

MENGUAK CATATAN

DIBALIK JARAK 10-11 METER

*Tinjauan Jarak Aman Sumber Pencemaran
Secara Mikrobiologis*

A. A Istri Agung Trisnawati.S.Si., M.Pd
Erris Siregar, SKM., MPH



**MENGUAK CATATAN DIBALIK
JARAK 10-11 METER TINJAUAN
MIKROBIOLOGIS JARAK AMAN
SUMBER PENCEMARAN**

MENGUAK CATATAN DIBALIK JARAK 10-11 METER TINJAUAN MIKROBIOLOGIS JARAK AMAN SUMBER PENCEMARAN

**A.A I.A Trisnawati, S.Si., M.Pd
Erris Siregar, SKM., MPH**



MENGUAK CATATAN DIBALIK JARAK 10-11 METER TINJAUAN MIKROBIOLOGIS JARAK AMAN SUMBER PENCEMARAN

© Penerbit Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI)

Penulis:

A.A I.A Trisnawati, S.Si., M.Pd
Erris Siregar, SKM., MPH

Editor:

Ahmad Ruhardi, S.Si., M.KL

Cetakan Pertama: September 2021

Cover: Arif Rahman, SKM., MPH

Tata Letak : Tim Kreatif PRCI

Hak Cipta 2021, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

**Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT**

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2021 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I - : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2021
; 14,8 x 21 cm
ISBN : 978-623-6478-65-3

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Isi diluar tanggung jawab Penerbit
Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat karuniaNya buku yang berjudul “MENGUAK CATATAN DIBALIK JARAK 10-11 METER TINJAUAN MIKROBIOLOGIS JARAK AMAN SUMBER PENCEMARAN” dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa buku ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap buku ini berguna dan bermanfaat bagi para pendidik, rekan sanitarian, calon Tenaga Kesehatan Lingkungan, mahasiswa Jurusan Kesehatan Lingkungan dari jenjang sanitasi diploma tiga, sanitasi Lingkungan Program Sarjana Terapan, Magister vokasi terapan maupun S-3, disiplin ilmu yang terkait serta masyarakat. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah ikut berperan serta dalam penyusunan buku ini. Akhir kata, selamat membaca, salam sukses untuk kita semua.

Mataram, Juli 2021

Penulis,

Sekapur Sirih

Ali Wardana, SKM., M.Si

Kepala Balai Pelatihan Kesehatan Provinsi NTB

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Tulisan dalam buku ini sangat luar biasa, penulis telah mampu mengembangkan potensi diri sebagai perwujudan pengembangan profesi sebagai pejabat fungsional dalam penulisan karya tulis ilmiah sesuai spesialisasinya dalam bentuk buku. Materi dalam buku ini disuguhkan secara sederhana, jelas, tidak berbelit belit dan gampang dimengerti. Buku yang ditulis oleh dua sekawan berlatar belakang pendidikan kesehatan lingkungan (Kesling) ini merupakan karya kolaborasi antara seorang widyaiswara kesehatan yang bertugas dalam mendidik mengajar dan melatih (dikjartih) tenaga kesehatan (nakes) dengan dosen pendidik calon nakes kesling. Buku ini mampu memberikan jawaban yang lugas secara mikrobiologis alasan mengapa jarak aman antara sumber pencemar dengan sumber air adalah 10-11 Meter. Tidak akan ada lagi jawaban “Memang seperti itu adanya” dan para sanitarian akan lebih percaya diri memberikan penjelasan kepada masyarakat di wilayah kerjanya terkait hal tersebut di atas. Masyarakat awam yang membaca pun akan memahami dengan baik sehingga tahu, sadar, mau dan mampu merubah perilaku untuk mendukung kesehatan lingkungan. Selamat membaca, semoga karya ini mampu menginspirasi para widyaiswara, dosen dan sanitarian yang ada untuk berkarya dalam tulisan. Akhir kata, selamat dan sukses selalu untuk kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

SAMBUTAN DIREKTUR POLTEKKES KEMENKES JAMBI

Rusmimpong, S.Pd., M.Kes

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, saya selaku Direktur Poltekkes Kemenkes Jambi dan Segenap Civitas Academica mengucapkan selamat atas terbitnya Buku **Menguak Catatan DIBALIK Jarak 10 – 11 Meter** Tinjauan Jarak Aman Sumber Pencemaran Secara Mikrobiologis, sebagai media komunikasi yang dipersiapkan untuk menjembatani komunikasi antara pembaca dan penyelenggara pendidikan serta sarana informasi di dunia pendidikan dan secara khususnya untuk seluruh Poltekkes Kemenkes di Indonesia yang harapnya dalam menyelenggarakan pendidikan berkualitas, baik dari sisi sarana dan prasarana, sumber daya insani, proses belajar mengajar maupun lulusannya.

Dengan adanya informasi yang disajikan dalam buku ini, diharapkan selain dapat menambah wawasan dan pengetahuan, juga mampu meningkatkan inovasi yang berkesinambungan, serta sebagai upaya pembinaan bagi pendidik dapat menuangkan ide atau gagasan dalam bentuk tulisan. Saya juga menyampaikan ucapan selamat dan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penerbitan buku ini sehingga dapat selesai pada waktunya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan perlindungan kepada kita sekalian dalam melaksanakan tugas pengabdian kepada bangsa dan negara melalui peningkatan ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Jambi, September 2021
Direktur Poltekkes Kemenkes Jambi

RUSMIMPONG, S.Pd., M. Kes
NIP. 196703011998031001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
 BAB II SUMBER AIR DAN KESEHATAN	7
A. Sumber Air	7
1. Air Atmosfer (air Hujan).....	9
2. Air Laut	9
B. Sarana Penyediaan Air Bersih.....	18
1. Sumur Gali	19
2. Sumur Bor.....	21
3. Pengelolaan Mata Air (PMA).....	22
4. Penampungan Air Hujan (PAH).....	22
C. Air dan Kesehatan	24
D. Penyakit yang Berhubungan dengan Air	30
 BAB III SUMBER DAN PROSES PENCEMARAN AIR	35
A. Pengertian Pencemaran Air	35
B. Proses Pencemaran Sumur Gali.....	37
C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Sumur Gali.....	39
D. Limbah Domestik Sebagai Pencemar	44
 BAB IV BAKTERIOLOGIS SUMBER PENCEMARAN AIR	47
A. Mikroorganisme Indikator	47
1. Coliform Total (<i>Total Coliforms</i>).....	49
2. Coliform Fekal.....	51
3. <i>Streptococcus</i> Fekal.....	53

B. Bakteri Sebagai Organisme pencemar	53
1. Bentuk Bakteri	53
2. Struktur dan Fungsi Luar Sel Bakteri	55
C. Cara Pemeriksaan Kandungan Bakteri <i>Coliform</i>	64
1. Multiple tube method.....	65
2. Membrane Filter Technique.....	70
3. <i>Primary Health Care Technique</i>	70
 BAB V MENGAPA 10-11 METER?	71
A. Pola Pencemaran Mikroorganisme dan Bahan Kimia	71
B. Jarak Aman Sumber Pencemar yang Diperkirakan.	74
 BAB VI UPAYA MENGATASI PENCEMARAN AIR OLEH SUMBER PENCEMAR	81
A. Cara Aman untuk Menghindari Pencemaran	81
B. Cara Perbaikan Kualitas Air Secara Sederhana	85
1. Sedimentasi	85
2. Koagulasi / Flokulasi	85
3. Aerasi	85
4. Filtrasi.....	86
5. Desinfeksi.....	86
C. Upaya Pemerintah Dalam Mengatasi Pencemaran Sumber Air.....	87
1. Upaya pemerintah dalam menindak masalah sanitasi melalui program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM).....	87
2. Memaksimalkan peran Masyarakat dalam Pengendalian Pencemaran Sumber Air dengan mengubah Persepsi tentang IPAL Komunal	90
3. Kebijakan perizinan pembangunan perumahan ..	91

4. Implementasi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Sumber Air Bersih pada Lokasi Perumahan Sederhana oleh Developer.....	92
BAB VII PENUTUP	95
DAFTAR PUSTAKA	102
BIOGRAFI PENULIS	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu	
Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk	
Keperluan Higiene Sanitasi	28
Tabel 2.2 Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu	
Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk	
Keperluan Higiene Sanitasi.....	28
Tabel 2.3 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu	
Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk	
Keperluan Higiene Sanitasi.....	29
Tabel 2.4 Penyebab Penyakit Melalui Air (<i>Water-Borne</i>	
<i>Disease</i>) dan Pengaruhnya Pada Penderita.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pengolahan Air Sistem Reverse Osmosis (Said Idaman Nusa, dkk)	14
Gambar 4.1 Bentuk Bakteri.....	54
Gambar 4.2 Tipe bakteri berdasarkan jumlah flagelanya	58
Gambar 5.1 Pola Pencemaran Tanah oleh Bakteri dan Zat Kimia	72
Gambar 5.2 Pola Pencemaran Tanah oleh Bakteri dan Zat Kimia serta Jarak Migrasinya	72



BAB I

PENDAHULUAN

Di era milenial ini, masyarakat tidak asing lagi dengan kesehatan lingkungan. Akibat yang akan ditimbulkan jika lingkungan tidak memenuhi kesehatan pun sudah jelas diketahui. Bahkan pengetahuan masyarakat jauh dari yang kita perkirakan. Era digital telah mendekatkan masyarakat dengan teknologi. Bahwa dengan menggerakkan satu jari semua informasi kesehatan lingkungan yang dibutuhkan tersedia dengan lengkap dan cepat sesuai permintaan. Salah satu hal terkait dengan kesehatan lingkungan adalah informasi jarak aman sumber air dengan sumber pencemaran. Umum di masyarakat dengan pertanyaan” Berapakah jarak aman menurut kesehatan antara septik tank dengan sumur anda?” Semua akan menjawab dengan serentak, “ 11 meter.....” dan ketika ditanya kenapa seperti itu? Ada yang menjawab, “ Memang begitu” atau “Begitu menurut internet” dan “Memang begitu penjelasan dari petugas puskesmas....”. Ketika disampaikan informasi bahwa jarak aman sumber pencemar agar air terhindar dari bakteri adalah 10-11 meter, ada yang nyeletuk dengan spontan mengatakan “ Walaupun tidak 11 meter kami tidak sakit kok... air dari sumur kita yang dekat dengan septik tank airnya bersih dan tidak berbau kok... . Itu jawaban yang mewarnai pertanyaan seputar itu. Masyarakat tahu tapi belum memahami dengan benar. Salah siapakah?????

Seperti halnya masyarakat, ternyata tenaga kesehatan (Nakes) pun tahu tapi belum memahami benar akan hal itu. Hal ini dipaparkan oleh Trisnawati (2020), Seratus persen (100%) dari 50 responden tenaga kesehatan yang terdiri dari

tenaga Sanitasi Lingkungan (TSL) dan calon TSL menjawab dengan benar bahwa jarak aman sumber pencemaran dengan sumber air adalah 10 - 11 Meter. Akan tetapi beragam jawaban terhimpun saat ditanya mengapa 10-11 meter. Berbagai macam tanggapan dari sudut pandang yang beragam namun ilmiah. Hal menarik dari survei yang dilakukan Trisnawati (2020) tersebut bahwa di abad milenial ini, mulai nampak konsep belajar orang dewasa (*andragogy*), belajar tidak hanya menerima dari penjelasan tetapi mereka mencari tahu sendiri dengan memanfaatkan teknologi dan fasilitas yang ada. Sebagai pembelajaran ternyata literasi TSL terkait hal di atas baik calon TSL maupun TSL berstatus ASN beragam lho. Tingkat literasi didominasi tingkat rendah (52,86%). Walaupun semua berlatar belakang pendidikan kesehatan lingkungan dan lama bekerja > 10 tahun ternyata tidak menjamin tingkat literasi tinggi. Tingkat literasi yang sebagian besar pada kriteria rendah walaupun pengalaman bekerja > 10 tahun sejalan dengan hasil penelitian Fatchiyah (2011) yaitu kinerja tenaga teknis kesehatan akan meningkat pada lama kerja 5-10 tahun lalu menurun lagi pada lama kerja > 10 tahun, hal ini dapat disebabkan karena tertinggalnya keilmuan akibat tidak ada penyegaran pengetahuan dan monotonnya pekerjaan.

Jika ditinjau dari sumber literasi, Trisnawati (2020) menyampaikan bahwa sumber literasi dari TSL rata-rata hampir 60%, mengingat materi saat mengikuti pendidikan/penjelasan dosen, 20% dari materi saat mengikuti pendidikan dan mengakses informasi melalui internet, hanya 16% mengakses informasi kesehatan lingkungan melalui internet saja, 2,6% pelatihan kesling yang dilakukan dan 1,4 % Praktik Kerja Lapangan (PKL)/On The Job Training serta tidak ada satupun yang membaca buku.

Tingkat literasi tinggi memperoleh informasi dari internet, tingkat literasi sedang dari internet dan mengingat materi saat pendidikan kesling/penjelasan dosen sedangkan yang hanya mengingat materi saat pendidikan/penjelasan dosen menghasilkan tingkat literasi rendah. Yang sangat menarik adalah ternyata literasi rendah dijumpai juga pada calon tenaga sanitasi lingkungan yang mendapatkan informasi literasi dari internet. Masih dijumpainya tingkat literasi rendah pada pemilih sumber informasi internet, menunjukkan masih belum memiliki kemampuan untuk mengakses atau memperoleh sumber informasi yang relevan dan valid, merasa cukup puas dengan 1 blog yang belum tentu memberikan penjelasan cukup memadai dan valid dengan tingkat pemahaman rendah (Permana, 2016). Ini juga menunjukkan literasi sangat rendah, padahal menurut Irawati (2019), dengan kecanggihan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) seharusnya pertukaran informasi berjalan dengan cepat tanpa dibatasi ruang dan waktu. Jelas terlihat tenaga sanitasi lingkungan tertinggal jauh dan belum mampu mengintegrasikan TIK dalam semua aspek kehidupan untuk membangun dan membudayakan masyarakat berbasis pengetahuan agar dapat bersaing di era global. Literasi yang rendah bertentangan dengan pendapat Prasanti & Fuady (2017) dan Irawati (2019). Lingkungan pendidikan dan pekerjaan seharusnya mendorong literasi kesehatan lingkungan yang tinggi dari calon TSL dan TSL berstatus ASN karena di jaman kemajuan TIK ini tersedia berbagai pilihan informasi kesehatan lingkungan. Pemahaman kesehatan yang tinggi dapat memacu tindakan untuk meminimalkan akibat buruknya perilaku kesehatan lingkungan dan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat (Hoover dkk, 2020). Dari tanggapan kedua jenis tenaga sanitasi lingkungan terhadap

sumber informasi online dapat diketahui, kebanyakan tingkat literasi tinggi dan sedang ternyata mencari informasi lebih dari satu sumber meliputi Wikipedia, dan beberapa blog baik dari blogspot.com maupun wordpress.com (40%), tingkat literasi rendah hanya mencari informasi pada satu sumber internet (25,71%). Hasil tanggapan ini sejalan dengan penelitian Permana (2016) yang menyatakan tingkat pemahaman akan sesuatu dalam literasi kesehatan dapat dilihat dari seberapa banyak sumber literasi yang diakses dan mudahnya mendapatkan informasi kesehatan serta kemampuan yang baik dalam mentransfer informasi kepada orang lain.

Para tenaga sanitasi lingkungan harus terbiasa dan terlatih untuk melakukan pemecahan masalah secara runtut dengan mendayagunakan kemampuan berliterasi *on-line* maupun *off-line*, seperti mengintegrasikan aktivitas membaca dan menulis serta mengikuti berbagai macam kegiatan peningkatan sumber daya manusia kesehatan lingkungan seperti pelatihan, seminar dan workshop sehingga dapat menjadi satu nilai penguatan akselerasi dalam pencapaian program *Sustainable Development Goals* (SDG's). Untuk itu, Himpunan Ahli Kesehatan Lingkungan (HAKLI) dapat bekerjasama dengan Balai Pelatihan Kesehatan (Bapelkes) mengadakan pelatihan terkait peningkatan Sumberdaya Manusia Kesehatan Lingkungan. HAKLI dan Bapelkes nasional maupun daerah mempunyai tugas untuk menyusun atau mengembangkan kurikulum pelatihan bidang kesehatan lingkungan terkait jarak aman sumber pencemar dan pelatihan terkait kesehatan lingkungan lainnya. Respon tanggapan pada urutan kedua memperkuat latar belakang untuk segera disusun sebuah buku yang merupakan kumpulan jawaban terpilih dari responden berliterasi tinggi tentang jarak aman sumber

pencemar bakteriologis dipadukan dengan literasi ilmiah. Satu bab tersendiri ini akan menambah informasi pengetahuan tenaga sanitasi lingkungan dan masyarakat. Hal ini sejalan dengan kajian yang dilakukan oleh Andreotta dkk (2016), bahwa literasi kesehatan dapat ditingkatkan melalui komunikasi dan pendidikan yang efektif, dan dimoderasi oleh lingkungan tempat komunikasi terjadi. Pada masyarakat luas, peningkatan literasi kesehatan membutuhkan lebih dari sekedar transmisi informasi baru, itu juga melibatkan pengembangan pemberdayaan keterampilan pribadi yang memungkinkan partisipasi dalam berbagai tindakan yang dapat melindungi dan meningkatkan kesehatan. Teknologi komunikasi terkini memberikan tantangan dan peluang untuk pendidikan kesehatan (Nutbeam, 2017).

Dalam kajian awalnya, Trisnawati (2020) juga menyatakan, responden menyatakan pengetahuan tentang jarak aman antara sumber pencemar dengan sumber air 70% sangat dibutuhkan dalam pekerjaan sebagai seorang sanitarian dan 30% dibutuhkan. Masukkan dari tenaga sanitasi lingkungan bagi institusi pendidikan kesehatan lingkungan dan institusi pelatihan tenaga kesehatan secara berurutan berdasarkan persentase yaitu 1) mengadakan pelatihan, seminar, workshop, webinar dan update pengetahuan terkait jarak aman sumber pencemar (41,43%), 2) membuat buku pedoman atau buku saku terkait jarak aman sumber pencemar yang disistribusikan ke kabupaten/kota (21,43%) 3) Memperbanyak poster, leaflet untuk media penyuluhan (20,33%) 4) Membuat bahan ajar terkait jarak aman sumber pencemar (11,43%) 5) Diharapkan aktif membaca buku yang terkait jarak aman sumber pencemar (10%) 6) Memperbanyak praktik langsung terkait jarak aman sumber pencemar (2,86%) 7) memasukkan STBM pada

kurikulum pendidikan kesehatan lingkungan (1,43%) 8) mengadakan peluang riset kesehatan lingkungan terkait jarak aman sumber pencemar (1,43%). Nah terkait dengan hal tersebut, dalam buku ini akan dibahas ada apa di balik jarak 10- 11 meter. Pembahasan akan dilengkapi dengan menghimpun jawaban dari nakes yang merupakan pejabat fungsional sanitarian ahli dan terampil dipadukan dengan referensi yang ada dengan kata lain dari sanitarian untuk sanitarian. Materi ini diharapkan dapat menjadi bekal bagi TSL dan calon TSL dalam memberikan penyuluhan dan ilmu bagi masyarakat awam yang ingin mengetahui lebih banyak terkait jarak aman antara sumber pencemar dengan sumber air dari segi bakteriologis.

BAB II

SUMBER AIR DAN KESEHATAN

A. Sumber Air

Air merupakan materi penting dalam kehidupan. Semua makhluk hidup membutuhkan air. Misalnya sel hidup, baik hewan maupun tumbuhan, sebagian besar tersusun oleh air, yaitu lebih dari 75% isi sel tumbuhan atau lebih dari 67% isi sel hewan. Tahukan anda, kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari, berbeda untuk setiap tempat dan setiap tingkatan kehidupan? Biasanya semakin tinggi taraf kehidupan, semakin meningkat pula jumlah kebutuhan air. Akibat kemajuan dan peningkatan taraf kehidupan, tidak dapat dihindari adanya peningkatan jumlah kebutuhan air, khususnya untuk keperluan rumah tangga.

Pada dasarnya jumlah air yang ada di bumi adalah tetap dan mengikuti suatu siklus (daur ulang) yang disebut dengan siklus hidrologi. Dengan adanya penyinaran matahari, maka air mengalami penguapan atau evaporasi dan akan membentuk uap air. Uap air ini kemudian akan menyatu ditempat tinggi, yang dikenal dengan awan. Oleh angin, awan ini akan terbawa semakin tinggi sehingga mencapai temperatur yang rendah, yang menyebabkan titik-titik air jatuh ke bumi sebagai hujan. Air hujan sebagian akan mengalir ke dalam tanah, jika air ini keluar pada permukaan bumi atau tanah maka air ini akan disebut mata air. Sedangkan air hujan yang jatuh ke bumi atau tanah lalu mengalir ke tempat yang rendah (cekung), maka air tersebut akan membentuk suatu danau atau telaga, tetapi banyak diantaranya yang kembali mengalir ke laut.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/IX/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri terdapat pengertian mengenai air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat di minum apabila di masak. Sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum pengertian mengenai air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan dan tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum.

Kebutuhan air bersih sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam beraktivitas kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kebutuhan beraktivitas hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas (Asmadi, Khayan dan Kasjono, 2011). Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter atau 35-40 galon. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Chandra, 2012).

Air yang ada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan sumbernya, air dapat digolongkan menjadi empat kelompok, yaitu air atmosfer/air hujan, air laut, air permukaan dan air tanah (Chandra, 2012;

DepKes RI, 1995; Sutrisno, Totok., dkk.2002).

1. Air Atmosfer (air Hujan)

Air atmosfer (air hujan) terjadi dari proses evaporasi air permukaan dan evapotranspirasi dari tumbuh-tumbuhan oleh bantuan sinar matahari melalui proses kondensasi kemudian jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju ataupun embun, ketika turun dan melalui udara akan melalui benda-benda yang terdapat di udara, diantara benda-benda yang terlarut dari udara tersebut adalah: gas O₂, CO₂, N₂, juga zat-zat renik dan debu. Air atmosfer (air hujan) mempunyai sifat tanah (*soft water*) karena kurang mengandung garam-garam dan zat-zat mineral sehingga terasa kurang segar dan juga akan boros terhadap pemakaian sabun. Disamping itu, air atmosfer (air hujan) mempunyai sifat agresif terutama pada pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi. Dalam keadaan murni, air atmosfer (air hujan) sangat bersih, tetapi setelah mencapai permukaan bumi, air hujan tidak murni lagi karena ada pengotoran udara yang disebabkan oleh pengotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air atmosfer (air hujan) sebagai sumber air bersih hendaklah pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran.

2. Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin karena mengandung garam NaCl. Kadar garam dalam air laut kurang lebih 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum apabila belum diolah terlebih dahulu. Air laut jarang digunakan sebagai air baku untuk air minum karena pengolahan untuk menghilangkan kadar garamnya

membutuhkan biaya yang cukup besar.

Salah satu cara untuk mendapatkan sumber air yang layak untuk keperluan hidup sehari-hari adalah dengan mengolah air laut menjadi air tawar. Proses pengolahan air laut menjadi air tawar lebih dikenal dengan istilah Desalinasi. Mengurangi kadar garam yang terkandung pada air laut sampai pada level tertentu sehingga air laut tersebut layak untuk dipergunakan seperti halnya air tawar. Sebagaimana diketahui, air laut adalah sumber air terbesar di muka bumi sementara air tawar yang tersedia dianggap akan semakin berkurang seiring berkembangnya populasi manusia.

Ukuran yang biasa digunakan untuk menentukan tinggi-rendahnya kadar garam dalam air laut adalah *ppm (part per million)* dan digolongkan dalam 3 bagian yaitu:

1. Air laut berkadar garam rendah: $1000 \text{ ppm} < \text{air laut} < 3000 \text{ ppm}$
2. Air laut berkadar garam sedang: $3000 \text{ ppm} < \text{air laut} < 10.000 \text{ ppm}$
3. Air laut berkadar garam tinggi: $10.000 \text{ ppm} < \text{air laut} < 35.000 \text{ ppm}$

Sedang air laut yang berkadar garam dibawah 1000 ppm dikategorikan sebagai air tawar (*fresh water*) yang layak dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Semakin tinggi kadar garam dalam air laut akan semakin tinggi pula biaya yang dibutuhkan untuk mengolah air laut menjadi air tawar. Ada beberapa proses dalam desalinasi ini, namun yang banyak untuk saat ini hanya ada dua, yaitu:

a. Multistage Flash Distillation System

Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem distilasi biasa, yaitu air laut dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasi untuk

memperoleh air tawar yang ditampung di tempat terpisah sebagai hasil dari proses distilasi dan dikenal sebagai air distilasi. Pada sistem distilasi bertingkat (*Multistage Flash Distillation System*), air laut dipanaskan berulang-ulang pada setiap tingkat distilasi dimana tekanan pada tingkat sebelumnya dibuat lebih rendah dari tingkat berikutnya. Evaporator (penguap) dibagi dalam beberapa *stage* (tahap). Gambar di atas memperlihatkan empat tahap evaporator. Setiap tahap selanjutnya dibagi menjadi *flash chamber* yang merupakan ruangan yang terletak dibawah pemisah kabut dan bagian kondensor yang terletak diatas pemisah kabut. Air laut dialirkan dengan pompa ke dalam bagian kondensor melalui tabung penukar panas dan hal ini menyebabkan terjadi pemanasan air laut oleh uap air yang terjadi dalam setiap flash chamber.

Kemudian air laut selanjutnya dipanaskan dalam pemanas garam dan kemudian dialirkan ke dalam flash chamber tahap pertama. Setiap tahap dipertahankan dengan kondisi vakum tertentu dengan sistem *vent ejector*, dan beda tekanan antara tahap-tahap dipertahankan dengan sistem *vent orifices* yang terdapat pada *vent* penyambung pipa yang disambung di antara tahap-tahap. Air laut yang telah panas mengalir dari tahap bertemperatur tinggi ke tahap bertemperatur rendah melalui suatu bukaan kecil antara setiap tahap yang disebut *brine orifice*, sementara itu penguapan tiba-tiba (*flash evaporates*) terjadi dalam setiap chamber. Dan air laut pekat (berkadar garam tinggi) keluar dari tahap terakhir dengan menggunakan pompa garam (*brine pump*). Uap air yang terjadi dalam *flash chamber* pada setiap tahap mengalir melalui pemisah kabut, dan mengeluarkan panas laten ke dalam tabung penukar panas sementara air laut mengalir melalui bagian dalam dan kemudian uap berkondensasi. Air

yang terkondensasi dikumpulkan dalam penampung dan kemudian dipompa keluar sebagai air tawar.

b. Sistem Reverse Osmosis

Sistem RO tidak bisa menyaring garam sampai 100 % sehingga air produksi masih sedikit mengandung garam. Untuk mendapatkan air dengan kadar garam yang kecil maka diterapkan sistem dengan dua sampai tiga saluran. Jika ingin membuat air minum yang mengandung kira-kira 300 sampai 600 ppm TDS cukup menggunakan saluran tunggal.

Jika air olahan yang dihasilkan menjadi semakin banyak maka jumlah air baku akan menjadi lebih besar dan sebagai akibatnya tekanan yang dibutuhkan akan menjadi semakin besar. Tekanan buatan (tekanan kerja) tersebut harus lebih besar dari tekanan osmosis pada air baku. Tekanan kerja yang dibutuhkan jika memakai air laut adalah antara 55 sampai 70 kg/cm².

Reverse Osmosis mempunyai ciri-ciri yang sangat khusus sebagai model pengolah air asin yaitu:

- a. Energi Yang Relatif Hemat yaitu dalam hal pemakaian energinya. Konsumsi energi alat ini relatif rendah untuk instalasi kemasan kecil adalah antara 8-9 kWh/T (TDS 35.000) dan 9-11 kWh untuk TDS 42.000.
- b. Hemat Ruangan. Untuk memasang alat RO dibutuhkan ruangan yang cukup hemat.
- c. Mudah dalam pengoperasian karena dikendalikan dengan sistem panel dan instrumen dalam sistem pengontrol dan dapat dioperasikan pada suhu kamar.
- d. Kemudahan dalam menambah kapasitas.

Meskipun alat pengolah air sistem RO tersebut mempunyai banyak keuntungan akan tetapi dalam

pengoperasiannya harus memperhatikan petunjuk operasi. Hal ini dimaksudkan agar alat tersebut dapat digunakan secara baik dan awet. Untuk menunjang operasional sistem RO diperlukan biaya perawatan. Biaya tersebut diperlukan antara lain untuk bahan kimia, bahan bakar, penggantian media penyaring, servis dan biaya operator.

Sistem pengolahan air sangat bergantung pada kualitas air baku yang akan diolah. Kualitas air baku yang buruk akan membutuhkan sistem pengolahan yang lebih rumit. Apabila kualitas air baku mempunyai kandungan parameter fisik yang buruk (seperti warna dan kekeruhan), maka yang membutuhkan pengolahan secara lebih khusus adalah penghilangan warna, sedangkan proses untuk kekeruhan cukup dengan penjernihan melalui pengendapan dan penyaringan biasa. Tetapi apabila kualitas air baku mempunyai kandungan parameter kimia yang buruk, maka pengolahan yang dibutuhkan akan lebih kompleks lagi.

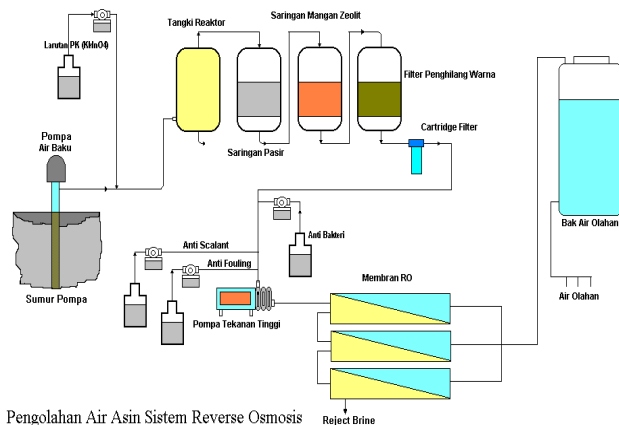
Untuk daerah pesisir pantai dan kepulauan kecil, air baku utama yang digunakan pada umumnya adalah air tanah (dangkal atau dalam). Kualitas air tanah ini sangat bergantung dari curah hujan. Jadi bila pada musim kemarau panjang, air tawar yang berasal dari air hujan sudah tidak tersedia lagi, sehingga air tanah tersebut dengan mudah akan terkontaminasi oleh air laut. Ciri adanya intrusi air laut adalah air yang terasa payau atau mengandung kadar garam khlorida dan TDS yang tinggi.

Air baku yang buruk, seperti adanya kandungan khlorida dan TDS yang tinggi, membutuhkan pengolahan dengan sistem Reverse Osmosis (RO). Sistem RO menggunakan penyaringan skala mikro (molekul), yaitu yang dilakukan melalui suatu elemen yang disebut membrane. Dengan sistem RO ini, khlorida dan TDS yang tinggi dapat diturunkan atau

dihilangkan sama sekali. Syarat penting yang harus diperhatikan adalah kualitas air yang masuk ke dalam elemen membrane harus bebas dari besi, manganese dan zat organik (warna organik). Dengan demikian sistem RO pada umumnya selalu dilengkapi dengan pretreatment yang memadai untuk menghilangkan unsur-unsur pengotor, seperti besi, manganese dan zat warna organik.

Sistem pretreatment yang mendukung sistem RO umumnya terdiri dari tangki pencampur (mixing tank), saringan pasir cepat (rapid sand filter), saringan untuk besi dan mangan (Iron & manganese filter) dan yang terakhir adalah sistem penghilang warna (colour removal).

Gambar skema unit pengolah air sistem RO dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Skema Pengolahan Air Sistem Reverse Osmosis (Said Idaman Nusa, dkk)

c. Air Permukaan (*surface water*)

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. Pada umumnya air ini akan mengalami pengotoran selama pengalirannya. Beban pengotoran ini untuk masing-masing air permukaan akan berbeda tergantung daerah pengaliran air permukaan. Dibandingkan dengan sumber lain, air permukaan merupakan sumber air yang tercemar berat.

Sumber-sumber air permukaan antara lain : sungai, selokan, rawa, parit, bendungan, danau, laut, dan air terjun. Air Sungai dalam penggunaannya sebagai air minum haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. Air sungai merupakan penampungan dari berbagai jenis limbah yang terdapat disekitarnya baik itu limbah domestik maupun limbah industri. Sungai yang telah tercemar oleh limbah industri yang berat akan sulit diolah serta membutuhkan proses yang lebih kompleks. Air terjun dapat dipakai untuk sumber air di kota-kota besar karena air tersebut sebelumnya sudah dibendung oleh alam dan jatuh secara gravitasi. Sumber air permukaan yang berasal dari rawa, bendungan dan danau memiliki air yang tidak mengalir, tersimpan dalam waktu yang lama, dan mengandung sisa-sisa pembusukan alam, misalnya pembusukan tumbuh-tumbuhan, ganggang, fungsi dan lain-lain. Sumber air permukaan yang berasal dari sungai, selokan dan parit mempunyai persamaan yaitu air mengalir dan dapat menghanyutkan bahan yang tercemar. Pada umumnya air rawa berwarna, karena adanya zat-zat organik yang telah membusuk. Dengan banyaknya zat organik menyebabkan kadar O₂ yang terlarut dalam air sedikit sehingga kadar Fe dan Mn yang terlarut dalam air menjadi tinggi. Pada permukaan air ini akan tumbuh algae (lumut), maka untuk