	27	2.052	2.771	64	1.998	2.655
6	2.447	3.707	28	2.048	2.763	65	1.997	2.653
7	2.365	3.449	29	2.045	2.756	66	1.996	2.652
8	2.306	3.355	30	2.042	2.750	68	1.995	2.650
9	2.262	3.250	32	2.037	2.738	70	1.994	2.648
10	2.228	3.169	34	2.032	2.728	72	1.993	2.646
11	2.201	3.106	35	2.030	2.724	74	1.992	2.644
12	2.179	3.055	36	2.028	2.720	75	1.992	2.642
13	2.160	3.012	38	2.024	2.712	78	1.990	2.640
14	2.145	2.977	40	2.021	2.704	80	1.989	2.639
15	2.131	2.947	42	2.018	2.696	82	1.988	2.637
16	2.120	2.921	44	2.015	2.692	84	1.987	2.635
17	2.110	2.898	45	2.014	2.6895	86	1.987	2.634
18	2.101	2.878	46	2.013	2.687	88	1.986	2.632
19	2.093	2.861	48	2.010	2.682	90	1.986	2.631
20	2.086	2.845	50	2.008	2.678	92	1.986	2.630
21	2.080	2.831	52	2.006	2.674	94	1.986	2.629
22	2.074	2.819	54	2.005	2.670	96	1.984	2.627
			55	2.004	2.6685	100	1.982	2.625

Lampiran 9.

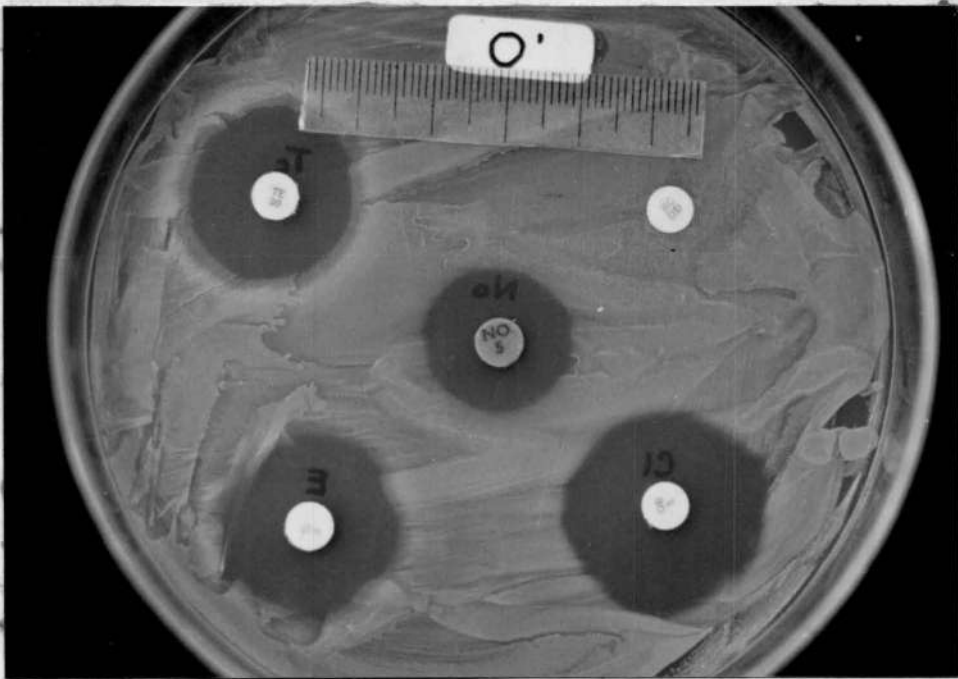


Gambar 6. Perbandingan pertumbuhan *S. aureus* sebelum (A) dan sesudah (B) inkubasi 37°C selama 24 jam

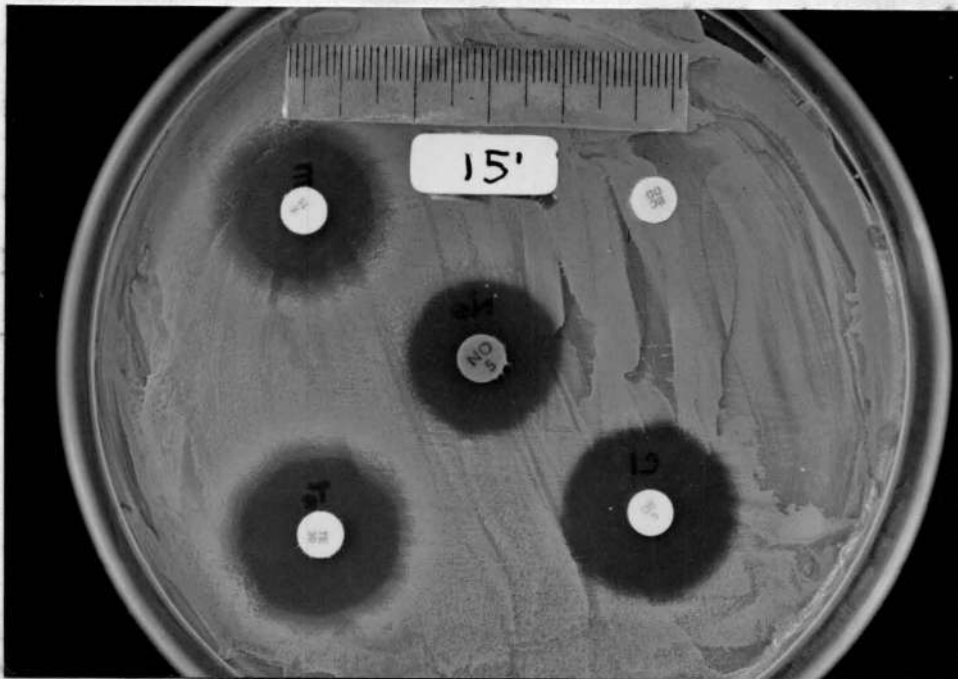


Gambar 7. Perbandingan daerah hambatan pertumbuhan *S. aureus* sebelum (A) dan sesudah (B) inkubasi 37°C selama 24 jam

Lampiran 10.

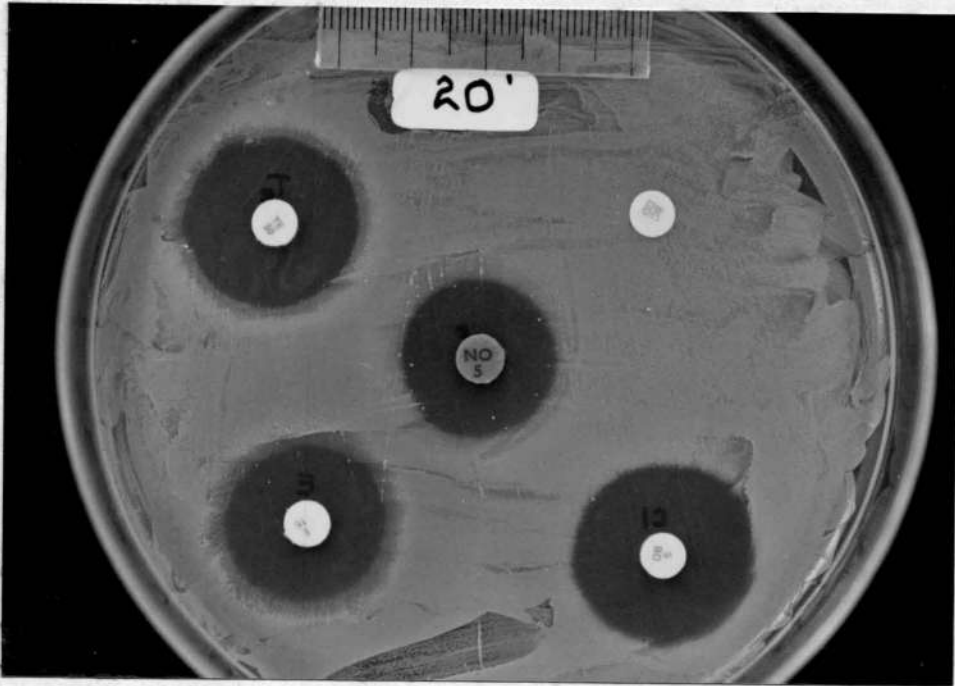


Gambar 8. Daerah hambatan pertumbuhan S. aureus setelah penyinaran ultraviolet selama nol menit (kontrol)

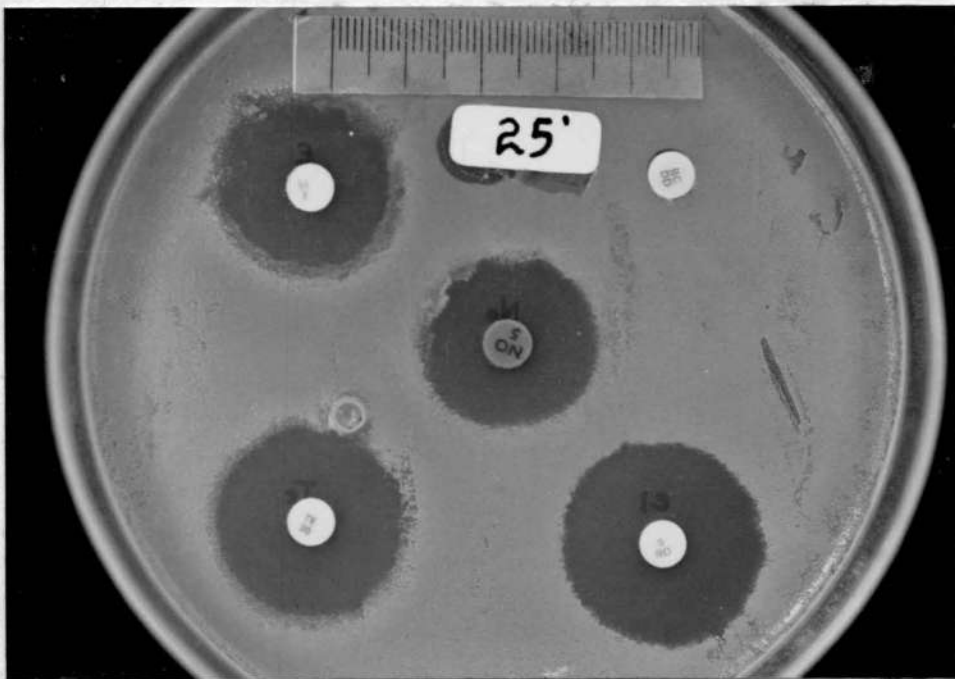


Gambar 9. Daerah hambatan pertumbuhan S. aureus setelah penyinaran ultraviolet selama 15 menit

Lampiran 11.



Gambar 10. Daerah hambatan pertumbuhan S. aureus setelah penyinaran ultraviolet selama 20 menit



Gambar 11. Daerah hambatan pertumbuhan S. aureus setelah penyinaran ultraviolet selama 25 menit