

ABSTRAK

Beberapa Teknik Pengolahan Air Siap Minum dalam Mengeliminasi Kuman Patogen Secara Biologik

Ignatius Geraldo Simonata, 2020

Pembimbing I: Dr. Philips Onggowidjaja, S.Si, M.Si.

Pembimbing II: Fanny Rahardja, dr., M.Si.

Air sangatlah penting untuk menyokong kehidupan. Kebutuhan air terus meningkat selaras dengan peningkatan jumlah penduduk, sedangkan jumlah air bersih semakin berkurang dan kualitasnya semakin buruk. Risiko terbesar bagi kesehatan masyarakat adalah air yang terkontaminasi dengan kotoran yang berasal dari manusia dan hewan. Paparan langsung atau tidak langsung terhadap air yang terkontaminasi dapat menyebabkan *waterborne disease*/penyakit terkait air. Untuk mengurangi resiko penyakit tersebut, terdapat bermacam-macam teknologi pengolahan air minum yang dapat digunakan. *Sand Silica Filter* hanya dapat mengeliminasi sebagian besar kuman patogen dalam air baku karena kurang efisien terhadap mengeliminasi ookista *Cryptosporidium*. *Nanofiltration* dapat mengeliminasi semua kuman patogen dalam air baku, tetapi memiliki biaya yang tinggi. Klorinasi dapat mengeliminasi kuman patogen dalam air baku, meskipun biayanya murah, klorinasi dapat menyebabkan reaksi hipersensitivitas bagi individu yang alergi terhadap zat tersebut. Teknologi pengolahan air minum menggunakan sinar UV dapat mengeliminasi kuman patogen dalam air baku tetapi tidak dapat mengeluarkan mikroorganisme yang sudah mati dalam air. Teknologi pengolahan air minum menggunakan Ozon dapat mengeliminasi kuman patogen dalam air baku tetapi sama halnya dengan klorin, ozon dapat menyebabkan reaksi hipersensitivitas bagi individu yang alergi terhadap zat tersebut. Untuk memastikan keamanan air minum sebaiknya dilakukan beberapa teknik pengolahan air yang juga memiliki risiko terhadap kesehatan paling rendah.

Kata Kunci : Air siap minum, *waterborne disease*, teknik pengolahan air

ABSTRACT

Several Ready-to-Drink Water Treatment Techniques in Eliminating Patogenic Germs Biologically

Ignatius Geraldo Simonata, 2020

Supervisor I: Dr. Philips Onggowidjaja, S.Si, M.Si.

Supervisor II: Fanny Rahardja, dr., M.Si.

Water is essential to support life. The need for water continues to increase in line with the increase in population, while the amount of clean water is decreasing and the quality is getting worse. The greatest risk to public health is water that is contaminated with feces of human and animal origin. Direct or indirect exposure to contaminated water can cause waterborne disease / water-related disease. To reduce the risk of these diseases, there are various drinking water treatment technologies that can be used. Sand Silica Filter can only eliminate most of the pathogens in raw water because it is less efficient at eliminating Cryptosporidium oocysts. Nanofiltration can eliminate all pathogenic germs in raw water, but has a high cost. Chlorination can eliminate pathogenic germs in raw water, although it is cheap, chlorination can cause hypersensitivity reactions in individuals who are allergic to the substance. Drinking water treatment using UV light can eliminate pathogenic germs in raw water but cannot remove dead microorganisms in the water. Drinking water treatment using Ozone can eliminate pathogenic germs in raw water but just like chlorine, ozone can cause hypersensitivity reactions for individuals who are allergic to the substance. To ensure the safety of drinking water, it is recommended that several water treatment techniques be carried out which also have the lowest risk to health.

Keywords: Ready-to-drink water, waterborne disease, water treatment techniques

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR ISTILAH	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Manfaat Studi Pustaka	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Waterborne disease</i>	4
2.1.1 Definisi.....	4
2.1.2 Epidemiologi.....	4
2.1.3 Etiologi.....	5
2.1.3.1 Bakteri.....	5
2.1.3.2 Virus.....	23
2.1.3.3 Protozoa	37
2.1.3.4 Cyanobacteria.....	45
2.1.3.5 Helmenthes.....	47
2.2 Teknik Pengolahan Air Minum	55
2.2.1 <i>Slow Sand Filtration</i>	55
2.2.2 <i>Nanofiltration</i>	60
2.2.3 <i>Chlorination</i> / klorinasi	63
2.2.4 Ultraviolet (UV).....	66
2.2.5 Ozon.....	69
2.3. Teknik Pengolahan Air Minum yang Sering Digunakan.....	74

BAB III PENUTUP	77
3.1 Simpulan	77
3.2 Saran	78
LAMPIRAN	54
DAFTAR PUSTAKA	80
RIWAYAT HIDUP	98



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Bakteri dalam air, penyakit yang terkait, infektivitasnya dan tingkat resistensinya terhadap desinfektan.....	7
Tabel 2.2	Klasifikasi <i>Salmonellae</i> dan serovarnya.....	9
Tabel 2.3	Klasifikasi <i>Escherichia coli</i> , hubungannya dengan diare, serta mekanisme patogenesisnya	14
Tabel 2.4	Cyanobacteria dalam air, penyakit yang terkait, infektivitasnya dan tingkat resistensinya terhadap desinfektan	21
Tabel 2.5	Virus dalam air, penyakit yang terkait, infektivitasnya dan tingkat resistensinya terhadap desinfektan.....	24
Tabel 2.6	Penelitian terkait <i>Nanofiltration</i>	37
Tabel 2.7	Penelitian terkait <i>Chlorination</i> / Klorinasi.....	39
Tabel 2.8	Penelitian terkait sinar UV	43
Tabel 2.9	Penelitian terkait Ozon.....	46
Tabel 1.A	Protozoa dalam air, penyakit yang terkait, infektivitasnya dan tingkat resistensi terhadap desinfektan	55
Tabel 1.B	Helmenthes dalam air, penyakit yang terkait, infektivitasnya dan tingkat resistensinya terhadap desinfektan	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mikrograf elektron <i>S. typhimurium</i>	8
Gambar 2.2	<i>Shigella dysenteriae</i> (batang, gram negatif)	10
Gambar 2.3	Spesies <i>Campylobacter</i> yang berbentuk batang/spiral dengan menggunakan pewarnaan Gram.....	12
Gambar 2.4	Pewarnaan Gram menunjukkan basil gram negatif dalam susunan tidak teratur dan berwarna merah jambu sampai merah.....	14
Gambar 2.5	Hasil pewarnaan Gram <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , batang kecil gram negatif.....	16
Gambar 2.6	Pewarnaan Gram <i>Vibrio cholerae</i>	18
Gambar 2.7	<i>Yersinia enterocolitica</i> menggunakan pewarnaan Gram.....	20
Gambar 2.8	<i>Microcystis aeruginosa</i>	22
Gambar 2.9	Poliovirus terlihat menggunakan mikroskop elektron	25
Gambar 2.10	Coxsackievirus terlihat menggunakan mikroskop elektron	25
Gambar 2.11	Partikel Hepatitis A terlihat menggunakan mikroskop elektron....	27
Gambar 2.12	Mikrograf elektron dari partikel rotavirus berlapis tiga	28
Gambar 2.13	Mikrograf elektron dari virion adenovirus	29
Gambar 2.14	Mikrograph elektron dari partikel astrovirus dengan struktur bintang berujung lima terlihat jelas di permukaan	30
Gambar 2.15	Diagram <i>slow sand filtration</i>	32
Gambar 2.16	Mekanisme yang dilalui zat terlarut dalam nanofiltrasi	36
Gambar 2.17	Beberapa contoh unit sanitasi ultraviolet (UV)	42
Gambar 2.18	Skema sistem teknologi pengolahan air minum ozone	45
Gambar 2.19	Proses pengolahan air minum isi ulang merek X.....	49
Gambar 2.20	Proses pengolahan air minum isi ulang merek Y.....	50
Gambar 2.21	Proses pengolahan air minum isi ulang merek Z.....	50
Gambar 1.A	Klasifikasi protozoa beserta contohnya.....	54
Gambar 1.B	Hasil pemindaian elektron dari trofozoit <i>Acanthamoeba</i> , struktur yang ditunjuk adalah permukaan berduri disebut acanthopodia yang	

	membedakan <i>Acanthamoeba</i> dari amebae hidup bebas lainnya yang menginfeksi manusia, seperti <i>B. mandrillaris</i> , <i>N. fowleri</i> , dan <i>Sappinia diploidea</i>	56
Gambar 1.C	Kista <i>E. histolytica</i> dalam sampel air baku yang diwarnai dengan yodium.....	58
Gambar 1.D	Pewarnaan trikrom dari trofozoit <i>E. histolytica</i> pada amebiasis ...	58
Gambar 1.E	Kedua jenis bentuk vegetatif <i>E. histolytica</i>	59
Gambar 1.F	Fotomikrograf dari Kista <i>Giardia</i> : pewarnaan langsung dengan Lugol	61
Gambar 1.G	Fotomikrograf trofozoit <i>Giardia</i> menggunakan pewarnaan Giemsa.....	61
Gambar 1.H	Tahap kehidupan <i>Giardia lamblia</i>	62
Gambar 1.I	Pada pewarnaan Safranin, ookista <i>Cryptosporidium</i> terlihat sebagai warna oranye kemerahan cerah.....	65
Gambar 1.J	Pada pewarnaan <i>Trichrome</i> , Ookista terlihat sebagai struktur bulat kecil berukuran 4 sampai 6 μm	66
Gambar 1.K	Struktur skematik dari trofozoit <i>Toxoplasma gondii</i>	68
Gambar 1.L	Struktur skematik dari bradizoit <i>Toxoplasma gondii</i>	69
Gambar 1.M	Struktur skematik dari sporozoit <i>Toxoplasma gondii</i>	70
Gambar 2.A	Perbedaan anatomi <i>Ascaris lumbricoides</i> jantan dan betina	73
Gambar 2.B	<i>Trichuris trichiura</i> jantan dan betina	74
Gambar 2.C	Skoleks <i>Taenia saginata</i>	76
Gambar 2.D	Telur <i>Taenia saginata</i>	76
Gambar 2.E	<i>Schistosoma mansoni</i> dewasa	77

DAFTAR ISTILAH

Amoebiasis	: Amoebiasis atau disentri amuba, adalah infeksi yang disebabkan oleh salah satu amuba dari genus <i>Entamoeba</i> .
Amoebiasis ekstraintestinal	: infeksi yang dapat terjadi jika amuba menyebar ke organ lain, paling sering ke hati yang menyebabkan abses hati.
Anaerob fakultatif	: bakteri yang dapat tumbuh baik ada atau tidaknya oksigen. Mampu membuat ATP melalui respirasi aerob jika terdapat oksigen, dan mampu beralih ke fermentasi jika oksigen tidak ada.
Bakteriofag	: virus yang menginfeksi dan bereplikasi di dalam bakteri.
Deaminasi	: penghapusan gugus amino dari suatu molekul.
Dermatitis	: istilah umum yang menggambarkan iritasi kulit, biasanya disertai gatal, kulit kering atau ruam pada kulit yang membengkak dan memerah.
Eksotoksin	: zat beracun yang disekresikan oleh bakteri tertentu dan dapat menyebabkan kerusakan pada inang dengan menghancurkan sel atau mengganggu metabolisme sel normal.
Ensefalitis	: peradangan pada otak, umumnya karena infeksi.
Enterotoksik	: sifat toksin yang dilepaskan oleh mikroorganisme yang menargetkan usus.
Enterovirus	: jenis virus RNA untai tunggal yang dikaitkan dengan beberapa penyakit manusia, terutama menginfeksi usus.
Epidemiologi	: studi dan analisis tentang distribusi, dan pola mengenai kondisi kesehatan dan penyakit dalam populasi tertentu.

Fagosit	: sejenis sel di dalam tubuh yang mampu menelan dan menyerap bakteri serta sel dan partikel kecil lainnya.
Faktor virulensi	: Faktor yang diproduksi oleh mikroorganisme dan menimbulkan penyakit (contoh : toksin).
Fase bradizoit	: stadium yang merupakan perubahan dari takizoit yang membelah dan berada didalam suatu kista sehingga sering disebut juga sebagai kista jaringan.
FBS	: <i>Fetal bovine serum</i> , serum yang berasal dari darah yang diambil dari janin sapi.
Flagela	: filamen protein panjang dengan panjang seragam yang bertanggung jawab atas motilitas sel.
Gastrointestinal	: Kata sifat yang secara kolektif mengacu pada lambung dan usus kecil dan besar.
Genus	: peringkat dalam klasifikasi biologik (atau taksonomi), berdiri di atas spesies, dan di bawah famili. Genus dapat mencakup lebih dari satu spesies.
Giardiasis	: Infeksi usus yang disebabkan oleh parasit <i>Giardia</i> .
Hepatotoksin	: zat kimia beracun yang merusak hati.
Hipersensitivitas	: sensitivitas abnormal terhadap alergen, obat, atau agen lain, di mana tubuh bereaksi dengan respon imun yang berlebihan.
Infeksi nosocomial	: infeksi yang didapat di rumah sakit atau fasilitas perawatan kesehatan lainnya.
Inokulum	: media pertumbuhan mikroorganisme untuk mengoptimalkan pertumbuhannya.

Intraseluler obligat	: mikroorganisme parasit yang tidak dapat bereproduksi di luar sel inang, memaksa inang untuk membantu reproduksi parasit.
Kapsid	: cangkang protein virus, yang menutupi materi genetiknya.
Kariosom	: Kariosom mengacu pada bahan kromatin di dalam inti sel saat sel tidak mengalami pembelahan meiosis.
Keratitis	: peradangan pada kornea.
Kista	: tahap istirahat atau dorman dari mikroorganisme, yang membantu organisme untuk bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.
Morbiditas	: tingkat yang sakit dan yang sehat dalam suatu populasi.
Mortalitas	: ukuran jumlah kematian dalam populasi tertentu, diskalakan dengan ukuran populasi tersebut, per unit waktu.
Motil	: kemampuan organisme untuk bergerak secara mandiri, menggunakan energi metabolic.
<i>Neuronaltotoxicity</i>	: bentuk toksisitas dari bahan biologik, kimiawi, atau fisik menghasilkan efek merugikan pada struktur atau fungsi sistem saraf pusat dan / atau perifer.
Ookista	: Tahap siklus hidup parasit yang kokoh dan berdinding tebal.
Perforasi usus	: hilangnya kontinuitas dinding usus.
Plasmid	: molekul DNA ekstrakromosom kecil di dalam sel yang secara fisik terpisah dari DNA kromosom dan dapat bereplikasi secara independen.

Pneumonitis	: istilah umum yang mengacu pada peradangan jaringan paru-paru.
Prevalensi	: proporsi populasi tertentu yang ditemukan terpengaruh oleh kondisi medis pada waktu tertentu.
Proglottid	: segmen pada cacing yang mengandung organ reproduksi jantan dan betina.
Pruritus	: rasa gatal yang bisa meliputi seluruh atau sebagian tubuh seseorang.
Pseudopodia	: bagian membran sel yang berisi sitoplasma yang mampu mengubah bentuknya agar dapat bergerak.
<i>Respiratory droplet</i>	: tetesan air kecil yang dihasilkan melalui pernafasan, terdiri dari air liur atau lendir dan materi lain yang berasal dari permukaan saluran pernafasan.
Ribosom	: partikel yang terdiri dari RNA dan protein yang berfungsi untuk mensintesis protein.
RT-PCR	: <i>Reverse transcription polymerase chain reaction</i> , yaitu teknik laboratorium yang menggabungkan transkripsi balik RNA menjadi DNA dan amplifikasi target DNA tertentu menggunakan reaksi berantai polimerase.
Saluran Ginokofor	: merupakan alur ventral di mana skistosoma jantan mengikat betina.
Sel eukariotik	: sel yang memiliki membran inti.
Shigellosis	: bentuk diare akibat bakteri yang disebabkan oleh bakteri gram negatif spesies <i>Shigella</i> .
Sianotoksin	: racun yang diproduksi oleh cyanobakteria.
Siklus monoxenous	: siklus yang terjadi dalam satu host.

Sitokrom	: protein yang mengandung heme dan yang fungsi biologik utamanya, dalam sel hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme, adalah transpor elektron.
Skoleks	: organ tubuh cestoda yang berfungsi untuk melekat pada dinding usus.
Sporoblas	: sel sporozoa yang dihasilkan dari reproduksi seksual dan menghasilkan spora dan sporozoit.
Sporozoit	: bentuk infeksi yang biasanya motil dari beberapa sporozoa yang merupakan produk sporogoni dan memulai siklus aseksual pada inang baru.
Sporulasi	: pembentukan spora dari sel vegetatif dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.
TOC (<i>Total Organic Carbon</i>)	: ukuran jumlah total karbon dalam senyawa organik dalam air murni dan sistem air.
Trofozoit	: tahap pertumbuhan dalam siklus hidup beberapa parasit, ketika mereka menyerap nutrisi dari inang.
Vakuola parasitofor	: vakuola yang ditemukan di sel inang tempat sebagian besar parasit berada dan berkembang.
Virion	: seluruh partikel virus yang terdiri dari cangkang protein luar yang disebut kapsid dan asam nukleat (asam ribonukleat atau deoksiribonukleat, RNA atau DNA).
Zigot	: sel eukariotik yang dibentuk oleh pembuahan antara dua gamet.