

SKRIPSI

**PENGARUH MUSIM DAN DOSIS KAPORIT TERHADAP
JUMLAH TOTAL BAKTERI DAN *ESCHERICHIA COLI*
AIR SUMUR PADA PETERNAKAN SAPI PERAH**



OLEH :

BRIGIDA QUINTA ARDANI

MALANG - JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
S U R A B A Y A
1 9 9 8**

**PENGARUH MUSIM DAN DOSIS KAPORIT
TERHADAP TOTAL BAKTERI DAN *ESCHERICHIA COLI* AIR SUMUR
PADA PETERNAKAN SAPI PERAH**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Kedokteran Hewan
Pada
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga**

**Oleh :
BRIGIDA QUINTA ARDANI
NIM 069011684**

**Menyetujui
Komisi Pembimbing,**

**Drh. Setyawati Sigit, M.S.
Pembimbing Pertama**

**Drh. Anita Asali, M.S.
Pembimbing Kedua**

**PENGARUH MUSIM DAN DOSIS KAPORIT
TERHADAP TOTAL BAKTERI DAN *ESCHERICHIA COLI* AIR SUMUR
PADA PETERNAKAN SAPI PERAH**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Kedokteran Hewan
Pada
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga**

Oleh :

BRIGIDA QUINTA ARDANI

NIM 069011684

**Menyetujui
Komisi Pembimbing,**



**Drh. Setyawati Sigit, M.S.
Pembimbing Pertama**



**Drh. Anita Asali, M.S.
Pembimbing Kedua**

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

Menyetujui,

Panitia Penguji,



Drh. Erni Rosilawati SI, M.S.

Ketua



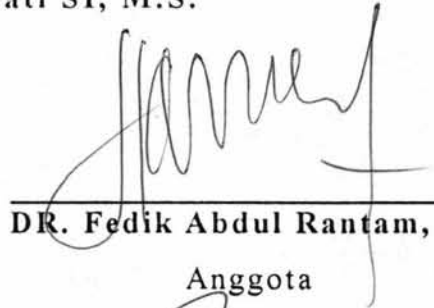
Drh. Djoko Galiono, M.S.

Sekretaris



Drh. Setyawati Sigit, M.S.

Anggota



DR. Fedik Abdul Rantam, Drh

Anggota



Drh. Anita Asali, M.S.

Anggota

Surabaya, 24 September 1998

Fakultas Kedokteran Hewan,

Universitas Airlangga,

Dekan,



DR. Ismudiono, M.S., Drh

NIP. 130687297

**PENGARUH MUSIM DAN DOSIS KAPORIT
TERHADAP JUMLAH TOTAL BAKTERI DAN *ESCHERICHIA COLI*
AIR SUMUR PADA PETERNAKAN SAPI PERAH**

Brigida Quinta Ardani

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli*, mengetahui interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* dan menentukan dosis kaporit yang tepat sebagai desinfektan air sumur peternakan sapi perah.

Pada penelitian ini digunakan delapan sampel air sumur yang diambil pada musim penghujan dan delapan sampel air sumur yang diambil pada musim kemarau dari peternakan sapi perah di Kabupaten Pasuruan yang mempunyai jarak pembuangan feses sekitar 8 - 13 meter dari sumur. Kemudian dilakukan klorinasi dengan menambah kaporit pada masing-masing gelas beker berturut-turut 0,00 ppm; 0,25 ppm; 0,50 ppm; 0,75 ppm dan 1,00 ppm. Parameter yang diamati adalah jumlah koloni bakteri yang masih hidup pada media Nutrient Agar (NA) dan *Escherichia coli* pada media Eosin Metylen Blue Agar (EMBA).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan musim dan dosis kaporit berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah total bakteri ($P < 0,01$), serta terdapat interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dengan dosis efektifnya 0,75 ppm pada musim kemarau dan 0,25 ppm pada musim penghujan. Sedangkan untuk *Escherichia coli* hanya dosis kaporit yang berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) dengan dosis efektifnya 0,25 ppm.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan bimbinganNya sehingga penyusunan makalah yang berjudul "PENGARUH MUSIM DAN DOSIS KAPORIT TERHADAP JUMLAH TOTAL BAKTERI DAN *ESCHERICHIA COLI* AIR SUMUR PADA PETERNAKAN SAPI PERAH" dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Drh. Setyawati Sigit, M.S. selaku pembimbing pertama dan Drh. Anita Asali, M.S. selaku pembimbing kedua serta Drh. Erni Rosilawati Sabar Iman, M.S. selaku pembimbing teknis laboratorium atas saran dan bimbingannya selama penelitian maupun penyusunan makalah ini.

Demikian juga penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DR. Ismudiono, M.S., Drh. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga beserta semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan serta fasilitas yang menunjang penyelesaian makalah ini.

Kepada yang tercinta Bapak dan Ibu, terima kasih atas doa restu dan dorongannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Namun demikian penulis berharap, semoga hasil-hasil yang

dituangkan dalam makalah ini bermanfaat bagi pengembangan peternakan di Indonesia.

Surabaya, April 1998

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Bakteri-bakteri dalam Air	8
2.2. <i>Escherichia coli</i>	8
2.2.1. Sinonim dan Sejarahnya	8
2.2.2. Morfologi bakteri	9
2.2.3. Karakteristik pada Media atau Kultur Buatan	10
2.2.4. Sifat-sifat Biokimia	11
2.2.5. Daya Tahan Bakteri	11
2.2.6. Struktur Antigen dan Toksin	12
2.3. Air Tanah	13
2.3.1. Pengertian	13
2.3.2. Keuntungan dan Kerugian Pemanfaatan Air Tanah.	14
2.3.3. Pencemaran Air Tanah	15

2.3.4. Pola Pencemaran Bakteri dan Kimia Terhadap Tanah	16
2.4. Desinfektan	18
2.4.1. Klorin	19
2.5. Pengaruh Musim Terhadap Perkembangan Bakteri	22
BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN	26
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2. Materi Penelitian	26
3.2.1. Sampel Air	26
3.2.2. Alat Penelitian	26
3.3. Metode Penelitian	27
3.3.1. Pengambilan Sampel Air Sumur	27
3.3.2. Perlakuan Sampel Air Sumur dengan Kaporit	27
3.3.3. Uji Bakteriologik	28
3.4. Parameter yang Diamati	29
3.5. Rancangan Penelitian dan Analisis Data	31
BAB IV HASIL PENELITIAN	32
4.1. Hasil Uji Jumlah Total Bakteri Air Sumur pada Peternakan Sapi Perah	32
4.2. Hasil Uji Jumlah <i>Escherichia coli</i> Air Sumur pada Peternakan Sapi Perah	33

BAB V PEMBAHASAN	35
5.1. Pengaruh Musim Terhadap Jumlah Total Bakteri dan <i>Escherichia coli</i> Air Sumur Peternakan Sapi Perah .	35
5.2. Pengaruh Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap Jumlah Total Bakteri dan <i>Escherichia coli</i> Air Sumur Peternakan Sapi Perah.....	37
5.3. Hasil Uji Interaksi Antara Musim dengan Dosis Kaporit Terhadap Jumlah Total Bakteri dan <i>Escherichia coli</i>	41
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Tranformasi ¹⁰ logaritma (Y+1) Rata-rata Jumlah Total Bakteri Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup Setelah Diperlakukan dengan Kaporit pada Berbagai Dosis	32
2 Tranformasi ¹⁰ logaritma (Y+1) Rata-rata Jumlah <i>Escherichia coli</i> Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup Setelah Diperlakukan dengan Kaporit pada Berbagai Dosis	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Pola Pencemaran Air Tanah	17
2 Bagan Perlakuan Air Sumur dengan Kaporit	30

0

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap Jumlah Total Bakteri Air Sumur	51
2 Tranformasi ¹⁰ Logaritma (Y + 1) Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap Jumlah Total Bakteri Air Sumur	52
3 Jumlah Total Bakteri Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup	53
4 Uji Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial Jumlah Total Bakteri yang Mampu Bertahan Hidup ..	54
5 Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap <i>Escherichia coli</i> Air Sumur	59
6 Tranformasi ¹⁰ Logaritma (Y + 1) Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap <i>Escherichia coli</i> Air Sumur.....	60
7 Jumlah <i>Escherichia coli</i> Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup	61
8 Uji Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial <i>Escherichia coli</i> Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Seiring dengan perkembangan pembangunan nasional, pembangunan di bidang peternakan saat ini diarahkan untuk meningkatkan produksi yang sekaligus dapat diharapkan untuk memperbaiki gizi masyarakat. Segala macam usaha terus diupayakan untuk mewujudkan hal tersebut. Oleh karena itu sub sektor peternakan sebagai penyedia protein hewani di Indonesia yang memiliki nilai gizi tinggi terus dikembangkan baik mutu maupun jumlahnya.

Sapi perah merupakan salah satu jenis ternak yang perlu mendapat perhatian dalam pengembangan peternakan karena disamping sebagai sumber susu juga merupakan sumber daging, pedet dan pupuk. Dewasa ini kebutuhan akan susu dan daging semakin meningkat yang tentunya dituntut pula usaha peningkatan populasi maupun produksi ternak termasuk diantaranya adalah pengendalian penyakit pada ternak. Kejadian suatu penyakit pada sapi perah dapat disebabkan keadaan lingkungan yang kurang baik. Ruang lingkup kesehatan lingkungan meliputi persediaan air minum,

pengolahan sampah padat termasuk penanganan dan pembuangan secara saniter, pengendalian vektor, pencegahan dan pengendalian tanah oleh ekskreta hewan ternak, higiene makanan dan kesehatan pekerja (Kusnoputranto, 1985).

Air sumur merupakan salah satu bagian penting dalam proses produksi pada peternakan sapi perah yang masih banyak digunakan, termasuk pada peternakan sapi perah di Kabupaten Pasuruan. Air sumur banyak dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan baku untuk keperluan sehari-hari seperti air minum ternak, melarutkan pakan, memandikan ternak, membersihkan kandang dan untuk mencuci peralatan pemerahan. Pertimbangan ekonomis juga menyebabkan air sumur menjadi pilihan utama sebagai sumber air peternakan sapi perah. Alasan tersebut di atas menyebabkan persediaan air yang berlimpah dan bersih menjadi kebutuhan mutlak bagi peternakan sapi perah (Anonymous, 1971).

Kebersihan air pada peternakan sapi perah sangat penting artinya karena air merupakan media atau lingkungan yang baik untuk kehidupan mikroorganisme, baik organisme patogen maupun non patogen, disamping itu air merupakan lingkungan yang memungkinkan bagi mikroorganisme untuk memindahkan penyakit. Cara pemindahannya antara lain melalui air minum, melalui peralatan yang dicuci, saat mandi dan melalui vektor penyakit (Ryadi, 1984).

Terdapatnya *Escherichia coli* pada air selalu dikaitkan dengan terjadinya kontaminasi air tersebut oleh feses manusia dan hewan. Oleh karena itu bakteri tersebut digunakan sebagai indikator pencemaran feses (Anonimous, 1987 ; Ryadi, 1984). *Escherichia coli* merupakan flora normal saluran pencernaan bagian bawah manusia, burung dan hewan berdarah panas. Air yang terkontaminasi oleh feses tersebut akan semakin berbahaya bila feses tersebut berasal dari hewan atau manusia berpenyakit menular dimana bakteri-bakteri yang patogen bisa keluar bersama feses.

Desinfeksi air adalah tindakan paling penting dalam membunuh bakteri patogen dan virus. Klor dalam bentuk apa saja telah menjadi bahan desinfektan yang dipergunakan di banyak negara. Golongan halogen terutama klorin merupakan salah satu bahan antimikrobia yang sudah umum dipergunakan sebagai desinfektan (Joklik dkk, 1984; Gillman and Goodman; 1985). Desinfektan golongan klor, misalnya kaporit sudah meluas pemakaiannya. Alasannya antara lain karena harga terjangkau dan mudah diperoleh (Jawetz, 1982). Efektivitas suatu desinfektan dipengaruhi antara lain oleh dosis desinfektan (Dharmadi dan Widjonarko, 1995). Berdasarkan hal-hal tersebut diatas penulis ingin mengetahui pengaruh musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, maka dapat ditarik perumusan masalah sebagai berikut :

1. Adakah pengaruh dari musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur peternakan sapi perah.
2. Adakah interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur pada peternakan sapi perah.
3. Berapakah dosis efektif kaporit untuk keperluan desinfeksi.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* dari air sumur peternakan sapi perah.
2. Mengetahui interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur pada peternakan sapi perah.
3. Menentukan dosis kaporit yang tepat sebagai desinfektan air sumur pada peternakan sapi perah.

1.4. Landasan Teori

Escherichia coli adalah kelompok bakteri koliform yang dominan dalam feses yang masih segar, sehingga keberadaannya dalam air menunjukkan pencemaran feses baru atau belum lama terjadi (Anonymous, 1994). Adanya *Escherichia coli* dalam air serta produk makanan lain merupakan indeks *fecal pollution* (Ryadi, 1984). Bakteri jenis *Escherichia coli* merupakan petunjuk yang paling efisien karena *Escherichia coli* hanya dan selalu terdapat dalam feses, oleh karena itu *Escherichia coli* dianggap sebagai penguji untuk memastikan mutu air (Anonymous, 1994). Ditemukannya bakteri *Escherichia coli* dalam air sumur adalah analog dengan adanya bakteri-bakteri patogen (Ryadi, 1984).

Banyak penyakit yang secara nyata mempunyai korelasi yang kuat dengan iklim. Misalnya jumlah kasus penyakit pencernaan akan banyak terjadi pada musim panas, sedangkan gangguan pernafasan terjadi pada musim hujan atau peralihan (Amsyari, 1986).

Desinfeksi air adalah tindakan paling penting dalam membunuh bakteri patogen dan virus. Sejak tahun 1964 klorin dipergunakan untuk memberantas penyakit yang penyebarannya melalui air (Anonymous, 1994). Klorin merupakan desinfektan yang memiliki daya antimikrobia tinggi, mudah larut dalam air, harganya relatif murah dan efektivitasnya dipengaruhi oleh dosis (Sugiharto, 1987).

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Musim dan dosis kaporit berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur peternakan sapi perah.
2. Terdapat interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur peternakan sapi perah.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada para peternak sapi perah dalam penggunaan kaporit sebagai desinfektan, terutama pada musim-musim tertentu di mana bakteri lebih mudah menyebar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bakteri-bakteri dalam Air

Air merupakan salah satu diantara pembawa penyakit yang berasal dari feses untuk sampai pada manusia. Agar air yang masuk ke tubuh manusia baik berupa minuman atau makanan tidak menjadi pembawa bibit penyakit maka pengelolaan air baik berasal dari sumber, jaringan transmisi atau distribusi adalah mutlak diperlukan untuk mencegah terjadinya kontak feses sebagai sumber penyakit dengan air. Bakteri-bakteri patogen utama dalam air ialah yang berasal dari feses diantaranya adalah bakteri-bakteri *Salmonella typhi* dan jenis *Salmonella* lain, *Vibrio cholerae*, *Shigella dysenteriae*, *Escherichia* dan *Leptospira*. (Jawetz dkk, 1986).

2.2. *Escherichia coli*

2.2.1. Sinonim dan Sejarahnya

Dalam klasifikasi bakteri *Escherichia coli* termasuk dalam family *Enterobacteriaceae* (Buchanan *et al.*, 1974). *Escherichia coli* disebut juga *Bacterium coli* atau *Bacillus coli* merupakan salah satu spesies bakteri koliform (Cruickshank *et al.*, 1975 ; Dey and Dey, 1982). *Escherichia coli* diisolasi pertama kali oleh Escherich pada

tahun 1885 dari feses bayi yang menderita diare. Sejak saat itu disebut dengan *Escherichia coli*, yaitu suatu kuman berbentuk batang bergerak dengan habitat hidupnya pada daerah kolon (Merchant and Packer, 1971 ; Boyd and Marr, 1980).

Escherichia coli merupakan anggota bakteri koliform yang paling sering dipakai sebagai indikator adanya pencemaran feses pada air minum bahkan makanan (Anonymous, 1971). Hal ini menurut Strobbe (1971), karena *Escherichia coli* mempunyai kemampuan hidup lebih lama dan daya tahan yang lebih tinggi di udara terbuka maupun dalam makanan daripada anggota *Enterobacteriaceae* lain yang bersifat patogen.

2.2.2. Morfologi Bakteri

Escherichia coli berbentuk batang pendek dengan ukuran $0,5 \times 1 - 3 \mu$. Bentuk ini bervariasi dari kokoid bipolar hingga filamen panjang, biasanya terletak sendiri-sendiri, jarang membentuk rantai dan tidak membentuk spora (Merchant and Packer, 1971), sebagian besar motil terutama yang mempunyai filamen dan yang lain tidak motil (Anonymous, 1982).

2.2.3. Karakteristik Pada Media atau Kultur Buatan

Escherichia coli bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik pada perbenihan yang mengandung karbohidrat. Pertumbuhan *Escherichia coli* dapat berlangsung pada suhu 15 - 45°C tetapi paling baik pada suhu 37°C, oleh karena itu bakteri *Escherichia coli* mudah ditemukan di sembarang tempat. Kadar keasaman bagi pertumbuhan netral (pH = 7) (Anonymous, 1971 ; Merchant and Packer, 1971).

Pada media cair, pertumbuhan ditandai oleh kekeruhan dan adanya sedimen di bagian bawah tabung. Pada plat agar, koloni *Escherichia coli* umumnya berwarna putih, putih kekuningan, coklat atau kuning keemasan tergantung usia pupukan. Koloni terlihat basah, mengkilat, lembut dan bulat dengan sisi yang rata. Biakan diatas media padat umur muda berbentuk granular halus (diameter 1-3 mm) yang menjadi kasar bila umur biakan menjadi tua (Anonymous, 1982).

Media padat yang sering digunakan untuk membedakan bakteri koliform dan *Escherichia coli* adalah *Eosin Methylene Blue Agar*. Bakteri koliform akan tumbuh membentuk koloni yang bersifat mukoid berwarna kelabu dan berdiameter 4 - 6 m μ , sedangkan *Escherichia coli* pada media ini membentuk koloni khas berwarna

hijau metalik dengan pusat berwarna kehitaman, dan mempunyai diameter 1 - 3 m μ (Ewing, 1973).

2.2.4. Sifat-sifat Biokimiawi

Pada uji biokimiawi *Escherichia coli* dapat memfermentasikan glukosa, laktosa, fruktosa, galaktosa, maltosa, arabinosa, silosa, ramosa dan manitol yang ditandai dengan adanya pembentukan asam disertai gas, indol tidak selalu dibentuk. Pada uji *methyl red*, *Escherichia coli* menunjukkan reaksi positif, pada uji *Voges-Proskauer* menunjukkan reaksi negatif sedangkan pada uji katalase menunjukkan reaksi positif. *Escherichia coli* tidak menggunakan sitrat sebagai sumber karbon yang utama. Pada media agar *triple sugar iron*, *Escherichia coli* bereaksi dengan asam membentuk sulfida (Cottral, 1978 ; Boyd and Marr, 1980)

2.2.5. Daya Tahan Bakteri

Escherichia coli relatif peka terhadap pengaruh fisik dan kimia. Pada suhu 60°C akan mati dalam waktu 30 menit. Selain itu *Escherichia coli* mati dengan pemanasan dalam autoklaf pada suhu 120°C. Beberapa strain juga tahan terhadap pembekuan es selama 6

bulan. Sel bakteri 95% akan rusak bila disimpan dalam udara beku selama 2 jam (Anonymous, 1971 ; Merchant and Packer, 1971).

Pada umumnya *Escherichia coli* peka terhadap antibiotik dan khemoterapi tetapi sebagian ada yang resisten terhadap ampicillin, oleandomycin, nicroxyzone (Kapoor *et al*, 1978; Goren, 1979).

Dalam kondisi alami, *Escherichia coli* tahan beberapa minggu sampai beberapa bulan dan dapat dijumpai pada air, feses dan kotoran lain, namun *Escherechia coli* tidak tahan terhadap keadaan kering dan desinfektan (Anonymous 1982; Merchant and Packer 1971)

2.2.6. Struktur Antigen dan Toksin

Menurut Joklik *et. al* (1976), *Escherichia coli* memiliki beberapa macam antigen yaitu 55 antigen O (somatik antigen), 5 antigen K (kapsular antigen) dan 21 antigen H (Flagellar antigen) yang berbeda.

Menurut laporan *World Health Organization* (1980) yang dikutip Mahatmi (1986), secara umum ada tiga strain *Escherichia coli* yang seringkali menimbulkan wabah diare. Pertama yaitu *Enterotoxigenic Escherichia coli*. Bakteri ini memproduksi enteroktoksin di dalam saluran usus dan merupakan penyebab diare pada bayi, anak-anak dan orang dewasa di negara-negara berkembang

yang sistem sanitasinya masih sangat buruk serta merupakan penyebab *traveller diarheae* (diare yang menyerang turis). Kedua adalah *Enteropathogenic Escherichia coli*, yang menyebabkan wabah diare pada anak-anak. Ketiga adalah *Enteroinvasive Escherichia coli*, sebagai penyebab diare yang mempunyai gejala klinis mirip dengan yang disebabkan oleh *Shigella*.

2.3. Air Tanah

2.3.1. Pengertian

Ada beberapa sumber asal air yang dapat diambil airnya sebagai air minum. Menurut Sanropie (1984) pada dasarnya air berasal dan bersumber dari :

1. Air angkasa

Adalah air yang berasal dari angkasa.

2. Air permukaan

Adalah air yang asal pengambilannya dari permukaan tanah atau air dari badan air.

3. Air tanah

Adalah air yang asal pengambilannya dari lapisan tanah. Air tanah adalah air yang bergerak didalam tanah yang terdapat diantara butir-butir tanah dan mengalir serta mengalami adanya pengisian kontinu dan terdapat di dalam

retakan. Sumur merupakan salah satu pemanfaatan dari air tanah.

Kualitas air tanah tergantung pada kualitas air hujan yang meresap ke dalam tanah, kemampuan purifikasi dan menyaring tanah atau batuan tempat air hujan meresap dan lapisan tanah yang mengandung air. Kualitas air permukaan dan penggunaan lahan yang ada di atas permukaan air juga ikut berpengaruh terhadap kualitas air tanah (Widodo, 1995).

2.3.2. Keuntungan dan Kerugian Pemanfaatan Air Tanah

Keuntungan dari pemanfaatan air tanah adalah pada umumnya bebas dari bakteri patogen, dapat dipakai tanpa pengolahan lebih lanjut. Biasanya air tanah didapatkan dekat pemukiman penduduk, praktis dan ekonomis untuk mendapatkan dan membagikannya. Lapisan tanah yang menampung air biasanya merupakan pengumpulan air alamiah. Sedangkan kerugian pemanfaatan air tanah adalah air tanah seringkali mengandung banyak mineral antara lain Fe, Mn, Ca dan sebagainya dan biasanya membutuhkan pemompaan (Suparlan, 1982).

2.3.3. Pencemaran Air Tanah

Menurut Kusnoputranto (1986) air dikatakan tercemar apabila telah berubah komposisinya atau keadaannya baik secara langsung atau tidak langsung sebagai akibat kegiatan manusia, sehingga menjadi kurang berguna bagi kebutuhan tertentu atau semua kebutuhan dibandingkan apabila berada dalam keadaan alamiah semula.

Berdasarkan peraturan pemerintah No. 20 th 1990 yang dimaksud pencemaran air adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai peruntukan.

Secara umum syarat-syarat kualitas air bersih tercantum dalam Permenkes No. 416 tahun 1990 yang meliputi syarat fisik yaitu air harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan temperatur tidak melebihi suhu udara luar. Syarat kimia yaitu tidak boleh mengandung unsur kimia yang bersifat racun, tidak boleh mengandung zat yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, tidak boleh mengandung zat yang kadarnya melebihi batas-batas tertentu sehingga menimbulkan gangguan ekonomi, teknis dan fisiologis. Syarat biologis yaitu air bersih tidak boleh mengandung bakteri parasit dan bakteri patogen. Dalam setiap 100 ml sampel air bersih

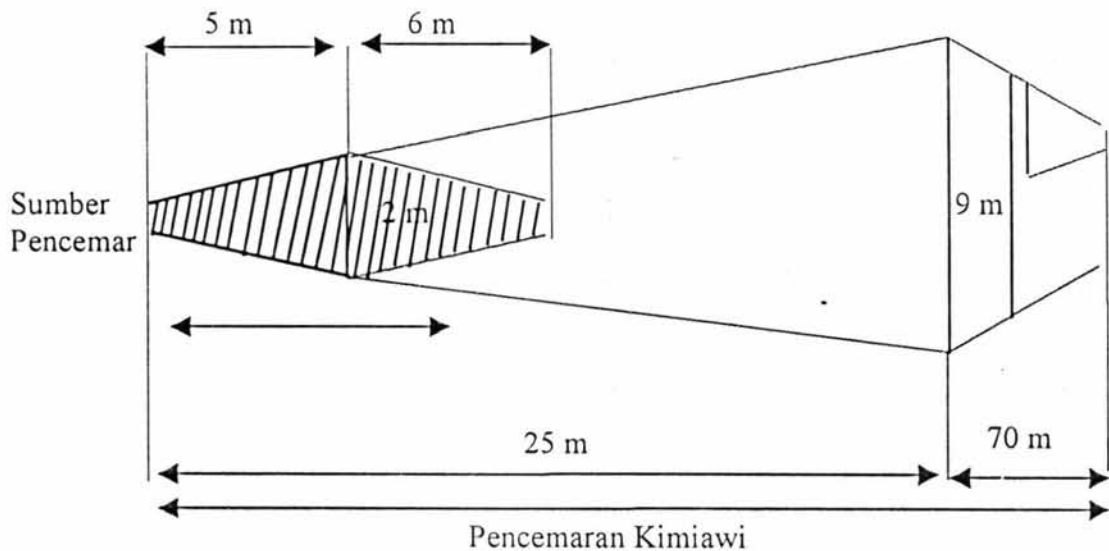
dari sistem pengolahan tidak boleh mengandung bakteri koliform lebih dari 10. Pada air bersih dari sistem pengolahan, sedangkan pada air bersih dari sistem non pengolahan tidak boleh mengandung bakteri koliform lebih dari 50 pada setiap 100 ml sampel air. Syarat radioaktif yaitu aktifitas α maksimum yang diperbolehkan 0,6 Bq/L, sedangkan aktifitas β maksimum yang diperbolehkan 0,6 Bq/L.

Pengujian air dan bakteri tidak dapat diujikan terhadap adanya berbagai bakteri yang ada didalamnya, tetapi di dalam praktek cukup diketahui melalui pembuktian adanya bakteri *Escherichia coli* yang termasuk kelompok bakteri koliform. Menurut Ryadi (1984) dasar penggunaan indikator coli ini adalah bahwa secara karakteristik kuman ini adalah penghuni tetap dari kolon hewan. Sebaliknya feses manusia merupakan media penyebaran dari beberapa jenis kuman patogen, khususnya bila feses berasal dari orang-orang yang disebut *carrier*. Air merupakan media atau lingkungan yang baik untuk kehidupan organisme, baik patogen maupun non patogen (Ryadi, 1984)

2.3.4. Pola Pencemaran Bakteri dan Kimia Terhadap Tanah

Bakteri dalam tanah penyebarannya searah dengan aliran air tanah dimana digambarkan kontaminasi melebar kurang lebih 2m

pada jarak 5 m dari lubang serta menyempit hingga pada jarak 6 m. Dengan demikian untuk pembuatan pembuangan feces terutama lokasi tempat pengumpulan feces yang langsung berhubungan dengan tanah atau lubang peresapan minimal dibuat dengan jarak 12 m dari sumber air minum. Jarak tersebut tidak mutlak melainkan tergantung dari struktur tanah setempat, terutama mengenai porositas, permeabilitas, arah dan kecepatan aliran air tanah serta kedalaman air tanah yang digambarkan pada pola dibawah ini (Kusnoputranto, 1986).



Gambar 1. Pola Pencemaran Air Tanah (Kusnoputranto, 1986)

2.4. Desinfektan

Maksud desinfeksi adalah untuk membunuh bakteri patogen (bakteri penyebab penyakit) dan untuk membunuh mikroorganisme seperti amuba, ganggang juga dapat mengoksidasi ion-ion logam seperti Fe^{++} , Mn^{++} serta memecah molekul organik seperti warna (Depkes RI, 1991).

Beberapa cara untuk membunuh bakteri patogen :

- Cara kimia : dengan penambahan bahan kimia
- Cara fisik : pemanasan air, sinar ultraviolet (tidak ada bau dan tidak ada over dosis)
- Cara mekanis : pengendapan (bakteri berkurang 25% - 75%), saringan pasir lambat mengurangi bakteri (85 - 99%) dan lain-lain (Depkes RI, 1991).

Bahan kimia antimikrobia dapat digolongkan dalam sembilan kelompok utama yaitu golongan fenol dan derivatnya, zat-zat pewarna organik, zat dengan aktifitas permukaan, asam dan basa, alkohol, halogen, logam berat dan derivatnya, golongan oksidasi dan aldehyd (Gillman and Goodman, 1985). Golongan yang umum dipakai sebagai desinfektan adalah golongan halogen, aldehyd dan fenol (Jawetz, 1982).

Desinfektan dapat dikatakan baik atau ideal apabila memenuhi beberapa kriteria yaitu memiliki daya antimikrobal yang tinggi, stabil terhadap adanya bahan organik, tidak bersifat racun bagi hewan dan manusia, tidak merusak benda-benda maupun jaringan, mudah larut dalam air, komposisi harus homogen, murah dan mudah digunakan (Boyd and Marr 1980 ; Linton dkk, 1987).

Bahan kimia yang paling banyak digunakan adalah kaporit karena memenuhi sebagian kriteria desinfektan yang baik dan ideal. Selain kaporit kadang-kadang dipakai juga bahan lain yang mengandung klor seperti NaDCC (Natrium Dikloro Klorine) dengan kadar klor aktif $\pm 60\%$. Keuntungannya adalah masa kontak dengan kuman hanya 10 menit, praktis dibawa ke lapangan, karat bahan yang dibuat dari besi yang kontak dengan air dapat dikurangi, tetapi harganya lebih mahal dari kaporit (Depkes RI, 1991).

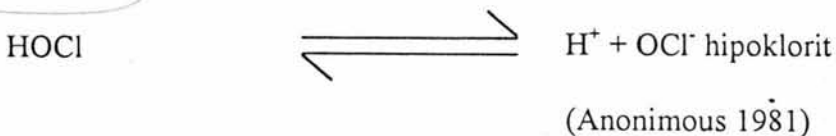
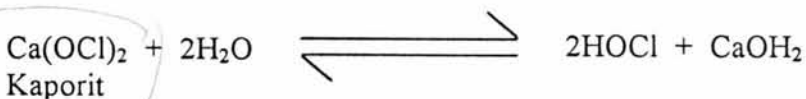
2.4.1. Klorin

Klorin ditemukan dalam sebuah laboratorium tidak dikenal pada tahun 1744 yang kemudian diidentifikasi sebagai elemen kimia yang dinamakan *Chloros* (dari bahasa Yunani) yang berwarna hijau pucat. Penggunaan klorin dimulai tahun 1835, dan baru pada tahun 1890 klorin dan produk yang mengandung klorin dievaluasikan

dan didemonstrasikan sebagai desinfektan yang efektif (Anonymous, 1981). Klorin banyak digunakan dalam pengolahan air bersih dan air limbah sebagai oksidator dan desinfektan. Sebagai oksidator, klorin dipergunakan untuk menghilangkan bau, rasa dan warna pada pengolahan air bersih serta untuk mengoksidasi Fe^{++} dan Mn^{++} yang banyak terkandung dalam air tanah menjadi Fe^{+++} dan Mn^{+++} (Dharmadi dan Widjonarko, 1995). Klorinasi atau desinfeksi dengan klor di Indonesia kebanyakan digunakan kaporit $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ yang berbentuk padat karena murah, mudah didapat dan mudah penanganannya.

Reaksi dengan air :

Ketika klorin ditambahkan pada air, maka campuran dari Hipoklorus (HOCl) dan Asam Klorida (HCl) terbentuk.



Substansi-substansi berikut akan dilepaskan klor atau ikatan hipokloritnya ke dalam air :

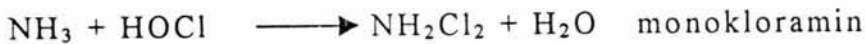
- Asam hipoklorus (HOCl), ion hipoklorit (OCl^-) dan elemen klor (Cl_2).

Distribusi dari ketiga substansi tersebut tergantung pada pH.

- Monokloramin (NH_2Cl), dikloramin (NHCl_2) dan Nitrogen triklorida (NH_3).
- Kloramin organik kompleks, terutama dalam air buangan.

Bentuk HOCl , OCl^- dan Cl_2 adalah bentuk senyawa yang aktif sebagai desinfektan dan biasanya didapat dalam bentuk klor (Cl_2), kalsium hipoklorit $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$, natrium hipoklorit $\text{Na}(\text{OCl}_2)$. Daya bunuh HOCl lebih kuat daripada OCl^- (40 - 80 kali) sehingga desinfeksi lebih efektif pada pH asam (Damanhuri, 1994).

Kaporit atau klor yang dimasukkan ke air mula-mula akan bereaksi dulu dengan unsur-unsur atau senyawa pereduksi yang terkandung didalamnya seperti H_2S , Fe , NO_2 dan zat organik lain. Selanjutnya bereaksi dengan NH_3 kemudian baru akan efektif untuk membunuh bakteri, hal ini disebut daya pengikat klor/daya sergap klor (Damanhuri, 1994). Reaksi amonia dan asam hipoklorit akan membentuk monokloramin, dikloramin atau trikloramin dengan reaksi sebagai berikut :



Menurut Sutrisno dan Suciastuti (1987) dosis kaporit sebanyak 0,20 - 0,50 ppm atau kadang-kadang 1 ppm akan dapat membunuh bakteri.

Bentuk senyawa kloramin yaitu NH_2Cl , NHCl_2 dan NCl_3 disebut tersedia terikat. Telah diketahui bahwa $(\text{Cl}_2) + (\text{OCl}^-) + (\text{HOCl}) = \text{Jumlah klor tersedia bebas}$. $\text{Klor tersedia bebas} + \text{klor tersedia terikat} = \text{Jumlah klor tersedia} = \text{Klor tersedia dalam larutan}$. Klor tersedia terikat juga mempunyai daya desinfeksi, walaupun tak seefisien klor tersedia bebas (Depkes RI, 1991).

2.5. Pengaruh Musim Terhadap Perkembangan Bakteri

Menurut Daldjoeni (1986) iklim didefinisikan sebagai jalannya keadaan cuaca keseluruhan dari gejala-gejala cuaca di daerah tertentu sepanjang tahun. Iklim di suatu tempat atau daerah ditentukan oleh sejumlah unsur seperti suhu, lengas udara, curah hujan, kencang angin, lama penyinaran matahari dan sebagainya.

Pengaruh iklim pada manusia tampak pada hal kesehatan yang mencakup kesehatan fisik, mental dan sosial dimana masing-masing berhubungan dengan bidang medis, psikologis dan sosiologis. Demikian pula pengaruh dari perubahan musim yang tidak bisa

dipisahkan dari perubahan iklim yang ada di daerah tersebut. Ditinjau secara menyeluruh, di Indonesia terdapat dua periode musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Diantara dua musim tersebut terdapat periode peralihan yang cuacanya tidak menentu yaitu pada musim pancaroba. (Daldjoeni, 1986).

Menurut Amsyari (1986) perubahan iklim pada suatu lingkungan tertentu akan berarti suatu perubahan beberapa aspek fisik dalam lingkungan tersebut. Selain itu iklim erat kaitannya dengan kesehatan manusia, terutama mengenai pola penyakit (*disease pattern*) yang terjadi dalam suatu masyarakat tertentu. Banyak penyakit yang secara nyata tampak mempunyai korelasi yang kuat dengan iklim misalnya jumlah kasus penyakit pencernaan akan banyak terjadi pada musim panas sedangkan gangguan pernafasan terjadi pada musim hujan atau peralihan.

Cuaca, porositas, kelembaban dan permeabilitas merupakan faktor utama yang menentukan jumlah air tanah yang dapat dimanfaatkan melalui sumur gali (Suparlan, 1982). Permeabilitas tanah adalah suatu ukuran dari kapasitas lapisan tanah yang mengandung air untuk mengalirkan air. Permeabilitas tanah sangat mempengaruhi besarnya aliran air yang ada di dalam tanah, semakin besar permeabilitas akan semakin besar pula daya pengalirannya.

Adapun faktor yang mempengaruhi permeabilitas adalah porositas efektif dari tanah (Sugiharto, 1983).

Menurut Yunus (1992) yang mengutip dari Ehler dan Steel, pada saat musim penghujan keadaan tanah basah oleh air hujan dan terdapat aliran air. Air akan bergerak secara alami karena letak ketinggian lapisan tanah, pada keadaan tersebut bakteri lebih mudah penyebarannya bersama perembesan air tanah. Sebaliknya pada tanah kering, kemampuan penyebaran bakteri relatif kecil.

Kusnoputranto (1986) menyatakan bahwa air hujan merupakan penyubliman awan dan uap air menjadi air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang ada di udara, diantaranya gas (O_2 , CO_2 , N_2), jasad renik, debu dan lain-lain. Setelah mencapai permukaan bumi, air hujan bukan merupakan air murni lagi, tetapi sudah terkontaminasi dengan jasad renik, sehingga apabila dilihat dari proses terjadinya hujan maka sebenarnya air hujan merupakan air yang steril dan bebas dari zat-zat beracun. Akan tetapi mengingat bahwa selama perjalanan dari atas sampai ke bumi air tersebut telah mengalami kontak dengan udara, maka derajat kekotoran air hujan sangat dipengaruhi oleh derajat pencemaran dari udara. Semakin tinggi tingkat pencemarannya, maka akan semakin banyak pula zat-zat pencemar yang terbawa oleh hujan tersebut (Sugiharto, 1983).

Pencemaran mikroorganisme terhadap air sumur bisa melalui perembesan air tanah atau berasal dari air hujannya sendiri yang telah mengalami kontak dengan udara tercemar (Yunus, 1992). Jawetz dkk (1986) mengatakan bahwa pencemaran mikroorganisme terhadap air sumur juga bisa disebabkan oleh masuknya butir-butir debu dari udara yang mengandung bakteri.

BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bakteriologi dan Mikologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya, dan dilaksanakan dari bulan Desember 1994 sampai bulan Juni 1995.

3.2. Materi Penelitian

3.2.1. Sampel Air

Sampel air diambil dari delapan sumur peternakan sapi perah di Kabupaten Pasuruan pada musim penghujan dan musim kemarau. Tiap periode musim diambil sebanyak delapan sampel.

3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk kaporit $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$, media biakan *Nutrient Agar* (NA) dan *Eosin Methylen Blue Agar* (EMBA), NaCl fisiologik, akuades dan kapas steril.

3.2.3. Alat Penelitian

Alat yang dipergunakan adalah jerigen bervolume 5 liter, erlenmeyer 1 liter, gelas beker 1 liter, cawan petri, tabung reaksi, pipet pasteur 1 ml, pipet volume otomatis 0,025 ml, pembakar Bunsen, rotator, neraca, inkubator, autoklaf, kapas dan kertas aluminium.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Pengambilan Sampel Air Sumur

Sampel untuk musim penghujan diambil pada bulan Desember 1994 sampai akhir Januari 1995 sebanyak delapan sampel dari usaha sapi perah di Kabupaten Pasuruan. Sampel untuk musim kemarau diambil pada bulan Juni sampai Juli 1995 yang diambil pada usaha sapi perah yang sama. Air sumur diambil sebanyak lima liter ditampung dalam jerigen yang sebelumnya dibersihkan dahulu dengan sampel air sumur dan ditutup rapat.

3.3.2. Perlakuan Sampel Air Sumur Dengan Kaporit

Setelah sampai di laboratorium sampel (air sumur) diaduk sampai homogen dan ditampung dalam lima buah gelas beker masing-masing sebanyak satu liter. Klorinasi dilakukan dengan menambah kaporit pada masing-masing gelas beker dengan dosis

0,00 ppm; 0,25 ppm sebanyak 0,25 mg; 0,50 ppm sebanyak 0,50 mg; 0,75 ppm sebanyak 0,75 mg dan 1,00 ppm sebanyak 1 mg dan diaduk lagi sampai kaporit larut. Kaporit dibiarkan bekerja selama 30 menit, selanjutnya dilakukan uji bakteriologik.

3.3.3 Uji Bakteriologik

Uji bakteriologik meliputi pengamatan terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli*. Metode yang digunakan adalah *Viable Count Technique* (teknik penghitungan kuman yang mampu hidup) dengan menggunakan *standard dropping pipettes*, (Anonymous, 1984).

Pada prinsipnya tehnik ini adalah meneteskan larutan yang berisi mikro-organisme dari pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-8} sebanyak 0,025 ml dengan pipet volume otomatis pada media NA dan EMBA. Pengenceran dilakukan dengan cara menambahkan 1 ml sampel ke dalam tabung I yang berisi 9 ml larutan NaCl fisiologik (disebut sebagai pengenceran 10^{-1}) dan diaduk dengan rotator. Dari tabung I diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung II yang berisi 9 ml NaCl fisiologik kemudian diaduk dengan rotator. Demikian seterusnya sampai tabung VIII.

Penanaman pada media biakan dilakukan dengan meneteskan 0,025 ml dari masing-masing tabung dengan pipet volume otomatis

dan diteteskan pada masing-masing media biakan. Pada saat penetesan, pipet dipertahankan pada posisi vertical dengan jarak kurang lebih 3 cm diatas media biakan. Cawan-petri yang berisi media yang sudah ditetesi dengan larutan yang diencerkan dibiarkan kering pada tempatnya sampai kurang lebih 60 menit, kemudian diinkubasikan selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah diinkubasikan dilakukan pengamatan dan penghitungan koloni yang tumbuh. Pada media NA yang dihitung adalah koloni bakteri yang berwarna putih sedangkan pada media EMBA yang dihitung adalah koloni bakteri yang berwarna hijau metalik dengan pusat koloni berwarna kehitam-hitaman.

Rumus yang dipakai pada penghitungan jumlah bakteri adalah:

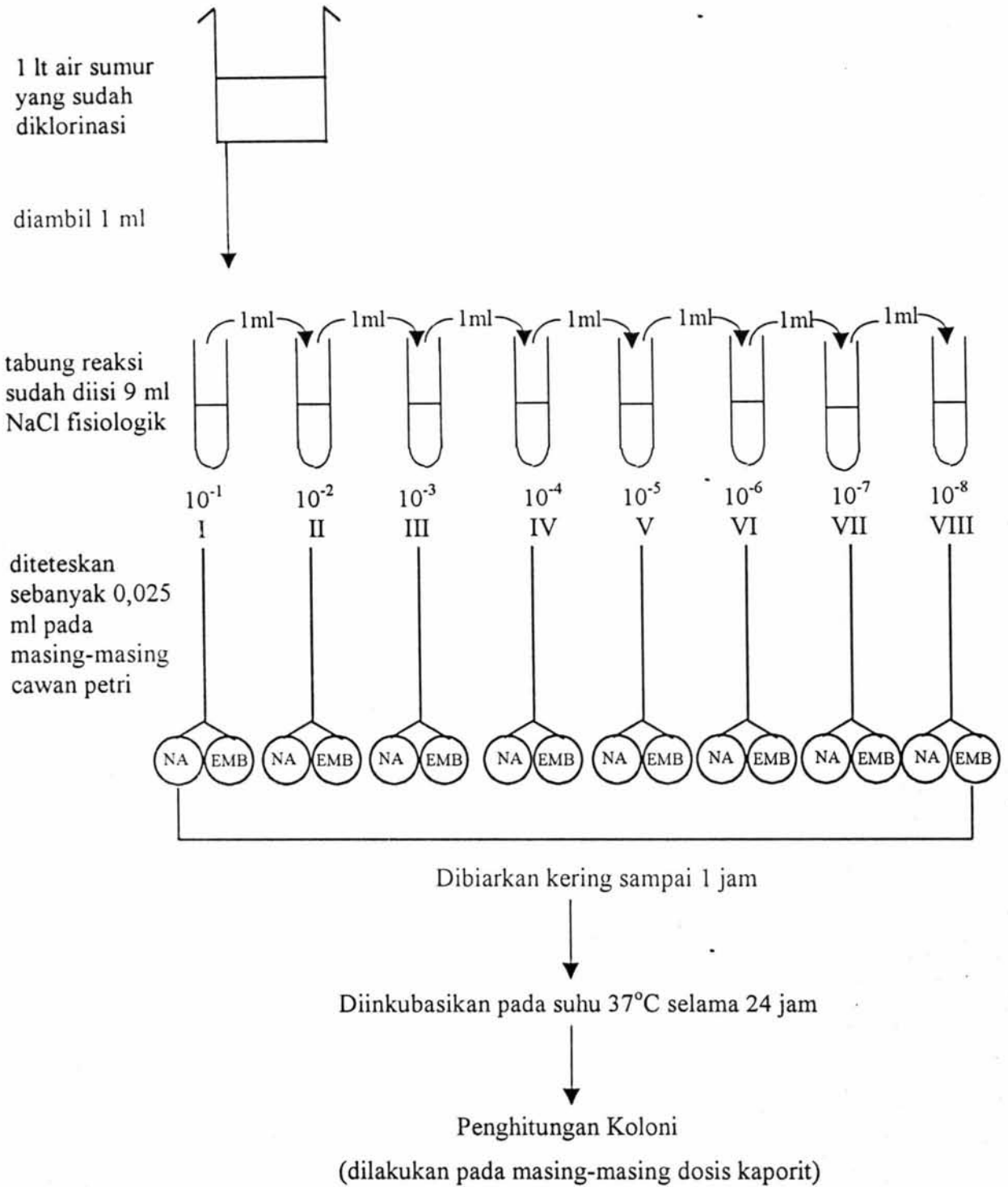
$$\Sigma \text{ bakteri / ml} = \Sigma \text{ koloni} \times \Sigma \text{ tetes} \times 10^x$$

dimana 10^x = angka pengenceran

$$\Sigma \text{ tetes} = \text{jumlah tetes per ml} = 1/0,025 = 40$$

3.4. Parameter Yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah koloni total bakteri yang tumbuh pada media NA dan koloni *Escherichia coli* yang tumbuh pada media EMBA.



Gambar 2 : Bagan Perlakuan Air Sumur Dengan Kaporit

3.5. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok pola faktorial 2×5 yaitu dua faktor musim (faktor A) dan lima faktor dosis kaporit (faktor B) dengan menggunakan delapan ulangan. Data yang diperoleh ditransformasikan ke 10 logaritma ($Y + 1$), kemudian dianalisis dengan sidik ragam. Apabila terdapat perbedaan yang sangat nyata diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan pemeriksaan bakteriologik terhadap air sumur yang telah diperlakukan dengan kaporit pada berbagai dosis terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* pada penelitian ini, didapatkan hasil sebagai berikut :

4.1. Hasil Uji Jumlah Total Bakteri Air Sumur pada Peternakan Sapi Perah

Data yang diperoleh dari percobaan dengan menggunakan delapan sampel air sumur pada musim penghujan dan delapan sampel pada musim kemarau yang diperlakukan dengan kaporit pada berbagai dosis setelah ditanam pada media NA diperoleh hasil seperti yang tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Total Bakteri Air Sumur (10^{\log}) yang Mampu Bertahan Hidup Setelah Diperlakukan dengan Kaporit.

Dosis Kaporit	Rata-rata Jumlah Total Bakteri Air Sumur	
	Musim Penghujan	Musim Kemarau
0,00 ppm	4,873	5,698
0,25 ppm	1,401	3,937
0,50 ppm	0,651	2,277
0,75 ppm	0,000	0,688
1,00 ppm	0,000	0,000

Dari analisis sidik ragam pada lampiran -4 terlihat bahwa perlakuan musim dan dosis kaporit berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah total bakteri ($P < 0,01$), serta terdapat interaksi yang sangat nyata antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri air sumur ($P < 0,01$).

Perlakuan utama (musim dan dosis kaporit) memberikan perbedaan yang sangat nyata oleh karena itu perlakuan utama dapat diabaikan sedangkan pengaruh interaksi memberi arah yang lebih penting karena dari situ dapat dilihat perlakuan kombinasi mana yang memberikan hasil terbaik. Oleh karena itu akan diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan. (Lampiran 4)

Dari uji jarak berganda Duncan didapatkan bahwa dosis efektif desinfektan dimana bakteri tidak mampu hidup adalah 0,25 ppm pada musim penghujan dan 0,75 ppm pada musim kemarau.

4.2. Hasil Uji Jumlah *Escherichia coli* Air Sumur pada Peternakan Sapi Perah

Data yang diperoleh dari percobaan dengan menggunakan delapan sampel air sumur pada musim hujan dan kemarau yang diperlakukan dengan kaporit pada berbagai dosis diperoleh hasil seperti yang tercantum pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah *Escherichia coli* Air Sumur ($^{10}\log$) yang Mampu Bertahan Hidup Setelah Diperlakukan dengan Kaporit.

Dosis Kaporit	Rata-rata Jumlah <i>Escherichia Coli</i> Air Sumur	
	Musim Penghujan	Musim Kemarau
0,00 ppm	3,493	3,884
0,25 ppm	0,000	0,000
0,50 ppm	0,000	0,000
0,75 ppm	0,000	0,000
1,00 ppm	0,000	0,000

Dari analisis sidik ragam pada lampiran 8 didapatkan hasil bahwa hanya dosis kaporit yang berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) dan tidak terdapat interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap *Escherichia coli* ($P > 0,05$).

Karena yang berbeda sangat nyata adalah perlakuan kaporit, maka diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan. Dari uji jarak berganda Duncan didapatkan bahwa dosis efektif desinfektan dimana bakteri *Escherichia coli* tidak mampu hidup adalah 0,25 ppm.

Bakteri dapat masuk ke dalam sumur lewat ember dan tali timba yang dipakai pada pengambilan air. Pada penelitian ini diamati bahwa setelah pengambilan air sumur ember tidak diletakkan pada tempat khusus (diatas bibir sumur atau digantung) melainkan diletakkan atas lantai. Bakteri yang berada di atas lantai baik yang berasal dari debu feses atau debu lingkungan sekitar dapat terbawa masuk ke dalam air sumur melalui bagian bawah ember yang menyentuh lantai sumur. Menurut anjuran Depkes RI (1991) untuk mencegah pencemaran, ember dan tali timba harus selalu diletakkan di bibir sumur atau digantung (tidak boleh diletakkan di lantai).

Amsyari pada tahun 1986 menyatakan bahwa debit air yang rendah pada musim kemarau menyebabkan meningkatnya konsentrasi bakteri dalam air sumur. Kurangnya air dan sanitasi yang buruk akan menimbulkan sakit pada saluran pencernaan, kulit dan mata. Penyakit-penyakit tersebut dapat diberantas melalui tersedianya air yang cukup sehingga penyakit yang banyak terdapat di daerah tropis seperti penyakit tipus abdominalis, disentri basiler dan penyakit saluran pencernaan lainnya dapat dikurangi penularannya pada manusia. Berjangkitnya penyakit ini sangat erat dengan kurang tersedianya air yang diperlukan untuk kebutuhan sehari-hari. Peningkatan volume air dapat menyebabkan menurunnya jumlah penyakit diare terutama shigellosis. Amsyari (1986) menyatakan

bahwa banyak penyakit yang secara nyata tampak mempunyai korelasi yang kuat dengan iklim misalnya jumlah kasus penyakit muntah berak akan banyak terjadi pada musim panas, gangguan pernafasan pada musim hujan atau peralihan.

Hasil penelitian pengaruh musim terhadap *Escherichia coli* air sumur menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara musim penghujan dan musim kemarau ($P > 0,05$). Hal ini dapat dijelaskan karena pencemaran air sumur tidak hanya berasal dari tumpukan kotor di sekitar sumur, tumpukan rumput, dedak atau sumber-sumber pencemar lainnya yang terbawa oleh udara atau debu musim kemarau tetapi dapat pula berasal dari air kotor yang masuk ke dalam air sumur bersama perembesan air tanah. Pada penelitian ini pencemaran bersama perembesan air tanah memberikan sumbangan yang tidak terlalu besar karena sumur yang dipakai pada penelitian ini sebagian besar sudah memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Departemen kesehatan pada tahun 1988 yaitu mengenai dinding sumur, bibir sumur dan lantai sumur.

5.2. Pengaruh Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap Jumlah Total Bakteri dan *Escherichia coli* Air Sumur Peternakan Sapi Perah

Hasil penelitian pengaruh kaporit pada berbagai dosis terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur pada lampiran 4

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Pengaruh Musim Terhadap Jumlah Total Bakteri dan *Escherichia coli* Air Sumur Peternakan Sapi Perah

Hasil penelitian pengaruh musim terhadap jumlah total bakteri air sumur pada lampiran 4 menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) dengan peningkatan jumlah bakteri pada musim kemarau. Hal ini sesuai dengan pendapat Amsyari (1986) yang menyatakan bahwa perubahan iklim pada suatu lingkungan tertentu akan berarti suatu perubahan beberapa aspek fisik dalam lingkungan tersebut.

Meningkatnya jumlah bakteri pada musim kemarau antara lain dapat disebabkan oleh masuknya bakteri lewat udara atau debu yang berasal dari tumpukan kotoran, rumput, dedak atau sumber-sumber pencemar lain di sekitar sumur, mengingat sumur yang dipakai pada penelitian ini dalam keadaan terbuka. Demikian juga Jawetz dkk (1986) menyatakan bahwa pencemaran air juga dapat disebabkan oleh masuknya butir-butir debu yang mengandung bakteri termasuk juga *Escherichia coli* yang merupakan indikator pencemaran feses, di mana debu berasal dari tempat pembuangan di sekitar sumur. (Ryadi, 1984).

dan 8 menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) yang ditunjukkan dengan penurunan jumlah bakteri yang hidup pada setiap penambahan dosis kaporit. Dengan demikian hipotesis 1 yang menyatakan bahwa dosis desinfektan kaporit berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur peternakan sapi perah diterima. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Volk (1984) yang menyatakan bahwa dosis akan mempengaruhi daya anti mikrobial suatu bahan kimia anti mikrobial.

Banyak faktor-faktor lain yang mempengaruhi efektivitas proses desinfeksi. Menurut Dharmadi dan Widjonarko (1995) efektivitas proses desinfeksi tergantung pada keadaan mikroorganisme. Jenis mikroorganisme misalnya bakteri, virus atau parasit mempunyai kepekaan tertentu terhadap desinfektan yang berlainan misalnya resistensi cyste protozoa lebih besar dari enterovirus, resistensi enterovirus lebih besar dari enterik bakteria dan bakteri berspora mempunyai resistensi yang lebih besar daripada bakteri yang tidak berspora. Jumlah mikroorganisme yang besar terutama mikroorganisme patogen, akan memerlukan desinfektan yang lebih besar pula. Mengenai penyebarannya dalam air, mikroorganisme yang terletak sendiri-sendiri akan mudah ditembus oleh desinfektan, sebaliknya kumpulan bakteri akan sulit ditembus desinfektan.

Jenis dan konsentrasi desinfektan dapat mempengaruhi efektivitas proses desinfeksi. Pada penelitian ini dipergunakan kaporit sebagai desinfektan karena disamping merupakan bahan kimia yang paling banyak digunakan, kaporit mudah didapat, harganya murah dan desinfeksiya tahan sampai beberapa jam setelah pembubuhan. Disamping sebagai desinfektan, kaporit juga dipakai sebagai oksidator untuk mengurangi bau dan rasa air sumur (Dharmadi dan Widjonarko, 1995). Menurut Sutrisno dan Suciastuti (1987), kaporit sebanyak 0,20 – 0,50 ppm atau kadang-kadang 1 ppm akan dapat membunuh bakteri dalam air.

Dosis efektif kaporit di mana total bakteri tidak mampu hidup adalah 0,75 ppm, sedangkan dosis kaporit 0,25 ppm sudah mampu membunuh bakteri *Escherichia coli*. Hal ini bisa dijelaskan karena total bakteri dapat terdiri dari bermacam-macam bakteri dan bukan hanya berasal dari feses saja. Seperti pendapat Dharmadi dan Widjornarko (1995) yang menyatakan bahwa jumlah mikro-organisme yang besar terutama patogen akan memerlukan desinfektan yang lebih besar. *Escherichia coli* adalah bakteri yang tidak membentuk spora sehingga memudahkan daya kerja kaporit sebagai desinfektan. Syarat untuk keamanan air minum, dalam air harus ada sisa klor bebas sebanyak 0,2 - 0,5 ppm. Pada penelitian ini

dosis kaporit termasuk dalam batas aman yang dapat dipakai sebagai desinfektan.

Kaporit atau klor yang dimasukkan ke dalam air mula-mula akan bereaksi dulu dengan unsur-unsur atau senyawa pereduksi yang terkandung didalamnya seperti H_2S , Fe , NO_2 , NH_3 dan zat-zat organik lain, selanjutnya baru akan efektif untuk membunuh kuman. Hal ini disebut daya pengikat klor atau daya sergap klor (Damanhuri, 1994).

Bentuk $HOCl$, OCl dan Cl_2 adalah bentuk senyawa yang aktif sebagai desinfektan dan biasanya didapat dalam bentuk klor (Cl_2), kalsium hypoklorit $Ca(OCl_2)$ atau natrium hypoklorit $Na(OCl_2)$. Penggabungan $HOCl$, OCl dan Cl_2 inilah yang disebut jumlah klor tersedia bebas. Klor tersedia bebas inilah yang akan bereaksi dengan bakteri. Mula-mula kaporit akan bereaksi dengan senyawa pereduksi dan menyisakan apa yang disebut klor tersedia bebas. Semakin banyak bakteri yang mencemari air sumur, semakin tinggi pula klor tersedia bebas yang dibutuhkan, dengan kata lain dosis kaporit yang dibutuhkan akan semakin tinggi (Damanhuri, 1994).

Diperkirakan kematian sel-sel bakteri adalah akibat dari reaksi kimia antara $HOCl$ dengan sistem enzim. $HOCl$ memiliki ukuran molekul yang kecil dan bersifat netral sehingga memudahkan $HOCl$ masuk sel secara difusi. $HOCl$ masuk sel sekaligus melakukan proses

oksidasi terhadap enzim yang mengandung gugusan *sulphydril* sehingga menyebabkan proses metabolisme terganggu dan akan terjadi kematian sel bakteri (Parwanto, 1987).

5.3. Hasil Uji Interaksi Antara Musim dengan Dosis Kaporit Terhadap Jumlah Total Bakteri dan *Escherichia Coli*

Hasil penelitian mengenai interaksi antara musim dengan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri pada lampiran 4 menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan terhadap *Escherichia coli* pada lampiran 8 tidak didapatkan adanya interaksi antara musim dengan dosis kaporit. Dengan demikian hipotesis 2 dapat diterima hanya hubungannya terhadap jumlah total bakteri saja.

Dari data pada tabel 2 yang belum diolah dengan uji statistika sebenarnya sudah dapat dilihat bahwa baik pada musim penghujan maupun musim kemarau dosis kaporit dimana *Escherichia coli* sudah tidak dapat hidup lagi adalah 0,25 ppm. Dari data tersebut ditunjukkan kemungkinan terjadinya kontaminasi *Escherichia coli* sama besar antara musim penghujan dan musim kemarau, oleh karena itu terhadap *Escherichia coli* tidak didapatkan adanya interaksi antara musim dan dosis kaporit.

Pada musim hujan dosis efektif kaporit untuk total bakteri adalah 0,25 ppm sedangkan pada musim kemarau 0,75 ppm. Dosis tersebut masih dalam batas yang aman dipakai sebagai desinfektan, sesuai dengan pendapat Sutrisno dan Suciastuti (1987) yang menyatakan bahwa dosis kaporit sebanyak 0,20 – 0,50 ppm atau kadang-kadang 1 ppm akan dapat membunuh bakteri dalam air. Pada penelitian ini dosis efektif kaporit terhadap jumlah total bakteri pada musim kemarau lebih banyak daripada musim penghujan, hal ini dapat dijelaskan dari hasil penelitian mengenai pengaruh musim terhadap jumlah total bakteri di atas.

Jumlah bakteri yang meningkat pada musim kemarau antara lain disebabkan oleh masuknya bakteri lewat udara atau debu ke dalam air sumur yang berasal dari tumpukan kotoran, rumput, dedak atau sumber-sumber pencemar lain di sekitar sumur. Bakteri bisa juga masuk lewat ember dan tali timba yang tidak diletakkan di tempat yang semestinya serta debit air yang rendah pada musim kemarau menyebabkan meningkatnya konsentrasi bakteri dalam air, oleh karena itu pada musim kemarau dibutuhkan kaporit dengan dosis yang lebih tinggi. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Dharmadi dan Widjonarko (1995) yang menyatakan bahwa jumlah mikroorganisme yang besar terutama patogen akan memerlukan desinfektan yang lebih besar.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat peningkatan jumlah total bakteri air sumur peternakan sapi perah pada musim kemarau, sedangkan terhadap *Escherichia coli* musim tidak berpengaruh nyata.
2. Penambahan dosis desinfektan menurunkan jumlah total bakteri dan *Escherichia coli* air sumur peternakan sapi perah dengan dosis efektif kaporit sebagai desinfektan air sumur peternakan sapi perah adalah 0,75 ppm.
3. Terdapat interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri

6.2. Saran

1. Untuk menghindari pencemaran oleh debu yang berasal dari kotoran di sekitar sumur atau oleh air hujan yang membawa zat-zat pencemar ke dalam air sumur, sebaiknya bangunan sumur dibuat tertutup dan juga diperhatikan mengenai kedalaman sumur, dinding sumur, bibir sumur, lantai sumur serta jarak dengan

sumber pencemar, juga diupayakan semaksimal mungkin penempatan tempat pembuangan feses di tempat yang lebih rendah dari sumur.

2. Membuat bak penampungan air sumur untuk mempermudah klorinasi dan pengontrolannya.
3. Bagi para peneliti selanjutnya disarankan untuk membahas mengenai sisa klor bebas setelah dilakukan klorinasi dan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap kerja desinfektan.

RINGKASAN

Air sumur merupakan salah satu bagian penting dalam proses produksi pada peternakan sapi perah yang masih banyak digunakan, termasuk pada peternakan sapi perah di Kabupaten Pasuruan. Kebersihan air pada peternakan sapi perah sangat penting artinya karena air merupakan media atau lingkungan yang baik untuk kehidupan mikroorganisme patogen maupun non patogen disamping itu air merupakan lingkungan yang memungkinkan bagi mikroorganisme untuk memindahkan penyakit. Pada musim penghujan dapat menyebabkan keadaan tanah basah dan adanya aliran air, sehingga memudahkan bakteri untuk bergerak bersama perembesan air tanah. Sebaliknya keadaan tanah yang kering di musim kemarau menyebabkan masuknya butir-butir debu dari udara yang mengandung bakteri.

Desinfeksi air bersih adalah tindakan paling penting dalam membunuh bakteri patogen dan virus. Klor dalam bentuk apa saja telah menjadi bahan desinfektan yang dipergunakan di banyak negara. Efektivitas suatu desinfektan antara lain dipengaruhi oleh dosis. Kaporit dengan dosis 0,20 - 0,50 ppm atau kadang-kadang 1 ppm akan dapat membunuh bakteri dalam air.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli*, mengetahui interaksi antara musim dan dosis kaporit terhadap jumlah total bakteri dan *Escherichia coli*, serta menentukan dosis kaporit yang tepat sebagai desinfeksi air sumur pada peternakan sapi perah.

Sampel air yang dipergunakan dalam penelitian ini diambil dari sumur peternakan sapi perah, pada musim hujan dan musim kemarau. Tiap periode musim diambil delapan sampel. Kemudian dilakukan klorinasi dengan dosis 0,00 ppm; 0,25 ppm; 0,50 ppm; 0,75 ppm dan 1,00 ppm. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Viable Count Technique* dengan menggunakan *standard dropping pipettes* yaitu dengan meneteskan air sumur yang diberi kaporit dengan dosis seperti tersebut diatas pada media NA dan EMBA. Sebelum dilakukan penetesan pada media uji dilakukan pengenceran terlebih dahulu. Parameter yang diamati adalah koloni bakteri yang tumbuh pada media NA dan koloni *Escherichia coli* yang tumbuh pada media EMBA.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial 2 x 5 yaitu dua faktor musim (faktor A) dan lima faktor dosis kaporit (faktor B) dengan menggunakan delapan ulangan. Data yang diperoleh ditransformasi-

kan ke ¹⁰ logaritma ($Y + 1$), kemudian dianalisis dengan sidik ragam dan apabila terdapat perbedaan yang sangat nyata diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan musim dan dosis kaporit berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah total bakteri ($P < 0,01$) serta terdapat interaksi dengan dosis efektifnya 0,75 ppm pada musim kemarau dan 0,25 ppm pada musim penghujan sedangkan untuk *Escherichia coli* hanya dosis kaporit yang berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) dengan dosis efektifnya 0,25 ppm.

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan untuk menghindari pencemaran air sumur oleh debu yang berasal dari kotoran di sekitar sumur atau oleh air hujan yang membawa zat-zat pencemar ke dalam air sumur dengan menutup lubang sumur dan membuat bak penampungan air sumur untuk mempermudah klorinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amsyari, F. 1986. Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan. Ghalia Indonesia. Jakarta. 46-47
- Anonymous, 1971. International Standards for Drinking Water. 10th Ed. World Health Organization. 18-19
- Anonymous, 1981. Water Chlorination Principles and Practises. AWWA. Denver. 450-451
- Anonymous, 1982. Pedoman Pengendalian Penyakit Hewan Menular. Jilid IV Direktorat Kesehatan Hewan. Direktorat Jenderal Peternakan. Departemen Pertanian. Jakarta. 54-61
- Anonymous, 1984. Manual of Veterinary Investigation Laboratory Techniques. Vol.1 3rd. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office. London.31
- Anonymous, 1987. Proceeding Pertemuan Ilmiah Pengolahan dan Komunikasi Hasil Penelitian Sapi Perah. Sub Balai Penelitian Ternak Grati. Pasuruan. 120-122
- Anonymous, 1994. Higiena (Majalah Dwi mingguan no. 40) 8-9
- Buchanan, R.E. and N.E. Gibbons. 1974. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 8th Ed. part 8. The Williams and Wilkins Co. 290-304
- Boyd, R. F. and J. J Marr. 1980. Medical Microbiology. 1st Ed. Little Brown and Co. Boston. 262-264
- Cottral, G. E. 1978. Manual of Standardized Methods Veterinary Microbiology. Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press. Ithaca. 156-159
- Cruicshank, R., J.P. Duguid, and B.P. Marmion. 1975. Medical Microbiology. 12th Ed. Churchill Living Stone. Edinburg. 428-432
- Daldjoeni, N. 1986. Pokok-pokok Klimatologi. Alumni Bandung. Bandung
- Damanhuri, T. 1994. Bahan Penataran Manajemen Perbaikan Kualitas Air : Desinfeksi. Kerjasama Ditjen PPM & PLP. Depkes RI dan ITB. Bandung. 1-16
- Dey, N. and T.K. Dey. 1982. Medical Bacteriology. 8th Ed Allied Agency. Calcutta. 67-69

- Depkes, RI. 1991. Pedoman Tehnis Perbaikan Kualitas Air. Dirjen P2MPLP. Direktorat Penyehatan Air. Jakarta. 32-34
- Eka Dharmadi, I. W. dan R. B. A. Widjanarko, 1995. Lembar Bacaan Modul Pelatihan Pengawas Kualitas Air dan Lingkungan Bagi Pengelola Program PABL-MPR. Tk. Kecamatan Kupang. Dinkes Propinsi NTT. 88-138
- Ewing, W. H. 1973. Defferentiation of Enterobacteriaceae by Biochemical Reaction. HEW Publication. Mineapolis. 3-5
- Gillman, A. G. and L. S. Goodman. 1985. The Pharmacologycal Basis of Therapeutics. 7th Ed. Mac Millan Publishing Company
- Goren, E. 1979. Antibiotic Sensitivity Test on Escherichia Coli Strain for Chicken Embryo. Avian Diseases. 48 : 18-22
- Hahn, A. B., R. L. Barkin and S. J. K. Oesetrich. 1982. Pharmacology Nursing. 15th Ed. The C. V. Mosby Company St. Louis. Toronto. London. 224-227
- Hofstad, M. S., H. J. Barnes, B. W. Calvek, W. M. Reid and H. W. Yoder. 1984. Disease of Poultry. 8th Ed. Iowa State University Press. Iowa. 270-277
- Jawetz, E. 1982. Desinfectans and Antiseptics. In : Katzung. B. G. Basic ans Clinical Pharmacology. Large Medical Publication. California. 276-278
- Jawetz, E., J.L. Melnich and E.A. Adelberg. 1986. Mikrobiologi Untuk Profesi Kedokteran (Review of Medical Microbiology). C.V. EGV. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. 119
- Joklik, W. K. H. P. Willet and D. B. Amos. 1984. Zinsser Microbiology. 18th Ed Appleton Century Crofts. New York. 31
- Kappoor, K. N., B. B. Millick and S. B. Kulreshta. 1978. A Note on the Drug Resistance of Escherichia Coli Isolates from Chicken and Their Close Attendons. Indian. J. Anim. Sci. 42 : 150-151
- Kusnoputranto, H. 1985. Tinja dan Kesehatan Lingkungan. Departemen Pendidikan dan Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia. Jakarta
- Kusriningrum. 1990. Rancangan Acak Kelompok. Universitas Airlangga Surabaya. 1-13
- Linton, A.H., W. B. Hugo and A. D. Russel. 1987. Desinfection in Veterinary and Farm Animal Practice. Black Well Scientific Publisation. Oxford

- Mahatmi, H. 1986. Kontaminasi Bakteri Koliform dan *Escherichia coli* pada Daging Sapi yang Dijual di Beberapa Pasar di Kecamatan Gubeng Kotamadya Surabaya. Skripsi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Merchant, L. A., and R. A. Packer. 1971. Venterinary Bacteriology and Virology. 7th Ed. The Iowa State University Press Ames Iowa. 88-100
- Parwanto. 1987. Klorinasi Air. Diterbitkan Akademi Penilik Kesehatan. Teknologi Sanitasi. Surabaya. 23-27
- Ryadi, S. 1984. Pencemaran Air. CV Karya Anda. Surabaya. 156-157
- Sanropie, J. A. R. Sumini dan Margono. 1984. Penyediaan Air Bersih. APK Tekhnologi Sanitasi. Depkes. Jakarta.
- Strobbe, M. A. 1971. Understanding Environmental Pollution. the C. V. Mosby Company. 350
- Sugiharto. 1983. Penyediaan Air Bersih Bagi Masyarakat. Diterbitkan Sekolah Pembantu Penilik Kesehatan. Tanjung Karang.
- Sugiharto. 1987. Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah. Penerbit UI. 75-76
- Suparlan. 1982. Pengembangan Air Tanah Untuk Penyediaan Air Minum. Diterbitkan Akademi Penilik Kesehatan Tehnologi Sanitasi. Surabaya 12-17
- Sutrisno, C.T. dan E. Suciastuti, 1987. Tehnologi Penyediaan Air Bersih. PT Bina Aksara. Jakarta. 63
- Volk, W.A. 1992. Basic Microbiology. 7th Ed. Harper Collins Publisher Inc. New York. 535-545
- Widodo, A. 1995. Melacak Sumber Pencemaran Air. Surabaya Post. Januari.

Lampiran 1. Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap Total Bakteri Air Sumur

Musim Hujan

NO	DOSIS KAPORIT					
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	total
1.	25600	800	400	0	0	26800
2.	2000000	0	0	0	0	2000000
3.	372000	0	0	0	0	372000
4.	160000	7200	400	0	0	167600
5.	1520000	28000				1548000
6.	11600	0	0	0	0	11600
7.	224000	0	0	0	0	224000
8.	800	0	0	0	0	800
Σ	3979200	36000	800	0	0	4350800
\bar{X}	497400	4500	100	0	0	543850

Musim Kemarau

NO	DOSIS KAPORIT					
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	Total
1.	840000	1200	400	0	0	841600
2.	480000	4000	400	0	0	484400
3.	108000	32000	0	0	0	140000
4.	1640000	20000	800	400	0	1661200
5.	1520000	40000	800	0	0	1560800
6.	44000	400	0	0	0	44400
7.	2000000	800000	40000	800	0	2840000
8.	400000	800	400	0	0	401200
Σ	7032000	898400	42800	1200	0	7973600
\bar{X}	879000	112300	5350	150	0	996700

Lampiran 2. Transformasi Logaritma (Y+1) Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap Total Bakteri Air Sumur

Musim Hujan

NO	DOSIS KAPORIT					
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	total
1.	4,408	2,903	2,602	0,000	0,000	9,913
2.	6,301	0,000	0,000	0,000	0,000	6,301
3.	4,571	0,000	0,000	0,000	0,000	4,571
4.	5,204	3,856	2,602	0,000	0,000	11,662
5.	6,182	4,447	0,000	0,000	0,000	10,629
6.	4,065	0,000	0,000	0,000	0,000	4,065
7.	5,350	0,000	0,000	0,000	0,000	5,350
8.	2,903	0,000	0,000	0,000	0,000	2,903
Σ	38,984	11,206	5,204	0,000	0,000	55,394
\bar{X}	4,873	1,401	0,651	0,000	0,000	6,924

Musim Kemarau

NO	DOSIS KAPORIT					
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	total
1.	5,924	3,079	2,602	0,000	0,000	11,605
2.	5,681	3,602	2,602	0,000	0,000	11,885
3.	5,033	4,505	0,000	0,000	0,000	9,538
4.	6,215	4,301	2,903	2,602	0,000	16,021
5.	6,182	4,602	2,903	0,000	0,000	13,687
6.	4,643	2,602	0,000	0,000	0,000	7,245
7.	6,301	5,903	4,602	2,903	0,000	19,709
8.	5,602	2,903	2,602	0,000	0,000	11,107
Σ	45,581	31,497	18,214	5,505	0,000	100,797
\bar{X}	5,698	3,937	2,277	0,688	0,000	12,600

Lampiran 3 : Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap Total Bakteri Air Sumur Mampu Bertahan Hidup

Musim (A)	DOSIS KAPORIT (B)	JUMLAH TOTAL BAKTERI										Total	Rata- rata
		1	2	3	4	5	6	7	8				
MUSIM HUJAN	0,00 ppm	4,408	6,301	4,571	5,204	6,182	4,065	5,350	2,903			38,984	4,873
	0,25 ppm	2,903	0,000	0,000	3,856	4,447	0,000	0,000	0,000			11,206	1,401
	0,50 ppm	2,602	0,000	0,000	2,603	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	0,75 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	1,00 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
MUSIM KEMARAU	0,00 ppm	5,924	5,681	5,033	6,215	6,182	4,643	6,301	5,602			45,581	5,698
	0,25 ppm	3,079	3,602	4,505	4,301	4,602	2,603	5,903	2,903			31,497	3,937
	0,50 ppm	2,602	2,602	0,000	2,903	2,903	0,000	4,602	2,602			18,214	2,277
	0,75 ppm	0,000	0,000	0,000	2,602	0,000	0,000	2,903	0,000			5,505	0,688
	1,00 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
TOTAL			21,518	18,186	14,109	27,683	11,310	25,059	14,01			156,191	19,525

Lampiran 4. Uji Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial Jumlah Total Bakteri Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup

$$FK = \frac{(\sum Y)^2}{t \cdot n}$$

$$= \frac{(156,191)^2}{8 \times 10}$$

$$= 304,945$$

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (4,408)^2 + (6,301)^2 + (4,571)^2 + \dots + (0,000)^2 - 304,945$$

$$= 418,764$$

$$JKK = \sum_{j=1}^n \frac{Y_{.j}^2}{t} - FK$$

$$= \frac{(21,518)^2 + (18,186)^2 + (14,109)^2 + \dots + (14,01)^2}{10} - 304,945$$

$$= 25,313$$

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{n} - FK$$

$$= \frac{(38,984)^2 + (11,206)^2 + (5,204)^2 + \dots + (0,000)^2}{8} - 304,945$$

$$= 333,074$$

$$JKS = JKT - (JKK + JKP)$$

$$= 418,764 - (25,313 + 333,074)$$

$$= 60,377$$

Lanjutan Lampiran 4.

MUSIM (A)	DOSIS KAPORIT					TOTAL
	(B ₀) 0,00 ppm	(B ₁) 0,25 ppm	(B ₂) 0,50 ppm	(B ₃) 0,75 ppm	(B ₄) 1,00 ppm	
HUJAN (A ₀)	38,984	11,206	5,204	0,000	0,000	55,394
KEMARAU (A ₁)	45,581	31,497	18,214	5,505	0,000	100,797
TOTAL	84,565	42,703	23,418	5,505	0,000	156,191

PERHITUNGAN

$$JK_{MUSIM} = \frac{(55,394)^2 + (100,797)^2}{8 \times 5} - 304,945$$

$$= 25,768$$

$$JK_{DOSIS} = \frac{(84,565)^2 + (42,703)^2}{8 \times 2} - 304,945 = 292,148$$

$$JK_{INTERAKSI} = JK \text{ Perlakuan} - (JK \text{ musim} + JK \text{ dosis})$$

$$= 333,074 - (25,768 + 292,148)$$

$$= 15,158$$

Lanjutan Lampiran 4.

Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F TABEL	
					0,05	0,01
Kelompok	n - 1	JKK	KTK	F _{hit . k}		
Perlakuan	t - 1	JKP	KTP	F _{hit . p}		
Musim		JKm	KTm	F _{hit . m}		
Dosis		JKd	KTd	F _{hit . d}		
Interaksi	(n-1)-(t-1)	Jki	KTi	F _{hit . i}		
Sisa		JKS	KTS			
Total	tn - 1					

Analisis Sidik Ragam Jumlah Keseluruhan Total Bakteri Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F TABEL	
					0,05	0,01
Kelompok	7	25,313	3,616	3,775**	2,17	2,95
Perlakuan	9	333,074	37,008	38,630**	2,10	2,82
Musim	1	25,768	25,768	26,900**	4,00	7,08
Dosis	4	292,148	73,037	76,240**	2,52	3,65
Interaksi	4	15,158	3,790	3,957**	2,52	3,65
Sisa	63	60,377	0,958			
	79					

Perlakuan utama (musim dan dosis kaporit) dan interaksinya berbeda sangat nyata maka perlakuan utama dapat diabaikan karena pengaruh interaksi memberi arti yang lebih penting. Oleh karena itu akan diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan.

Perbedaan Rata-rata Jumlah Keseluruhan Bakteri yang Mampu Bertahan Hidup hasil Pengaruh Interaksi Musim dan Dosis Kaporit Berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan.

Perlakuan Kombinasi	Rata-rata (\bar{X})	Beda (selisih)	P	SSR	LSR
		($\bar{X} - X$)($\bar{X} - IV$)($\bar{X} - VIII$)($\bar{X} - VII$)($\bar{X} - VI$)($\bar{X} - III$)($\bar{X} - II$)			
I (A ₁ , B ₀)	5,698 a	5,689* 5,698* 5,698* 5,047* 5,01* 4,297* 3,421* 1,761* 0,825	10	3,330	1,152
II (A ₀ , B ₀)	4,873 ab	4,873* 4,873* 4,873* 4,222* 4,185* 3,472* 2,596* 0,936*	9	3,310	1,145
III (A ₁ , B ₁)	3,937 c	3,937* 3,937* 3,937* 3,286* 3,249* 2,536* 1,66*	8	3,280	1,135
IV (A ₁ , B ₂)	2,277 d	2,277* 2,277* 2,277* 1,626* 1,589* 0,876	7	3,240	1,121
V (A ₀ , B ₁)	1,401 de	1,401* 1,401* 1,401* 0,75* 0,713	6	3,200	1,107
VI (A ₁ , B ₃)	0,688 ef	0,688 0,688 0,688 0,037	5	3,140	1,086
VII(A ₀ , B ₂)	0,651 ef	0,651 0,651 0,651	4	3,07	1,062
VIII (A ₀ , B ₃)	0,000 f	0,000 0,000	3	2,98	1,031
IX (A ₁ , B ₄)	0,000 f	0,000	2	2,83	0,979
X (A ₁ , B ₄)	0,000 f		1		

$$Se = \frac{\sqrt{KTS}}{n} = \frac{\sqrt{0,958}}{8} = 0,346$$

Musim Penghujan

II. A₀, B₀^{ab}

V. A₀, B₁^{de}

VII. A₀, B₂^{ef}

VIII. A₀, B₃^f

IX. A₀, B₄^f

Musim kemarau

I. A₁, B₀^a

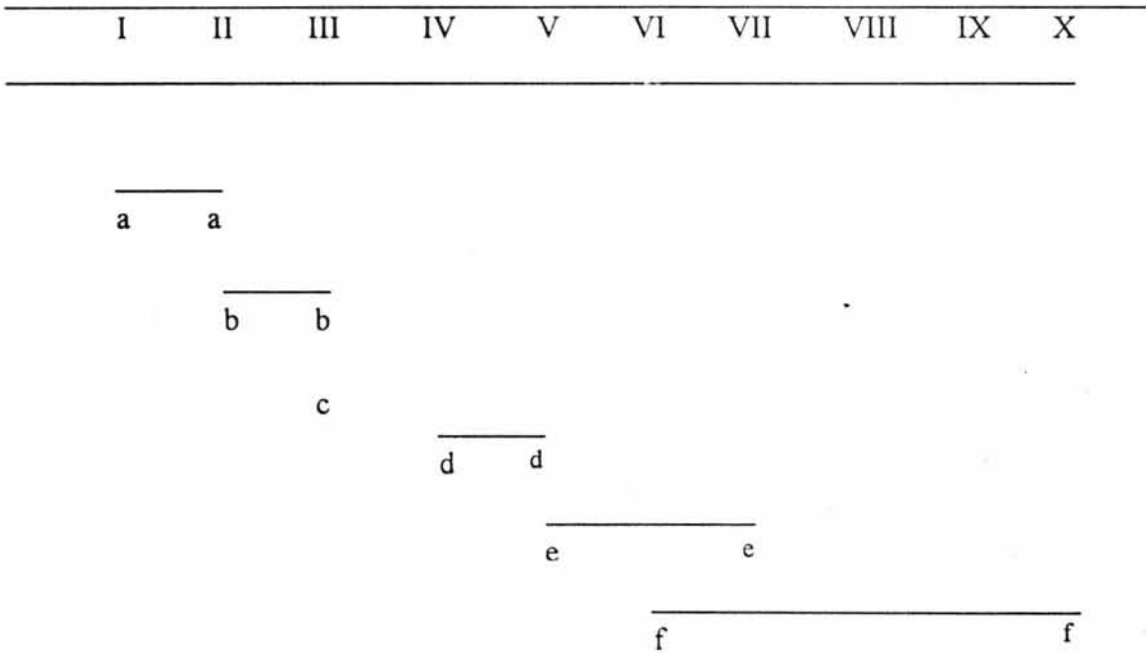
III. A₁, B₁^c

IV. A₁, B₂^d

VI. A₁, B₃^{ef}

X. A₁, B₄^f

Notasi



Kesimpulan :

- Pada musim penghujan dosis efektif desinfektan dimana bakteri tidak mampu hidup adalah pada perlakuan ke V yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan ke VII, VIII, IX
- Pada musim kemarau dosis efektif desinfektan dimana bakteri tidak mampu hidup adalah pada perlakuan ke VI yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan ke X.

Lampiran 5. Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap *Escherichia coli* Air Sumur

Musim Hujan

NO	DOSIS KAPORIT					Total
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	
1.	800	0	0	0	0	800
2.	4000	0	0	0	0	4000
3.	400	0	0	0	0	400
4.	4000	0	0	0	0	4000
5.	28000	0	0	0	0	28000
6.	2000	0	0	0	0	2000
7.	76000	0	0	0	0	76000
8.	400	0	0	0	0	400
Σ	115600	0	0	0	0	115600
\bar{X}	14450					14450

Musim Kemarau

NO	DOSIS KAPORIT					Total
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	
1.	32000	0	0	0	0	32000
2.	1200	0	0	0	0	1200
3.	33200	0	0	0	0	33200
4.	1200	0	0	0	0	1200
5.	76000	0	0	0	0	76000
6.	400	0	0	0	0	400
7.	16000	0	0	0	0	16000
8.	16000	0	0	0	0	16000
Σ	176000	0	0	0	0	176000
\bar{X}	22000	0	0	0	0	22000

Lampiran 6. Transformasi Logaritma ($Y + 1$) Perlakuan Kaporit pada Berbagai Dosis Terhadap *Escherichia coli* Air Sumur

Musim Hujan

NO	DOSIS KAPORIT					
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	total
1.	2,903	0,000	0,000	0,000	0,000	2,903
2.	3,602	0,000	0,000	0,000	0,000	3,602
3.	2,602	0,000	0,000	0,000	0,000	2,602
4.	3,602	0,000	0,000	0,000	0,000	3,602
5.	4,447	0,000	0,000	0,000	0,000	4,447
6.	3,301	0,000	0,000	0,000	0,000	3,301
7.	4,881	0,000	0,000	0,000	0,000	4,881
8.	2,602	0,000	0,000	0,000	0,000	2,602
Σ	27,94	0,000	0,000	0,000	0,000	27,94
\bar{X}	3,493	0,000	0,000	0,000	0,000	3,493

Musim Kemarau

NO	DOSIS KAPORIT					
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	total
1.	32000	0,000	0,000	0,000	0,000	32000
2.	1200	0,000	0,000	0,000	0,000	1200
3.	33200	0,000	0,000	0,000	0,000	33200
4.	1200	0,000	0,000	0,000	0,000	1200
5.	76000	0,000	0,000	0,000	0,000	76000
6.	400	0,000	0,000	0,000	0,000	400
7.	16000	0,000	0,000	0,000	0,000	16000
8.	16000	0,000	0,000	0,000	0,000	16000
Σ	31,075	0,000	0,000	0,000	0,000	31,075
\bar{X}	3,884	0,000	0,000	0,000	0,000	3,884

Lampiran 7 : Jumlah *Escherichia coli* Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup

Musim (A)	DOSIS KAPORIT (B)	JUMLAH TOTAL BAKTERI										Total	Rata- rata
		1	2	3	4	5	6	7	8				
MUSIM HUJAN	0,00 ppm	2,903	3,602	2,602	3,602	4,447	3,301	4,881	2,602			27,94	3,493
	0,25 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	0,50 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	0,75 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	1,00 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
MUSIM KEMARAU	0,00 ppm	4,505	3,079	4,521	3,079	4,881	2,602	4,204	4,204			31,075	3,884
	0,25 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	0,50 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	0,75 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
	1,00 ppm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
TOTAL			7,408	6,681	8,928	5,903	9,085	6,806	59,015			59,015	7,377

Lampiran 8. Uji Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial *Escherichia coli* Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup

$$FK = \frac{(\Sigma Y)^2}{t \cdot n}$$

$$= \frac{(59,015)^2}{8 \times 10}$$

$$= 43,525$$

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (2,903)^2 + (3,602)^2 + (2,602)^2 + \dots + (0,000)^2 - 43,525$$

$$= 185,530$$

$$JKK = \sum_{j=1}^n \frac{Y_{ij}^2}{t} - FK$$

$$= \frac{(7,408)^2 + (6,681)^2 + (7,123)^2 + \dots + (6,806)^2}{10} - 43,525$$

$$= 0,305$$

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{ij}^2}{n} - FK$$

$$= \frac{(27,94)^2 + (0,000)^2 + (0,000)^2 + \dots + (0,000)^2}{8} - 43,525$$

$$= 174,762$$

$$JKS = JKT - (JKK + JKP)$$

$$= 184,530 - (0,305 + 174,762)$$

$$= 9,463$$

Lanjutan Lampiran 8.

Jumlah keseluruhan *Escherichia coli* yang mampu bertahan hidup

MUSIM	DOSIS KAPORIT					TOTAL
	0,00 ppm	0,25 ppm	0,50 ppm	0,75 ppm	1,00 ppm	
HUJAN	27,94	0,000	0,000	0,000	0,000	27,94
KEMARAU	31,075	0,000	0,000	0,000	0,000	31,075
TOTAL	59,119	0,000	0,000	0,000	0,000	59,019

$$JK_{\text{MUSIM}} = \frac{(27,94)^2 + (31,075)^2}{8 \times 5} - 43,525$$

$$= 0,132$$

$$JK_{\text{DOSIS}} = \frac{(59,015)^2 + (0,000)^2 + \dots + (0,000)^2}{8 \times 2} - 43,525$$

$$= 174,148$$

$$JK_{\text{INTERAKSI}} = JK \text{ Perlakuan} - (JK \text{ musim} + JK \text{ dosis})$$

$$= 174,762 - (0,132 + 174,148)$$

$$= 0,482$$

Lanjutan Lampiran 8.**Analisis Sidik Ragam**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{Hitung}	F TABEL	
					0,05	0,01
Kelompok	n - 1	JKK	KTK	F _{hit . k}		
Perlakuan	t - 1	JKP	KTP	F _{hit . p}		
musim		JKm	KTm	F _{hit . m}		
dosis		JKd	KTd	F _{hit . d}		
interaksi		Jki	KTi	F _{hit . i}		
Sisa	(n-1)-(t-1)	JKS	KTS			
Total	tn - 1					

Analisis Sidik Ragam Jumlah Keseluruhan *Escherichia coli* Air Sumur yang Mampu Bertahan Hidup

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{Hitung}	F TABEL	
					0,05	0,01
Kelompok	7	0,305	0,044	0,29	2,17	2,95
Perlakuan	9	174,762	19,418	129,45**	2,10	2,82
Musim	1	0,132	0,132	0,88	4,00	7,08
Dosis	4	174,148	43,537	290,250**	2,52	3,65
Interaksi	4	0,482	0,121	0,807	2,52	3,65
Sisa	63	9,463	0,150			
	79					

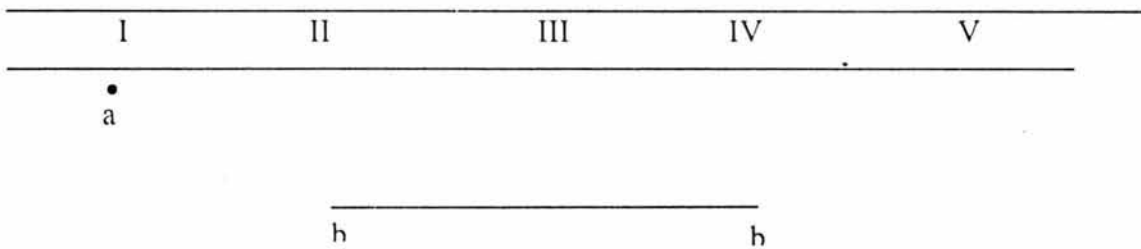
Perlakuan dengan dosis kaporit berbeda sangat nyata ($F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,01), oleh karena itu yang akan diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan adalah perlakuan dengan dosis kaporit.

Perbedaan Rata-rata Jumlah Bakteri *Escherichia coli* Hasil Pengaruh Perlakuan Kaporit Pada Berbagai Dosis Berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan.

Perlakuan Kombinasi	Rata-rata (X̄)	Beda (selisih)				P	SSR	LSR
		X̄-V	X̄-IV	X̄-III	X̄-II			
I 0,00 ppm	3,688 a	3,688*	3,688*	3,688*	3,688*	5	3,14	0,430
II 0,25 ppm	0,000 b	0,000	0,000	0,000	0,000	4	3,07	0,421
III 0,50 ppm	0,000 b	0,000	0,000	0,000		3	2,98	0,408
IV 0,75 ppm	0,000 b	0,000	0,000			2	2,83	0,388
V 1,00 ppm	0,000 b	0,000				1		

$$Se = \frac{\sqrt{KTS}}{n} = \frac{\sqrt{0,15}}{8} = 0,13$$

Notasi



Kesimpulan :

Perlakuan kaporit pada berbagai dosis yang menghasilkan jumlah bakteri *Escherichia coli* yang mampu bertahan hidup terbesar adalah perlakuan I, sedangkan jumlah *Escherichia coli* yang mampu bertahan hidup terkecil adalah perlakuan II, III, IV dan V