



BUKU AJAR

DASAR-DASAR KESEHATAN LINGKUNGAN

UNTUK MAHASISWA
PSKM FK-UNLAM

NAMA	:	
NIM	:	

Disusun Oleh:
TIM KESEHATAN LINGKUNGAN

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2019**

TIM PENYUSUN

LENIE MARLINAE, SKM, MKL
LAILY KHAIRIYATI, SKM, MPH
FAUZIE RAHMAN, SKM, MPH
NUR LAILY, SKM, M.KES

Editor:
NIDA ULFAH, SKM

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan YME, atas izin dan karunia-Nya Penyusun dapat menyelesaikan buku ajar ini yang dipersembahkan sebagai salah satu bukti pengabdian kepada ilmu pengetahuan dan sebagai pengembangan keilmuan. Harapan penyusun buku ajar ini dapat berguna untuk mahasiswa Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran UNLAM, khususnya mahasiswa yang mengambil Mata Kuliah “Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan”.

Keberadaan buku ini diharapkan akan mempermudah bagi mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan dan memberikan pemahaman lebih awal. Namun tidak berarti bahwa dalam mengikuti Mata Kuliah Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan hanya sekedar membaca buku ajar ini. Membaca bacaan lain yang berkaitan dengan materi yang telah disampaikan tetap diperlukan. Kepada rekan dosen, penyusun tetap mengharapkan bantuan, komentar dan koreksi terhadap buku ini sehingga dapat bermanfaat dan kedepannya akan selalu dapat memperbaiki atau melengkapi buku ini pada edisi berikutnya.

Kepada semua pihak yang telah membantu penulisan ini kami ucapkan banyak terima kasih.

Banjarbaru, Februari 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

	HALAMAN
Judul.....	i
Tim Penyusun.	ii
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.	iv
BAB I. Pengantar Kesehatan Lingkungan.....	1
BAB II. Paradigma Epidemiologi Kesehatan Lingkungan.....	16
BAB III. Pencemaran Lingkungan dan Kesehatan.	23
BAB IV. Manajemen Sumber Daya Air.	37
BAB V. Manajemen Pengelolaan Air Limbah dan Tinja.	48
BAB VI. Manajemen Pengelolaan Sampah.....	56
BAB VII. Vektor dan Kesehatan.	67
BAB VIII. Penyakit Makanan dan Minuman.....	77
BAB IX. Kesehatan Lingkungan.	96
BAB X. Kesehatan Lingkungan Industri.	101
BAB XI. Kesehatan Lingkungan Disaster.....	103
BAB XII. Radiasi Lingkungan	107
BAB XIII. Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan dan AMDAL.....	113
Latihan Soal	
Daftar Pustaka	

BAB I
PENGANTAR KESEHATAN LINGKUNGAN

A. Perkembangan Usaha Kesehatan Lingkungan

Semenjak umat manusia menghuni planet bumi ini, manusia sudah seringkali menghadapi masalah-masalah kesehatan serta bahaya kematian yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan hidup yang ada di sekeliling mereka, seperti benda mati, makhluk hidup, adat istiadat, kebiasaan, dan lain-lain. Namun, karena keterbatasan ilmu pengetahuan mereka pada saat itu, setiap kejadian yang luar biasa dalam kehidupan mereka selalu diasosiasikan dengan hal-hal yang bersifat mistik. Contoh, wabah penyakit sampar yang berjangkit di suatu tempat dianggap sebagai kutukan dan kemarahan dewa. Masa silih berganti, pada abad ke-19 terjadi Revolusi Industri di Inggris. Era industrialisasi ini menimbulkan masalah baru pada masyarakat Inggris berupa munculnya daerah pemukiman kumuh, akumulasi buangan dan kotoran manusia, masalah sosial dan kesehatan, yang terutama terjadi di kota-kota besar.

Pada tahun 1832, terjadi wabah penyakit kolera yang dahsyat di Inggris dan membawa banyak korban jiwa manusia. John Snow (1854) melakukan penelitian epidemiologi terhadap wabah kolera yang terjadi di Broad Street, London, dan membuktikan bahwa penularan penyakit kolera yang terjadi di Inggris pada saat itu disebabkan oleh pencemaran *Vibrio cholera* pada sumber air bersih yang dikonsumsi oleh masyarakat. Sejak saat itu, konsep pemikiran mengenai faktor-faktor lingkungan hidup eksternal manusia yang mempunyai pengaruh, baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap masalah kesehatan terus-menerus dipelajari dan berkembang menjadi suatu disiplin ilmu yang disebut sebagai Ilmu Kesehatan Lingkungan atau *environmental health*. Usaha-usaha yang dilakukan oleh individu-individu, masyarakat, atau negara untuk memperbaiki dan mencegah terjadinya masalah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan hidup eksternal manusia disebut sanitasi lingkungan atau *environmental sanitation*.

Pertanyaan yang sangat mendasar dari para pemerhati/pakar lingkungan yaitu mengenai kesehatan lingkungan itu bagian dari Ilmu Kesehatan Masyarakat atau sebaliknya kesehatan masyarakat menjadi bagian dari ilmu kesehatan lingkungan. kedua-duanya sama-sama memiliki alasan yang rasional. Apabila lingkungan hidup itu memiliki komponen-komponen yang terdiri atas komponen biologis, fisik, kimiawi, sosial, ekonomi, dan budaya termasuk dalam ranah masyarakat, maka jelas apabila masyarakat merupakan bagian dari lingkungan hidup, sehingga apabila dianalogikan maka kesehatan masyarakat menjadi bagian dari kesehatan lingkungan. Tetapi dalam sejarah perkembangan Ilmu Kesehatan Masyarakat, yang lahir dan berkembang lebih dulu adalah pengertian dari Kesehatan Masyarakat. Dalam perkembangannya kemudian, *sanitation of environment* telah tumbuh menjadi *environmental*

health (kesehatan lingkungan) dengan ruang lingkup yang lebih luas. Dengan demikian, Kesehatan Lingkungan merupakan salah satu usaha dari Ilmu Kesehatan Masyarakat dalam mencapai tujuan, yang berarti pula ruang lingkup Ilmu Kesehatan Masyarakat lebih luas daripada Kesehatan Lingkungan.

Perkembangan upaya kesehatan lingkungan di Indonesia sendiri dimulai pada tahun 1901, oleh W. Schuffer yang bekerja pada *De Sanemba Maatschaapy* mulai menyelidiki Anopheline fauna di Deli. Pada saat inilah permulaan pencegahan/pemberantasan malaria dimulai di Indonesia (yang tentunya untuk kepentingan penjajah pada saat itu). Dari sinipun tampak bahwa embrio tumbuhnya kesehatan masyarakat di Indonesia juga diawali dari Kesehatan lingkungan. Pada tahun 1910 diberlakukan peraturan pemerintah untuk mencegah kolera dan sampar (*pes*), yang kemudian dikeluarkan *epidemic ordonnantie* pada tahun 1911. Selanjutnya perkembangan usaha kesehatan dapat dibagi menjadi beberapa periode yaitu:

1. Periode 1917-1941

Perkembangan pengetahuan epidemiologi serta adanya pengalaman di Deli dan pengaruh-pengaruh perkembangan lainnya, maka pemerintah Hindia Belanda mulai memikirkan lebih sungguh-sungguh tugas pemerintah dalam kesehatan preventif. Umpamanya system pencacaran yang baik yang dimulai pada tahun 1919, hingga pada tahun 1926-1948 Indonesia dinyatakan bebas dari penyakit cacar. Pelopor kesehatan masyarakat di Indonesia adalah *John Lee Hydrick*, seorang penasihat ahli dalam bidang kesehatan masyarakat dari Lembaga Rockefeller-New York. Ia datang ke Indonesia pada tahun 1924, kemudian menerapkan falsafah kesehatan masyarakat modern di Indonesia dengan membuat daerah proyek percontohan kesehatan di Banyumas. Falsafah yang perlu diketahui dari Hydrick adalah: *bila pendidikan kesehatan dilakukan dengan baik dan berhasil, niscaya penyakit menular terberantas dengan sendirinya*. Usaha-usaha proyek Banyumas ini antara lain adalah:

- a. Propaganda pemberantasan penyakit cacar tambang
- b. Pemakaian kelambu
- c. Pengobatan ibu hamil dan anak
- d. Higiene sekolah

Proyek ini kemudian diambil alih oleh pemerintah Hindia Belanda pada tahun 1937. Sampai saat jatuhnya Pemerintah Hindia Belanda baik dalam tindakan maupun orientasi pendidikan tenaga kesehatan masih cenderung ke arah usaha kesehatan kuratif, dan usaha perawatan individu. Kesehatan Masyarakat dalam arti yang menyeluruh belum mendapat perhatian yang layak.

2. Periode zaman Jepang-penyerahan kedaulatan R.I 1941-1950

Pada masa ini usaha-usaha kesehatan tidak terurus. Kegiatan-kegiatan diarahkan sepenuhnya untuk perang, sehingga tidak mengherankan bila

warisan yang kita terima pada permulaan kemerdekaan (1945-1950), dalam bidang kesehatan, organisasi tingkat nasional maupun daerah dalam keadaan rudimenter. Pembangunan kesehatan masyarakat baru dapat dimulai sejak kedaulatan RI pulih kembali pada tahun 1950, sebab pada masa tersebut masih sibuk dengan perjuangan fisik mempertahankan kemerdekaan.

3. Periode 1950-1960

Pada tahun 1950, pemerintah RI mulai membangun falsafah kesehatan masyarakat. Banyak kegiatan-kegiatan kesehatan masyarakat yang telah dijalankan antara lain:

- a. Pemberantasan penyakit framboesia dengan system sederhana, dengan pelopornya antara lain dr. R. Kodijat. Dalam system ini digunakan tenaga juru patek. Tenaga ini khusus hanya terdapat di Indonesia, tidak dikenal di negara-negara lain. Tetapi hasilnya sangat memuaskan.
- b. Prof.Dr.M.Soetopo memelopori penyelidikan dan pemberantasan penyakit kelamin.
- c. Prof.Dr.Soerono memelopori pemberantasan penyakit malaria, dsb.

Dengan adanya kegiatan-kegiatan tersebut di samping kekurangan tenaga, maka pemerintah berusaha mencukupi kebutuhan tenaga dalam bidang kesehatan masyarakat dengan mendidik tenaga-tenaga baru. Pada tahun 1952 telah dibuka suatu lembaga pendidikan yang bervisi dan berorientasi kepada kesehatan masyarakat tingkat akademi. Mula-mula dibuka Akademi Kontrolir Kesehatan, kemudian Akademi Gizi, dan disusul pendidikan-pendidikan lainnya di samping tetap menambah Fakultas Kedokteran. Pada tahun 1965, pemerintah telah membuka Fakultas Kesehatan Masyarakat di Universitas Indonesia.

Sejak tahun 1950 Pemerintah Indonesia mencoba menerapkan falsafah Kesehatan Masyarakat Desa dalam Program Bandung Plan yang usahanya merupakan usaha kesehatan preventif dan kuratif. Pada tahun itu pula, Indonesia masuk sebagai anggota WHO. Pada tahun 1956, Pemerintah mencoba menerapkan falsafah kesehatan masyarakat dengan pendekatan aktif serta mengikutsertakan peran serta masyarakat. Penerapannya dilaksanakan di beberapa daerah percontohan kesehatan masyarakat seperti proyek Bekasi, Jogjakarta, dsb. Metode yang diterapkan dengan sasaran penduduk pedesaan dengan pengertian sasaran utama adalah masyarakat yang sungguh-sungguh memerlukan perhatian di bidang pelayanan kesehatan. Usaha kesehatan pokok yang dijalankan meliputi 9 usaha atau kegiatan sebagai berikut:

- a. Pengobatan dan perawatan
- b. Kesehatan ibu dan anak
- c. Pemberantasan penyakit menular
- d. Perawatan kesehatan rakyat
- e. Kesehatan lingkungan

- f. Pendidikan kesehatan masyarakat
- g. Usaha kesehatan sekolah
- h. Usaha kesehatan gigi sekolah
- i. Statistik

4. Periode 1960-1990

Pada tahun 1960 falsafah kesehatan telah mendapatkan status yang kuat, dengan dituangkannya dalam undang-undang nomor 9/1960 tentang pokok-pokok kesehatan (disempurnakan dengan UU No.24 Tahun 1993 tentang Kesehatan). Kemudian disusul undang-undang karantina, undang-undang wabah, undang-undang hygiene maupun peraturan-peraturan yang lainnya. Perkembangan usaha kesehatan masyarakat berjalan dengan pesat. Pada tahun 1965 didirikan Lembaga Kesehatan Nasional, menyusul Lembaga Biofarma, Lembaga Higiene Perusahaan, Lembaga Riset Kesehatan Nasional, dan lain-lain.

Pada tahun 1967/1968 Pemerintah mengembangkan falsafah kesehatan masyarakat secara integrasi. Usaha kesehatan ini menjalin semua usaha kesehatan masyarakat yang ditujukan dan diarahkan ke satu sasaran yaitu kesehatan masyarakat seluruhnya. Dengan penerapan falsafah ini diharapkan seluruh kegiatan akan terkoordinasi, terintegrasi, tersinkronisasi, dan simplifikasi (prinsip KISS).

Dalam rakerkesnas (Rapat Kerja Kesehatan Nasional) pertama tahun 1968 diperkenalkan konsep pelayanan kesehatan di puskesmas. Pada waktu itu puskesmas dibedakan menjadi 4, yaitu puskesmas tingkat desa, tingkat kecamatan, tingkat kawedanan, dan tingkat kabupaten. Pembagian ini tidak berlangsung lama karena pada Rakerkesnas kedua tahun 1969 pembagian puskesmas ditetapkan menjadi 3 macam yaitu:

- a. Puskesmas tipe A, yaitu puskesmas yang dipimpin oleh dokter penuh.
- b. Puskesmas tipe B, yaitu puskesmas yang dipimpin oleh dokter tidak penuh.
- c. Puskesmas tipe C, yaitu puskesmas yang dipimpin oleh tenaga paramedis.

Pada kenyataannya puskesmas tipe B dan C sulit untuk berkembang. Oleh karena itu pada tahun 1970 (Rakerkesnas ketiga) ditetapkan hanya ada satu macam puskesmas, yaitu puskesmas dengan satu wilayah kerja tingkat kecamatan atau pada suatu wilayah dengan jumlah penduduk antara 30.000-50.000 jiwa. Konsep berdasarkan wilayah kerja ini tetap dipertahankan sampai akhir Pelita II tahun 1979 lalu. Sejak Pelita III (1979/1980) konsep wilayah puskesmas diperkecil menjadi 30.000 jiwa. Usaha kesehatan pokokpun diperluas menjadi 12 usaha sebagai berikut:

- a. Perawatan dan pengobatan
- b. Pencegahan dan pemberantasan penyakit
- c. Pendidikan kesehatan masyarakat
- d. Kesehatan lingkungan

- e. Kesejahteraan ibu dan anak dan keluarga berencana
- f. Perbaikan gizi
- g. Usaha kesehatan sekolah
- h. Kesehatan jiwa
- i. Kesehatan gigi
- j. Perawatan kesehatan masyarakat
- k. Laboratorium
- l. Statistik (pencatatan dan pelaporan)

5. Periode 1990-sekarang

Usaha kesehatan masyarakat tersebut terus berkembang sampai saat ini menjadi unsur pelayanan kesehatan primer dengan 18 usaha kesehatan sebagai berikut:

- a. Kesehatan ibu dan anak
- b. Keluarga berencana
- c. Gizi
- d. Pengobatan
- e. Pencegahan dan pemberantasan penyakit menular
- f. Upaya kesehatan lingkungan
- g. Upaya perawatan kesehatan masyarakat
- h. Upaya kesehatan sekolah
- i. Upaya kesehatan usaha
- j. Upaya kesehatan kerja
- k. Upaya kesehatan gigi dan mulut
- l. Upaya kesehatan jiwa
- m. Upaya kesehatan mata dan pencegahan kebutaan
- n. Upaya penyuluhan kesehatan
- o. Pembinaan peran serta masyarakat
- p. Upaya kesehatan olahraga
- q. Laboratorium sederhana
- r. Pencatatan dan laporan

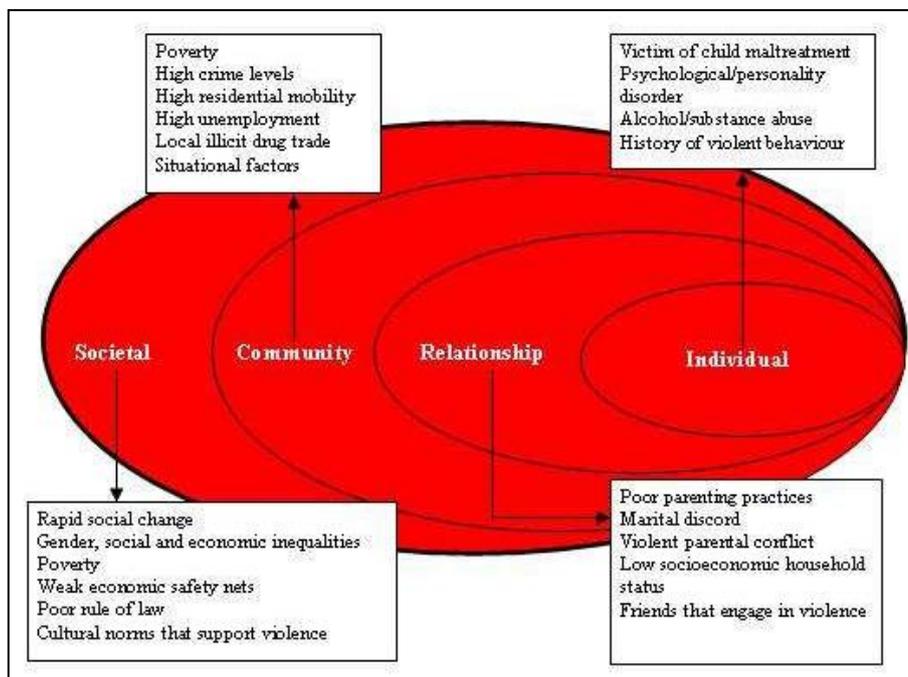
Upaya-upaya tersebut kemudian menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.128/MENKES/SK/II/2004 tentang Kebijakan Dasar Pusat Kesehatan Masyarakat dikelompokkan menjadi dua yakni:

- a. Upaya kesehatan wajib
 - 1) Upaya promosi kesehatan
 - 2) Upaya kesehatan lingkungan
 - 3) Upaya kesehatan ibu dan anak serta keluarga berencana
 - 4) Upaya perbaikan gizi masyarakat
 - 5) Upaya pencegahan dan pemberantasan penyakit menular
 - 6) Upaya pengobatan

- b. Upaya kesehatan pengembangan
- 1) Upaya kesehatan sekolah
 - 2) Upaya kesehatan olahraga
 - 3) Upaya perawatan kesehatan masyarakat
 - 4) Upaya kesehatan kerja
 - 5) Upaya kesehatan gigi dan mulut
 - 6) Upaya kesehatan jiwa
 - 7) Upaya kesehatan mata
 - 8) Upaya kesehatan usia lanjut
 - 9) Upaya pembinaan pengobatan tradisional

B. Konsep Ekologi Kesehatan

Istilah Ekologi berasal dari Yunani, terdiri dari 2 kata yaitu *oikos* dan *logos*. Istilah ini dikemukakan oleh ahli zoology Jerman bernama Ernst Haeckel (1860). *Oikos* berarti suatu tempat untuk kelangsungan makhluk hidup atau rumah atau lingkungan paling dekat dengan manusia, *logos* berarti ilmu. Kalau diartikan secara harfiah berarti: ilmu yang mempelajari tempat makhluk hidup atau tentang rumah tangga makhluk hidup. Beberapa konsep dasar dalam Ekologi yaitu: Ekosistem, Sistem Produksi, Konsumsi dan Dekomposisi, Materi dan Energi, Keseimbangan dan lain-lain.



Gambar 1. Konsep Ekologi Kesehatan

Ada 4 komponen dalam pengaruhnya terhadap keseimbangan ekologi yaitu: individual, *relationship*, *community*, dan sosial.

1. Pengaruh individual: korban dari penanganan yang salah terhadap kanak-kanak, gangguan psikologis/personal, pengaruh penggunaan yang berlebihan alkohol/bahan lainnya, sejarah/latar belakang perilaku kekerasan.
2. Pengaruh *relationship*: praktek-praktek keorngtuaan yang sangat kurang (kurang asuhan), gangguan perkawinan, konflik kekerasan orangtua, status ekonomi keluarga yang rendah, teman-teman yang mempengaruhi berbuat kekerasan.
3. Pengaruh *community*: kemiskinan, tingginya tingkat kriminalitas, tingginya mobilitas di daerah, tingginya pengangguran, perdagangan obat lokal yang tidak sah, faktor-faktor situasional.
4. Pengaruh sosial: perubahan sosial yang cepat, ketidak seimbangan sosial-ekonomis dan gender, kemiskinan, jaringan pengaman sosial yang lemah, miskinnya / lemahnya penegakan keadilan, norma-norma cultural yang menyumbang tindak kekerasan.

C. Batasan Kesehatan Lingkungan

Pengertian kesehatan atau sehat yang dikemukakan oleh WHO adalah bahwa "*Health is a state of complete physical, mental, and social well being and not merely the absence of disease or infirmity*. Ketika definisi sehat oleh WHO ini sudah banyak diterima kalangan luas, indicator dari keadaan yang sempurna dari fisik, mental, dan kesejahteraan sosial (*complete physical, mental, and social well being*) belum dikembangkan pada tingkatan yang setara dengan indikator-indikator dari sakit. Dengan demikian, dalam praktek, yang terjadi adalah merujuk kepada indikator-indikator sakit. Artinya, apabila seseorang tidak menunjukkan indikasi sakit maka dinyatakan sebagai seseorang yang sehat. Namun demikian definisi WHO ini membawa kita kepada konsep baru yang lebih luas bahwa kelemahan dari fungsi-fungsi fisiologis dan mental atau pertumbuhan dan perkembangan fisik dan mental akan menjadi pertimbangan sakit sehat atau penyakit.

Mungkin saat ini sudah saatnya membangun suatu kesepakatan bahwa keadaan lingkungan kita menjadi bagian dari program-program kesehatan masyarakat termasuk ekologi maupun estetika. Pengertian ilmu lingkungan sendiri merupakan ilmu terapan dari ekologi yaitu ilmu tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan sesamanya dan dengan benda-benda mati (komponen biotik dan abiotik) di sekitarnya.

Istilah kesehatan lingkungan yang berkembang dari pengertian, sanitasi lingkungan sebagaimana yang oleh Winslow diistilahkan *environmental sanitation* dalam definisi kesehatan masyarakat yang juga didukung oleh pendapat Smillie (1961) telah diterima oleh kalangan luas. Pengertian kesehatan lingkungan ini menyangkut karakteristik dari kondisi lingkungan

yang mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat. Kesehatan lingkungan merupakan bagian dari kegiatan atau usaha dari kesehatan masyarakat. Kesehatan lingkungan juga berkontribusi dalam mencapai tujuan kesehatan masyarakat yang menurut Winslow adalah pencegahan penyakit, perpanjangan umur, dan peningkatan derajat kesehatan mental maupun fisik dan efisiensi.

Organisasi kesehatan dunia WHO mendefinisikan ilmu kesehatan lingkungan sebagai ilmu dan keterampilan untuk mengendalikan semua faktor lingkungan fisik di sekitar manusia yang diperkirakan akan menimbulkan gangguan atau akan menimbulkan kerugian pada perkembangan fisik manusia, kesehatan atau kelangsungan hidup manusia. Suatu definisi lagi yang dikenalkan oleh P. Walton Purdom sebagai berikut: *Environmental health is that aspect of public health that is concerned with those forms of life, substances, forces, and conditions in the surrounding of man that may exert an influence on human health and well being.*

Tujuan dan ruang lingkup kesehatan lingkungan dapat dibagi menjadi dua, secara umum dan khusus. Tujuan dan ruang lingkup secara umum, antara lain:

1. Melakukan koreksi atau perbaikan terhadap segala bahaya dan ancaman pada kesehatan dan kesejahteraan umat manusia.
2. Melakukan usaha pencegahan dengan cara mengatur sumber-sumber lingkungan dalam upaya meningkatkan derajat kesehatan dan kesejahteraan manusia.
3. Melakukan kerjasama dan menerapkan program terpadu di antara masyarakat dan institusi pemerintah serta lembaga nonpemerintah dalam menghadapi bencana alam atau wabah penyakit menular.

Adapun tujuan dan ruang lingkup secara khusus meliputi usaha-usaha perbaikan atau pengendalian terhadap lingkungan hidup manusia, yang di antaranya berupa:

1. Penyediaan air bersih yang cukup dan memenuhi persyaratan kesehatan.
2. Makanan dan minuman yang diproduksi dalam skala besar dan dikonsumsi secara luas oleh masyarakat.
3. Pencemaran udara akibat sisa pembakaran BBM, batubara, kebakaran hutan, dan gas beracun yang berbahaya bagi kesehatan dan makhluk hidup lain dan menjadi penyebab terjadinya perubahan ekosistem.
4. Limbah cair dan padat yang berasal dari rumah tangga, pertanian, peternakan, industry, rumah sakit, dan lain-lain.
5. Kontrol terhadap arthropoda dan rodent yang menjadi vector penyakit dan cara memutuskan rantai penularan penyakitnya.
6. Perumahan dan bangunan yang layak huni dan memenuhi syarat kesehatan.
7. Kebisingan, radiasi, dan kesehatan kerja.

8. Survey sanitasi untuk perencanaan, pemantauan, dan evaluasi program kesehatan lingkungan

D. Hubungan Manusia dengan Lingkungan

Ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya disebut ekologi. Ekologi yang mempelajari seluk beluk satu jenis (spesies) makhluk hidup dengan lingkungan disebut autekologi, sedangkan ekologi yang mempelajari seluk-beluk beberapa jenis makhluk hidup sekaligus dalam suatu habitat atau komunitas disebut sinekologi. Contoh: ekologi perkotaan, hutan, perairan, dan sebagainya. Sementara itu ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungannya disebut ekologi manusia. Interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan abiotic dalam suatu komunitas yang didasarkan pada pola makan, keanekaragaman biota, dan daur ulang demi kelangsungan hidup disebut ekosistem. Lingkungan hidup pada manusia maupun makhluk hidup lainnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Lingkungan hidup internal

Lingkungan hidup internal adalah proses fisiologis dan biokimia yang berlangsung dalam tubuh manusia pada saat tertentu yang juga mampu menyesuaikan diri dengan perubahan dan keadaan yang terjadi di luar tubuh untuk kelangsungan hidupnya atau disebut juga bersifat homeostatis. Contoh perubahan temperatur dari panas ke dingin.

2. Lingkungan hidup eksternal

Lingkungan hidup eksternal adalah segala sesuatu yang berupa benda hidup atau mati, ruang energi, keadaan sosial, ekonomi, maupun budaya yang dapat membawa pengaruh terhadap perikehidupan manusia di permukaan bumi ini.

Manusia dan lingkungan merupakan dua faktor yang terus berinteraksi dan terus saling mempengaruhi, perilaku manusia bias merubah lingkungan misalnya manusia menebang hutan, sebaliknya lingkungan sangat berpengaruh terhadap bagaimana manusia berperilaku. Ada 4 cara bagaimana lingkungan mempengaruhi manusia. Lingkungan menghalangi perilaku. Sehubungan dengan hal itu kita juga membatasi apa yang hendak kita lakukan, misalnya tembok di kamar kita membatasi kemana kita melangkahkan kaki atau anak yang tinggal di perkotaan tidak pernah melihat laut, sungai, hutan kurang mempunyai rasa menghargai terhadap alam.

1. Lingkungan mengundang dan mendatangkan perilaku.
2. Lingkungan membentuk diri. Perilaku yang dibatasi oleh lingkungan dapat menjadi bagian yang menetap dalam diri yang menentukan arah perkembangan kepribadian di masa yang akan datang.
3. Lingkungan mempengaruhi citra diri.

E. Masalah Kesehatan Lingkungan

Masalah-masalah kesehatan lingkungan antara lain adalah:

1. Urbanisasi penduduk

Di Indonesia, terjadi perpindahan penduduk dalam jumlah besar dari desa ke kota. Lahan pertanian yang semakin berkurang terutama di pulau Jawa dan terbatasnya lapangan pekerjaan mengakibatkan penduduk desa berbondong-bondong datang ke kota besar mencari pekerjaan sebagai pekerja kasar seperti pembantu rumah tangga, kuli bangunan dan pelabuhan, pemulung bahkan menjadi pengemis dan pengamen jalanan yang secara tidak langsung membawa dampak sosial dan dampak kesehatan lingkungan, seperti munculnya permukiman kumuh dimana-mana.

2. Tempat pembuangan sampah

Di hampir setiap tempat di Indonesia, sistem pembuangan sampah dilakukan secara dumping tanpa ada pengelolaan lebih lanjut. Sistem pembuangan semacam itu selain memerlukan lahan yang cukup luas juga menyebabkan pencemaran pada udara, tanah, dan air selain lahannya juga dapat menjadi tempat berkembangbiaknya agens dan vektor penyakit menular.

3. Penyediaan sarana air bersih

Berdasarkan survei yang pernah dilakukan, hanya sekitar 60% penduduk Indonesia mendapatkan air bersih dari PDAM, terutama untuk penduduk perkotaan, selebihnya mempergunakan sumur atau sumber air lain. Bila datang musim kemarau, krisis air dapat terjadi dan penyakit gastroenteritis mulai muncul di mana-mana.

4. Pencemaran udara

Tingkat pencemaran udara di Indonesia sudah melebihi nilai ambang batas normal terutama di kota-kota besar akibat gas buangan kendaraan bermotor. Selain itu, hampir setiap tahun asap tebal meliputi wilayah nusantara bahkan sampai ke negara tetangga akibat pembakaran hutan untuk lahan pertanian dan perkebunan.

5. Pembuangan limbah industri dan rumah tangga

Hampir semua limbah cair baik yang berasal dari rumah tangga dan industri dibuang langsung dan bercampur menjadi satu ke badan sungai atau laut, ditambah lagi dengan kebiasaan penduduk melakukan kegiatan MCK di bantaran sungai. Akibatnya, kualitas air sungai menurun dan apabila di-gunakan untuk air baku memerlukan biaya yang tinggi.

6. Bencana alam/pengungsian

Gempa bumi, tanah longsor, gunung meletus, atau banjir yang sering terjadi di Indonesia mengakibatkan penduduk mengungsi yang tentunya menambah banyak permasalahan kesehatan lingkungan.

7. Perencanaan tata kota dan kebijakan pemerintah

Perencanaan tata kota dan kebijakan pemerintah seringkali menimbulkan masalah baru bagi kesehatan lingkungan. Contoh, pemberian izin tempat permukiman, gedung atau tempat industri baru tanpa didahului dengan studi kelayakan yang berwawasan lingkungan dapat menyebabkan terjadinya banjir, pencemaran udara, air, dan tanah serta masalah sosial lain.

8. Penyakit berbasis lingkungan

Macam-macam jenis penyakit yang terjadi akibat lingkungan antara lain:

- a. Malaria
- b. Demam berdarah
- c. Diare
- d. Kecacingan
- e. Infeksi saluran pernafasan akut (ISPA)
- f. Tuberkulosis paru (TB-paru)

F. Isu Terkini dan yang akan datang tentang Kesehatan Lingkungan

Kondisi kesehatan lingkungan dewasa ini menunjukkan penurunan kualitas dapat sejalan dengan situasi ekonomi. Keadaan ini juga diperburuk oleh perilaku masyarakat yang kurang peduli dan perhatian terhadap kesehatan lingkungan tanpa menyadari manfaat yang diperoleh. Upaya kesehatan lingkungan yang bersifat promotif, preventif, dan protektif secara epidemiologi mampu memberikan kontribusi yang bermakna terhadap risiko kejadian penyakit yang berbasis lingkungan, apabila jangkauan programnya (aksesibilitas) memadai.

Permasalahan utama yang dihadapi dalam kinerja kesehatan lingkungan pada umumnya adalah masih rendahnya jangkauan program karena keterbatasan berbagai sumber daya yang tersedia, sehingga tingkat proteksi terhadap risiko penyakit berbasis lingkungan juga masih rendah. Di pedesaan, masalah utama yang dihadapi oleh masyarakat pedesaan adalah rendahnya kases terhadap kualitas lingkungan pemukiman seperti perumahan, pelayanan sarana air bersih, pemanfaatan sarana jamban dan kurangnya perhatian dan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan. Di perkotaan, sistem pelayanan kesehatan lingkungan seperti pelayanan air bersih, pelayanan pembuangan sampah dan limbah baik domestic maupun industry lebih berkembang dibanding dengan di pedesaan.

Meskipun jangkauan pelayanannya lebih baik, namun demikian penduduk perkotaan memiliki risiko dari berbagai penyakit berbasis lingkungan akibat buruknya kualitas lingkungan, seperti pencemaran udara, kebisingan, radiasi, kepenyuhsesakan, dan tingginya kejadian kecelakaan, baik akibat masalah lalu lintas, maupun kecelakaan akibat kerja. Di samping ancaman terhadap penyakit berbasis lingkungan akibat rendahnya kualitas

lingkungan hidup dan perilaku masyarakat, risiko lain yang dihadapi adalah kejadian bencana, baik bencana alam maupun bencana akibat ulah manusia.

1. Isu lingkungan lokal

Saat ini masalah lingkungan cukup sering diperbincangkan. Sebagaimana telah diketahui bersama bahwa lapisan ozon kini semakin menipis. Dengan terus menipisnya lapisan itu, sangat dikhawatirkan bila lapisan ini tidak ada atau menghilang sama sekali dari alam semesta ini. Tanpa lapisan ozon sangat banyak akibat negatif yang akan menimpa makhluk hidup di muka bumi ini, antara lain: penyakit-penyakit akan menyebar secara menjadi-jadi, cuaca tidak menentu, pemanasan global, bahkan hilangnya suatu daerah karena akan mencairnya es yang ada di kutub Utara dan Selatan.

- a. Kekeringan: kekeringan adalah kekurangan air yang terjadi akibat sumber air tidak dapat menyediakan kebutuhan air bagi manusia dan makhluk hidup yang lainnya. Dampak: menyebabkan gangguan kesehatan, keterancaman pangan.
- b. Banjir: merupakan fenomena alam ketika sungai tidak dapat menampung limpahan air hujan karena proses infiltrasi mengalami penurunan. Itu semua dapat terjadi karena hijauan penahan air larian berkurang. Dampak: gangguan kesehatan, penyakit kulit, aktivitas manusia terhambat, penurunan produktifitas pangan, dll.
- c. Longsor: adalah terkikisnya daratan oleh air larian karena penahan air berkurang. Dampaknya: terjadi kerusakan tempat tinggal, ladang, sawah, mengganggu perekonomian dan kegiatan transportasi.
- d. Erosi pantai: terkikisnya lahan daratan pantai akibat gelombang air laut. Dampak: menyebabkan kerusakan tempat tinggal dan hilangnya potensi ekonomi seperti kegiatan pariwisata.
- e. Intrusi air laut: air laut (asin) mengisi ruang bawah tanah telah banyak digunakan oleh manusia dan tidak adanya tahanan intrusi air laut seperti kawasan mangrove. Dampaknya: terjadinya kekurangan stok air tawar, dan mengganggu kesehatan.

2. Isu Lingkungan Nasional

Macam-macam isu lingkungan nasional adalah:

- a. Kebakaran Hutan: Proses kebakaran hutan dapat terjadi dengan alami atau ulah manusia. kebakaran oleh manusia biasanya karena bermaksud pembukaan lahan untuk perkebunan. Dampaknya: memberi kontribusi CO₂ di udara, hilangnya keanekaragaman hayati, asap yang dihasilkan dapat mengganggu kesehatan dan asapnya bisa berdampak ke negara lain. Tidak hanya pada local namun ke negara tetanggapun juga terkena.
- b. Pencemaran minyak lepas pantai: hasil eksploitasi minyak bumi diangkut oleh kapal tanker ke tempat pengolahan minyak bumi. Pencemaran minyak lepas pantai diakibatkan oleh sistem penampungan yang bocor atau kapal

tenggelam yang menyebabkan lepasnya minyak ke perairan. Dampaknya adalah mengakibatkan limbah tersebut dapat tersebar tergantung gelombang air laut. Hal ini juga dapat berdampak ke beberapa negara, akibatnya tertutupnya lapisan permukaan laut yang menyebabkan penetrasi matahari berkurang menyebabkan fotosintesis terganggu, pengikatan oksigen, dan dapat menyebabkan kematian organisme laut.

3. Isu Lingkungan Global

Sebelumnya orang menduga masalah lingkungan global lebih banyak dipengaruhi faktor alam, seperti iklim, yang mencakup temperatur, curah hujan, kelembaban, tekanan udara dll. Belakangan orang mulai menyadari bahwa aktifitas manusia pun mempengaruhi iklim dan lingkungan secara signifikan. Contoh penebangan hutan yang mempengaruhi perubahan suhu dan curah hujan secara lokal. Ketika area hutan yang hilang semakin luas, maka akibat yang ditimbulkan bukan lagi lokal tapi sudah berskala regional. Penebangan hutan disebabkan tentu saja karena adanya motivasi-motivasi manusia yang membuat mereka menebang hutan, misalnya motivasi ekonomi. Untuk skala negara, negara membutuhkan devisa untuk menjalankan roda pembangunan. Karena industri negara belum mapan dan kuat, maka yang bisa diekspor untuk menambah devisa adalah menjual kayu, serta dalam modal dan keahlian yang dibutuhkan untuk menebang pohon relatif kecil dan sederhana.

Menjadi masalah global yang mempengaruhi lingkungan juga misalnya pertumbuhan penduduk dunia yang amat pesat. Pertumbuhan penduduk memiliki arti pertumbuhan kawasan urban dan juga kebutuhan tambahan produksi pangan. Belum lagi ada peningkatan kebutuhan energi. Pemenuhan kebutuhan lahan urban dan lahan pertanian ini akan meminta konversi lahan hutan. Semakin lama daerah-daerah resapan air makin berkurang, akibatnya terjadi krisis air tanah. Di sisi lain di beberapa kawasan berkemiringan cukup tajam menjadi rawan longsor, karena pepohonan yang tadinya menyangga sistem kekuatan tanah semakin berkurang. Kemudian karena resapan air ke tanah berkurang, terjadilah *over-flow* pada air permukaan. Ketika kondisi ini beresonansi dengan sistem drainase yang buruk di perkotaan terjadilah banjir. Banjir akan membawa berbagai penderitaan. Masalah langsungnya misalnya korban jiwa dan harta. Masalah tidak langsungnya misalnya mewabahnya berbagai penyakit, seperti malaria, demam berdarah, muntaber dll.

Sekarang beralih ke masalah eksploitasi energi. Saat ini Indonesia misalnya masih sangat bergantung pada sumber energi minyak bumi. Ini yang menjelaskan betapa hebohnya pemerintah dan masyarakat akibat masalah minyak. Pemerintah bingung menutupi anggaran belanja negara, karena besarnya pengeluaran untuk impor minyak. Masyarakat bingung sebab kenaikan harga minyak memiliki efek berantai pada kenaikan harga

barang-barang di lapangan. Yang ingin ditekankan di sini adalah bahwa penggunaan minyak dari sisi lingkungan, dan lebih spesifiknya sisi komposisi udara di atmosfer, berarti peningkatan gas carbon dioksida (CO₂). Gas ini, bersama lima jenis gas lain diketahui menjadi penyebab terjadinya efek pemanasan global (*global warming*). Diperkirakan diantara tahun 1990-2100 akan terjadi kenaikan rata-rata suhu global sekitar 1,4 sampai 5,8 derajat celsius. Akibatnya akan terjadi kenaikan rata-rata permukaan air laut disebabkan mencairnya gunung-gunung es di kutub. Banyak kawasan di dunia akan terendam air laut. Akan terjadi perubahan iklim global. Hujan dan banjir akan meningkat. Wabah beberapa penyakit akan meningkat pula. Produksi tumbuhan pangan pun terganggu. Pendek kata akan terjadi pengaruh besar bagi kelangsungan hidup manusia.

Para peneliti dan ilmuwan yang bergerak di bidang lingkungan sudah sangat ngeri membayangkan bencana besar yang akan melanda umat manusia. Yang jadi masalah, kesadaran akan permasalahan lingkungan ini belum merata di tengah umat manusia. Ini akan lebih jelas lagi kalau melihat tingkat kesadaran masyarakat di negara berkembang. Jangankan masyarakat umum, di kalangan pemimpin pun kesadaran masalah lingkungan ini masih belum merata. Contoh dari isu kesehatan lingkungan pada skala global antara lain:

- a. Pemanasan global/*global warming* pada dasarnya merupakan fenomena peningkatan temperature global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas karbondioksida, metana, dinitrooksida, dan CFC sehingga energi matahari tertangkap dalam atmosfer bumi. Dampak bagi lingkungan biogeofisik: pelelehan es di kutub, kenaikan mutu air laut, perluasan gurun pasir, peningkatan hujan dan banjir, perubahan iklim, punahnya flora dan fauna, migrasi fauna dan hama penyakit. Dampak bagi aktiitas sosial ekonomi masyarakat: gangguan pada pesisir dan kota pantai, gangguang terhadap prasarana fungsi jalan, pelabuhan dan bandara. Gangguan terhadap pemukiman penduduk, gangguang produktifitas pertanian. Peningkatan resiko kanker dan wabah penyakit.
- b. Penipisan lapisan ozon: dalam lapisan statosfer pengaruh radiasi ultraviolet, CFC terurai dan membebaskan atom klor. Klor akan mempercepat penguraia ozon menjadi gas oksigen yang mengakibatkan efek rumah kaca. Beberapa atom lain yang mengandung brom seperti metal bromide dan halon juga ikut memeperbesar penguraian ozon. Dampak bagi makhluk hidup: lebih banyak kasus kanker kulit melanoma yang bisa menyebabkan kematian, meningkatkan kasus katarak pada mata dan kanker mata, menghambat daya kebal pada manusia (imun), penurunan produksi tanaman jagung, kenaikan suhu udara dan kematian pada hewan liar, dll.

- c. Hujan asam: Proses revolusi industri mengakibatkan timbulnya zat pencemaran udara. Pencemaran udara tersebut bisa bereaksi air hujan dan turun menjadi senyawa asam. Dampaknya: proses korosi menjadi lebih cepat, iritasi pada kulit, sistem pernafasan, menyebabkan pengasaman pada tanah.
- d. Pertumbuhan populasi: penambahan penduduk dunia yang mengikuti pertumbuhan secara eksponensial merupakan permasalahan lingkungan. Dampaknya: terjadinya pertumbuhan penduduk akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan sumber daya alam dan ruang.
- e. Desertifikasi: merupakan pengurangan, menurunkan kemampuan daratan. Pada proses desertifikasi terjadi proses pengurangan produktifitas yang secara bertahap dan penipisan lahan bagian atas karena aktivitas manusia dan iklim yang bervariasi seperti kekeringan dan banjir. Dampak: awalnya berdampak lokal namun sekarang isu lingkungan sudah berdampak global dan menyebabkan semakin meningkatnya lahan kritis di muka bumi sehingga penangkap CO₂ menjadi semakin berkurang.
- f. Penurunan keanekaragaman hayati: adalah keanekaragaman jenis spesies makhluk hidup. Tidak hanya mewakili jumlah atau sepsis di suatu wilayah, meliputi keunikan spesies, gen serta ekosistem yang merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Dampaknya: karena keanekaragaman hayati ini memiliki potensi yang besar bagi manusia baik dalam kesehatan, pangan maupun ekonomi.
- g. Pencemaran limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun): bahan yang diidentifikasi memiliki bahan kimia satu atau lebih dari karakteristik mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, penyebab infeksi, bersifat korosif. Dampak : dulunya hanya bersifat lokal namun sekarang antar negara pun melakukan proses pertukaran dan limbanya di buang di laut lepas. Dan jika itu semua terjadi maka limbah bahan berbahaya dan beracun dapat bersifat akut sampai kematian makhluk hidup.

BAB II

PARADIGMA EPIDEMIOLOGI KESEHATAN LINGKUNGAN

A. Pengertian Paradigma dan Paradigma Kesehatan Lingkungan

Paradigma adalah keseluruhan konseptual kerangka di mana peneliti dapat bekerja, yaitu paradigma dapat dianggap sebagai “sistem dasar kepercayaan atau pandangan dunia yang memandu peneliti”. Asumsi filosofis yang mendukung empat paradigma yang berbeda dari ilmu-positivisme, realisme, konstruktivisme dan teori kritis.

Mendasari empat paradigma adalah pertanyaan tentang penciptaan pengetahuan: bagaimana bisa temuan dari satu proyek penelitian digeneralisasi untuk situasi lain. Pada bagian pertama dari empat paradigma, positivisme, pengetahuan statistik umum untuk populasi dengan analisis statistik pengamatan tentang realitas mudah diakses. Tujuan paradigma realisme adalah untuk menggeneralisasi untuk proposisi teoritis dan tidak.

Kesehatan lingkungan meliputi proses penyakit yang kompleks, banyak yang melibatkan interaksi antara beberapa faktor risiko, termasuk eksposur racun, patogen, dan kerentanan. Pendanaan dan Program mandat untuk studi kesehatan lingkungan harus diperluas untuk mencakup patogen untuk menangkap ruang lingkup yang benar ini risiko yang tumpang tindih, sehingga menciptakan investasi penelitian lebih efektif dengan relevansi yang lebih besar dengan kompleksitas eksposur dunia nyata dan hasil kesehatan multifaktorial.

Paradigma terdiri dari komponen-komponen berikut: ontologi, epistemologi, metodologi, dan, metode. Ontologi adalah studi menjadi. Asumsi ontologis prihatin dengan apa yang merupakan realitas, dengan kata lain apa yang ada. Peneliti perlu mengambil posisi mengenai persepsi mereka tentang bagaimanahal sebenarnya dan bagaimana hal-hal yang benar-benar bekerja. Epistemologi berkaitan dengan sifat dan bentuk pengetahuan. Setiap paradigma didasarkan pada asumsi-asumsi ontologis dan epistemologis sendiri.

Metodologi adalah strategi atau rencana tindakan yang terletak di belakang pilihan dan penggunaan metode tertentu. Dengan demikian, metodologi berkaitan dengan mengapa, apa, dari mana, kapan dan bagaimana data dikumpulkan dan dianalisis. Metode adalah teknik-teknik khusus dan prosedur yang digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data.

Data yang dikumpulkan akan baik bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Semua paradigma dapat digunakan baik kuantitatif dan kualitatif Data. Metode penelitian dapat ditelusuri kembali melalui metodologi dan epistemologi, ke posisi ontologism, hal itu adalah mustahil untuk terlibat dalam bentuk apapun dari penelitian tanpa melakukan (sering implisit) untuk ontologis danposisi epistemologis. Jadi, dapat disimpulkan bahwa paradigma kesehatan lingkungan yaitu menggambarkan hubungan interaktif antara

berbagai komponen lingkungan dengan dinamika perilaku penduduk. Model hubungan berbagai variabel dengan datangnya penyakit, merupakan dasar bagi analisis kejadian sehat-sakit dalam suatu wilayah dan merupakan batasan-batasan yang jelas dalam kesehatan lingkungan.

B. Prinsip-prinsip Epidemiologi Kesehatan Lingkungan

Epidemiologi adalah studi tentang distribusi dan determinan negara yang berhubungan dengan kesehatan atau peristiwa dalam populasi tertentu, dan aplikasi penelitian ini untuk mengendalikan masalah kesehatan. Epidemiologi adalah disiplin ilmu dengan metode suara penyelidikan ilmiah pada pondasinya. Epidemiologi adalah data-driven dan bergantung pada pendekatan yang sistematis dan objektif untuk pengumpulan, analisis, dan interpretasi data.

Metode epidemiologi dasar cenderung mengandalkan observasi yang cermat dan penggunaan kelompok pembanding yang valid untuk menilai apakah apa yang diamati, seperti jumlah kasus penyakit di daerah tertentu selama jangka waktu tertentu atau frekuensi eksposur antara orang-orang dengan penyakit, berbeda dari apa yang dapat diharapkan. Namun, epidemiologi juga mengacu pada metode dari bidang ilmiah lainnya, termasuk biostatistik dan informatika, dengan biologis, ekonomi, sosial, dan ilmu perilaku, epidemiologi sering digambarkan sebagai ilmu dasar kesehatan masyarakat, dan untuk alasan yang baik.

Pertama, epidemiologi adalah disiplin kuantitatif yang bergantung pada pengetahuan tentang probabilitas, statistik, dan metode penelitian suara. Kedua, epidemiologi adalah metode penalaran kausal berdasarkan mengembangkan dan menguji hipotesis didasarkan pada bidang ilmu seperti biologi, ilmu perilaku, fisika, dan ergonomi untuk menjelaskan perilaku yang berhubungan dengan kesehatan, negara, dan acara. Namun, epidemiologi bukan hanya kegiatan penelitian tetapi merupakan komponen integral dari kesehatan masyarakat, memberikan dasar untuk mengarahkan tindakan kesehatan masyarakat praktis dan sesuai berdasarkan ilmu pengetahuan dan penalaran kausal.

Awal mula penelitian epidemiologi pada lingkungan penentu penyakit dimulai pada era modern dengan investigasi oleh John Snow yaitu dengan meneliti air minum yang diduga penyebab wabah kolera di London, Inggris pada tahun 1850-an. Epidemiologi lingkungan pada kenyataannya telah mengalami sedikit dari perubahan selama 20 tahun terakhir, karena kekhawatiran masyarakat dan kepentingan ilmu pengetahuan yang telah tumbuh mengenai dampak kesehatan potensial dari udara, air, tanah, dan kontaminan makanan, serta yang berkaitan dengan lingkungan yang kondisinya terjadi pada skala global, terutama perubahan iklim. Banyak monograf dan kumpulan kasus penelitian telah dipublikasikan pada faktor-faktor lingkungan dan kesehatan, namun ada kebutuhan yang mencolok

untuk sistematis buku yang membahas baik metodologi dan konten yang spesifik dalam aspek lapangan.

Perkembangan ilmu epidemiologi erat dengan hambatan-hambatan karena belum semua ahli bidang kedokteran setuju metode yang di gunakan pada epidemiologi. Hal ini disebabkan karena perbedaan paradigma dalam menangani masalah kesehatan antara ahli pengobatan dengan metode epidemiologi terutama pada saat berlakunya paradigma bahwa penyakit disebabkan oleh roh jahat.

Keberhasilan menembus paradigma tersebut berkat perjuangan yang gigih para ilmuwan terkenal di kala itu. Seperti sekitar 1000 SM Cina dan India telah mengenalkan variolasi, Abad ke 5 SM muncul Hipocrates yang memperkenalkan bukunya tentang air, water and places, selanjutnya Galen melengkapi dengan faktor atmosfer, faktor internal serta faktor predisposisi. Abad 14 dan 15 terjadi karantina berbagai penyakit yang di pelopori oleh V. Fracastorius dan Sydenham, selanjutnya pada tahun 1662 John Graunt memperkenalkan ilmu biostat dengan mencatat kematian PES & data metriologi.

Pada tahun 1839 William Farr mengembangkan analisis statistik, matematik dalam epidemiologi dengan mengembangkan sistem pengumpulan data rutin tentang jumlah dan penyebab kematian dibandingkan pola kematian antara orang-orang yang menikah dan tidak, dan antara pekerja yang berbeda jenis pekerjaannya di inggris. Upaya yang telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pengamatan penyakit secara terus menerus dan menggunakan informasi itu untuk perencanaan dan evaluasi program telah mengangkat nama William Farr sebagai "*the founder of modern epidemiology*".

Selanjutnya pada tahun 1848, John Snow menggunakan metode Epidemiologi dalam menjawab epidemi cholera di London, Kemudian berkembang usaha vaksinasi, analisis wabah, terakhir penggunaan metode epidemiologi pada penyakit keracunan dan kanker. Perkembangan epidemiologi surveilans setelah perang dunia II disusul perkembangan epidemiologi khusus. Hal yang sama juga dilakukan Edwin Chadwick Pada tahun 1892 yaitu melakukan riset tentang masalah sanitasi di inggris, serta Jacob henle, robert koch, Pasteur mengembangkan teori kontak penularan.

Pada pertengahan dan akhir 1800-an, metode epidemiologi mulai diterapkan dalam penyelidikan terjadinya penyakit. Pada saat itu, sebagian besar peneliti berfokus pada penyakit infeksi akut. Pada 1930-an dan 1940-an, ahli epidemiologi diperpanjang metode mereka terhadap penyakit menular. Periode sejak Perang Dunia II telah melihat sebuah ledakan dalam pengembangan metode penelitian dan teoretis epidemiologi. Epidemiologi telah diterapkan untuk seluruh rentang hasil yang berhubungan dengan kesehatan, perilaku, dan bahkan pengetahuan dan sikap.

Penelitian kanker paru-paru menghubungkan Doll dan Hill untuk studi penyakit kardiovaskular dan asap antara penduduk Framingham, Massachusetts⁷ adalah dua contoh bagaimana peneliti perintis telah menerapkan metode epidemiologi penyakit kronis sejak Perang Dunia II. Selama tahun 1960-an dan awal 1970-an tenaga kesehatan yang diterapkan metode epidemiologi untuk memberantas alami cacar. Hal ini adalah sebuah prestasi dalam epidemiologi yang diterapkan proporsinya serta belum pernah terjadi sebelumnya.

Pada 1980-an, epidemiologi diperpanjang untuk studi cedera dan kekerasan. Pada 1990-an, bidang terkait molekuler dan genetik epidemiologi (perluasan epidemiologi untuk melihat jalur tertentu, molekul dan gen yang mempengaruhi risiko penyakit) berakar. Sementara itu, penyakit menular terus menantang epidemiologi sebagai agen infeksi baru muncul (virus Ebola, virus Human Immunodeficiency (HIV) / *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (AIDS), diidentifikasi (*Legionella*, *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS), atau diubah (obat-tahan *Mycobacterium tuberculosis*, Avian influenza). Dimulai pada tahun 1990-an dan mempercepat setelah serangan teroris 11 September 2001, epidemiologi harus mempertimbangkan tidak hanya transmisi alami organisme menular tetapi juga menyebar disengaja melalui peperangan biologis dan bioterorisme.

C. Teori Simpul Pengamatan Kesehatan Lingkungan

Teori simpul adalah untuk menggambarkan pola berkelanjutan terjadinya penyakit dan potensi penyakit sehingga penyelidikan, kontrol, dan langkah-langkah pencegahan dapat diterapkan secara efisien dan efektif. Hal ini dilakukan melalui pengumpulan sistematis dan evaluasi morbiditas dan mortalitas laporan dan informasi kesehatan yang relevan lainnya, dan penyebaran data dan interpretasi mereka kepada orang-orang yang terlibat dalam pengendalian penyakit dan pengambilan keputusan kesehatan masyarakat.

Pengamatan kesehatan masyarakat yang sedang berlangsung, sistematis pengumpulan, analisis, interpretasi, dan penyebaran data kesehatan untuk membantu memandu pengambilan keputusan kesehatan masyarakat dan tindakan. Surveilans setara dengan memantau denyut nadi masyarakat. Tujuan dari surveilans kesehatan masyarakat yang kadang-kadang disebut “informasi untuk tindakan”. Epidemiologi cenderung digunakan untuk merancang sistem pengawasan baru lainnya maka, kompetensi inti dari seorang ahli epidemiologi harus mencakup desain instrumen pengumpulan data, pengelolaan data, metode deskriptif dan grafik, interpretasi data, penulisan ilmiah serta presentasi data.

D. Hubungan Interaksi *Host-agent-environment*

Agent, host, dan faktor lingkungan saling berhubungan dalam berbagai cara yang rumit untuk menghasilkan penyakit. Penyakit yang berbeda membutuhkan sarana dan interaksi dari tiga komponen yang berbeda. Pengembangan langkah-langkah kesehatan masyarakat yang sesuai, praktis, dan efektif untuk mengendalikan atau mencegah penyakit biasanya membutuhkan penilaian dari ketiga komponen dan interaksinya.

*Host adalah sesuatu yang mengacu pada manusia yang bisa mendapatkan penyakit. Berbagai faktor *intrinsic* (dalam) tuan rumah, kadang-kadang disebut juga faktor risiko yang dapat mempengaruhi individu eksposur, kerentanan, atau respons terhadap agen penyebab. Peluang untuk eksposur sering dipengaruhi oleh perilaku seperti praktek seksual, kebersihan, dan pilihan pribadi lainnya serta dengan usia dan jenis kelamin. Kerentanan dan respon terhadap agen dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti komposisi genetik, status gizi dan imunologi, struktur anatomi, adanya penyakit atau obat-obatan, dan psikologis. *Environment* (lingkungan) yang mengacu pada faktor-faktor ekstrinsik yang mempengaruhi agen dan kesempatan untuk eksposur. Faktor lingkungan meliputi faktor fisik seperti geologi dan iklim, faktor-faktor biologis seperti serangga yang mengirimkan agen, dan faktor sosial ekonomi seperti *crowding*, sanitasi, dan ketersediaan pelayanan kesehatan.*

E. Konsep dasar penilaian, pengukuran pemajanan dan pengukuran dampak kesehatan lingkungan, maupun pelaksanaan sistem pemantauan, serta memperkirakan besaran dampak kesehatan lingkungan dengan pendekatan epidemiologi

Pada tahun 2012 sebuah berita NRC melaporkan, Ilmu Paparan di abad ke-21, sebuah buku *The Gold Book*, proses yang bidang ilmu kesehatan lingkungan telah digunakan untuk mendefinisikan prinsip-prinsip dasar, dan tempat-tempat pengukuran pemajanan dan pemodelan ilmu sebagai disiplin inti yang menjembatani sumber dengan hasil kesehatan. *Gold Book* membuat sejumlah rekomendasi tentang perlunya penelitian ilmu eksposur dan penggunaannya dalam pengambilan keputusan kebijakan dan implementation. Selain itu, membuat rekomendasi tentang perlunya sensor sederhana, dan keterlibatan masyarakat yang berisiko.

Sebuah variabel dapat berupa karakteristik yang berbeda dari orang ke orang, seperti tinggi, jenis kelamin, status vaksinasi cacar, atau pola aktivitas fisik. Nilai variabel adalah jumlah atau keterangan yang berlaku bagi orang tertentu, seperti 5'6 "(168 cm), perempuan, dan tidak pernah divaksinasi. Penyelidikan kasus *Escherichia coli* biasanya berfokus pada mencoba untuk mengidentifikasi kendaraan, daging sapi sering tanah tapi kadang-kadang sesuatu yang lebih seperti biasa seperti jus buah. Dengan mengidentifikasi

kendaraan, peneliti mungkin dapat menentukan berapa banyak orang lain mungkin sudah terkena dan berapa banyak terus beresiko.

Ketika produk komersial ternyata pelakunya, pengumuman publik dan mengingat produk dapat mencegah banyak kasus tambahan. Kadang-kadang, tujuan dari penyelidikan mungkin hanya untuk mempelajari lebih lanjut tentang sejarah alam, spektrum klinis, epidemiologi deskriptif, dan faktor risiko penyakit sebelum menentukan apa penyakit metode intervensi mungkin cocok. Investigasi awal epidemi SARS pada tahun 2003 yang diperlukan untuk membuat definisi kasus berdasarkan presentasi klinis, dan untuk mengkarakterisasi populasi berisiko oleh waktu, tempat, dan orang. Karena semakin dipelajari tentang epidemiologi penyakit dan penularan virus, rekomendasi yang tepat tentang isolasi dan karantina yang terbaik.

Investigasi lapangan dari tipe yang diuraikan di atas kadang-kadang disebut sebagai “epidemiologi sepatu kulit,” membayangkan gambar berdedikasi, jika kuyu, ahli epidemiologi mengalahkan trotoar untuk mencari kasus-kasus tambahan dan petunjuk mengenai sumber dan cara penularan. Pendekatan ini diperingati dalam simbol Epidemi Intelijen (EIS), program pelatihan CDC untuk detektif penyakit- sepatu dengan lubang di satu-satunya.

Lambang EIS Studi Analitik Pengawasan dan investigasi lapangan biasanya cukup untuk mengidentifikasi penyebab, cara penularan, dan kontrol dan pencegahan tindakan yang tepat. Tapi kadang-kadang studi analitik menggunakan metode yang lebih ketat diperlukan. Seringkali metode yang digunakan dalam kombinasi dengan penyelidikan pengawasan dan lapangan memberikan petunjuk atau hipotesis tentang penyebab dan cara penularan, dan studi analitik mengevaluasi kredibilitas mereka hipotesis. Cluster atau wabah penyakit yang sering diselidiki awalnya dengan epidemiologi deskriptif. Pendekatan deskriptif melibatkan studi tentang insiden penyakit dan distribusi dengan waktu, tempat, dan orang. Ini mencakup perhitungan tarif dan identifikasi bagian dari populasi berisiko tinggi daripada yang lain. Kadang-kadang, ketika hubungan antara paparan dan penyakit yang cukup kuat, penyelidikan bisa berhenti ketika epidemiologi deskriptif selesai dan tindakan pengendalian dapat segera dilaksanakan.

John Snow 1854 investigasi kolera adalah contoh. Lebih Banyak Pengantar Epidemiologi sering, penelitian deskriptif, seperti penyelidikan kasus, menghasilkan hipotesis yang dapat diuji dengan studi analitik. Sementara beberapa investigasi lapangan yang dilakukan sebagai respons terhadap masalah kesehatan akut seperti wabah, banyak orang lain yang studi direncanakan.

Ciri dari studi epidemiologi analitik adalah penggunaan kelompok pembanding yang valid. Epidemiologi harus terampil dalam semua aspek studi tersebut, termasuk desain, perilaku, analisis, interpretasi, dan komunikasi temuan.

- a. Desain meliputi penentuan strategi penelitian yang sesuai dan desain penelitian, menulis pembenaran dan protokol, menghitung ukuran sampel, memutuskan kriteria pemilihan subjek (misalnya, mengembangkan definisi kasus), memilih kelompok pembanding yang tepat, dan merancang kuesioner.
- b. Melakukan melibatkan mengamankan izin dan persetujuan yang sesuai, mengikuti prinsip-prinsip etika yang tepat, abstrak catatan, melacak dan mewawancarai subyek, mengumpulkan dan penanganan spesimen, dan mengelola data.
- c. Analisis dimulai dengan menggambarkan karakteristik mata pelajaran. Ini berkembang menjadi perhitungan tingkat, penciptaan tabel perbandingan (misalnya, dua-dua tabel), dan perhitungan langkah-langkah asosiasi (misalnya, rasio risiko atau odds rasio), tes signifikansi (misalnya, uji chi-square), interval keyakinan, dan sejenisnya. Banyak studi epidemiologi memerlukan teknik analisis yang lebih canggih seperti analisis bertingkat, regresi, dan pemodelan.
- d. Interpretasi melibatkan temuan studi dalam perspektif, mengidentifikasi pesan dibawa pulang kunci, dan membuat rekomendasi suara. Melakukan hal mengharuskan epidemiologi yang memiliki pengetahuan tentang materi pelajaran dan kekuatan dan kelemahan penelitian.

BAB III
PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN

A. Jenis-jenis pencemaran lingkungan berdasarkan tempat terjadinya pencemaran, bahan pencemar, dan tingkat pencemaran

1. Pencemaran Berdasarkan Tempat Terjadinya

a. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan komposisi udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan yang ada. Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang bandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Didalam udara terdapat gas oksigen yang digunakan untuk bernafas, gas karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh khlorofil daun dan ozon untuk menahan sinar ultra violet.

Gas-gas lain yang juga terdapat dalam udara antara lain gas mulia, nitrogen, hydrogen, methane, belerang dioksida, ammonia dan lain lain. Perubahan susunan udara dari keadaan normalnya, akan mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan yang ada. Ada pun beberapa penyebab pencemaran udara, yaitu: gas karbon dioksida (CO₂), gas belerang oksida (SO), gas belerang dioksida (SO₂), gas khloro fluoro karbon(CFC), gas karbon monoksida(CO), dan asap rokok.

b. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat atau komponen lainnya ke dalam lingkungan perairan, sehingga kualitas (mutu) air terganggu. Air merupakan kebutuhan yang utama bagi kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Air yang relatif bersih sangat di dambakan oleh manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari, untuk keperluan industri dan untuk kebrsihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan sebagainya. Akan tetapi keberadaan air yang relatif bersih sudah sulit di dapatkan, karena pencemaran air terjadi dimana-mana. Penyebab dari pencemaran air bisa dari limbah-limbah yang di buang ke sungai atau air, limbah-limbah tersebut dibedakan menjadi 3, yaitu : limbah industry, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian. Adapun juga penangkapan ikan dengan racun dapat menurunkan tingkat sumber daya perairan.

c. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah peristiwa masuknya zat atau komponen lain ke dalam suatu areal tanah. Akibatnya, dapat mengubah atau mempengaruhi keseimbangan ekologis di areal tersebut. Tanah merupakan sumber daya alam yang mengandung benda organik dan anorganik yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman juga sebagai faktor produksi

pertanian tanah yang mengandung unsur hara dan air. Pencemaran tanah dapat terjadi karena beberapa hal berikut : (1) pencemaran secara langsung (2) dapat terjadi melalui media air, dan udara. Pada pencemaran tanah kebanyakan disebabkan oleh sampah-sampah dari rumah tangga, dari pasar, industri-industri, kegiatan pertanian, maupun kegiatan dari peternakan.

2. Pencemaran Berdasarkan Macam Bahan Pencemaran

Menurut bahan pencemarnya dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Pencemaran kimiawi : Gas CO₂, bahan logam berat (Hg, Pb, As Cd, Cr, Ni), bahan radioaktif, sisa deterjen, minyak, pupuk anorganik.
- b. Pencemaran biologi : Berbagai macam mikroorganisme, antara lain : coli, Entamoeba coli, Salmonella typhosa.
- c. Pencemaran fisik : Logam, botol, kaleng, kaca, plastic, karet.

3. Berdasarkan Tingkat Pencemaran

Menurut tempat pencemarannya dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Pencemaran ringan : Pencemaran yang mulai menimbulkan gangguan ekosistem lain. Contohnya: Pencemaran asap kendaraan bermotor.
- b. Pencemaran berat : Pencemaran yang mengakibatkan penyakit kronis. Contohnya: Pencemaran saat kejadian Minamata di Jepang.
- c. Pencemaran akut : Pencemaran yang dapat mematikan hanya dalam waktu seketika. Contohnya: pencemaran gas CO dari knalpot yang mematikan orang di dalam mobil tertutup, pencemaran radioaktif serta pencemaran racun ikan.

B. Indikator Pencemaran Lingkungan

1) Indikator Pencemar Air

Air adalah senyawa kimia dengan rumus kimia H₂O, artinya satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan hidup manusia di muka bumi. Kegunaan air secara konvensional, contohnya yaitu air minum, air untuk mandi dan mencuci, air untuk mengairi sawah atau pengairan pertanian, air untuk sanitasi dan air untuk transportasi, baik di sungai maupun di laut.

Selain penggunaan air secara konvensional, air juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia, yaitu untuk menunjang kegiatan industri dan teknologi. Di dalam kegiatan industri dan teknologi, air yang telah digunakan (air limbah industri) tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan karena dapat menyebabkan pencemaran. Air tersebut harus diolah terlebih

dahulu agar mempunyai kualitas yang sama dengan kualitas air lingkungan. Indikator atau tanda bahwa air lingkungan tercemar yaitu adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui:

a. Adanya perubahan rasa, bau, dan warna air

Secara alami air yang jernih, transparan, segar dan tidak berbau merupakan indikator air yang bagus dan layak konsumsi. Namun, bahan buangan dan air limbah, baik limbah padat maupun limbah cair dari suatu kegiatan industri seringkali larut di dalam air dan menyebabkan air menjadi tercemar sehingga akan terjadi perubahan warna pada air. Seringkali zat-zat yang beracun justru terdapat di dalam bahan buangan industri yang tidak mengakibatkan perubahan warna pada air sehingga air tetap terlihat jernih.

Bau yang timbul pada air lingkungan secara mutlak merupakan salah satu tanda terjadinya tingkat pencemaran air yang cukup tinggi. Bau dan rasa merupakan sifat air yang sulit untuk diukur, tetapi bisa diidentifikasi seperti bau gas, bau busuk, rasa pahit, ataupun rasa asam. Bau yang keluar dari dalam air bisa berasal dari bahan buangan dan air limbah dari kegiatan industri atau dapat berasal dari hasil degradasi bahan buangan oleh mikroba yang hidup di dalam air.

Mikroba di dalam air akan mengubah bahan buangan organik, terutama gugus protein, secara degradasi menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau. Air yang mempunyai rasa biasanya berasal dari garam-garam yang terlarut yang berarti juga ada pelarutan ion-ion logam yang dapat mengubah konsentrasi ion hidrogen dalam air. Adanya rasa pada air juga dapat mengakibatkan perubahan pH air.

b. Perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan, Bahan buangan dan air limbah hasil dari suatu kegiatan industri yang dibuang ke perairan seperti sungai akan mengubah pH air yang akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme atau biota di dalam air. Suatu sampel diukur berdasarkan skala pH yang dapat menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan tersebut. Air normal yang memenuhi syarat memiliki kisaran pH antara 6,5-7,5. Air yang bersifat asam mempunyai pH lebih kecil dari pH normal dan air yang bersifat basa mempunyai pH lebih besar dari pH normal. Air yang terlalu asam atau terlalu basa akan bersifat korosif dan kemungkinan akan sulit untuk diolah.

Adanya karbonat, bikarbonat, dan hidoksida akan menaikkan kebasaaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan. Sejalan dengan pernyataan tersebut, Mahida (1986) menyatakan bahwa limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai pH perairan. Nilai pH dapat mempengaruhi spesiasi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, sebagai contoh H₂S yang bersifat toksik banyak ditemui di perairan tercemar dan perairan dengan nilai pH rendah.

c. Adanya mikroorganisme

Mikroorganisme sangat berperan dalam proses degradasi bahan buangan yang dibuang ke air lingkungan. Apabila bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, maka mikroorganisme akan ikut berkembang biak. Pada perkembang-biakan mikroorganisme kemungkinan mikroba patogen ikut berkembang-biak pula. Mikroba patogen adalah penyebab timbulnya berbagai macam penyakit yang bisa berawal dari industri pengolahan bahan makanan yang berpotensi terjadinya perkembang-biakan mikroorganisme.

d. Adanya perubahan suhu air

Pada umumnya suatu proses dari kegiatan industri akan menimbulkan reaksi panas atau panas dari gerakan mesin. Agar panas tersebut hilang, maka dilakukanlah proses pendinginan air karena air pendingin akan mengambil panas yang terjadi dan kemudian air panas dibuang ke lingkungan. Apabila air panas tersebut dibuang ke sungai atau danau maka sungai tersebut akan menjadi panas. Sehingga suhu menjadi naik dan mengganggu ekosistem perairan atau biota air karena ekosistem perairan sangat peka terhadap perubahan suhu air penyebabnya kadar oksigen yang terlarut dalam air akan turun bersamaan dengan kenaikan suhu. Semakin tinggi kenaikan suhu air makin sedikit oksigen yang terlarut di dalamnya.

e. Timbulnya endapan, koloidal, dan bahan terlarut

Endapan dan koloidal serta bahan terlarut berasal dari adanya bahan buangan industri yang berbentuk padat. Bahan buangan industri yang berbentuk padat ini apabila larut sempurna maka akan mengendap didasar sungai. Sedangkan yang dapat larut sebagian akan menjadi koloidal. Sinar matahari sangat diperlukan oleh mikroorganisme untuk melakukan proses fotosintesis. Namun, adanya endapan dan koloidal yang melayang di dalam air yang menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam lapisan air menyebabkan proses fotosintesis tidak dapat berlangsung. Akibatnya, kehidupan mikroorganisme akan terganggu.

Apabila endapan dan koloidal yang terjadi berasal dari bahan buangan organik, maka mikroorganisme, dengan bantuan oksigen yang terlarut di dalam air, akan melakukan degradasi bahan organik tersebut sehingga menjadi bahan yang lebih sederhana. Dalam hal ini kandungan oksigen yang terlarut di dalam air akan berkurang sehingga organisme lain yang memerlukan oksigen akan terganggu pula. Banyaknya oksigen yang diperlukan untuk proses degradasi biokimia disebut dengan *Biological Oxygen Demand* (BOD). Dengan melihat kandungan oksigen yang terlarut di dalam air dapat ditentukan seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan telah terjadi. Cara yang dapat ditempuh, yaitu dengan uji :

1) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Kalium Bichromat

($K_2Cr_2O_7$) digunakan sebagai sumber oksigen. Dalam hal ini bahan buangan organik akan dioksidasi oleh Kalium Bichromat menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion Chrom. Makin banyak jumlah Kalium Bichromat yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Ini menunjukkan bahwa air lingkungan makin banyak tercemar oleh bahan buangan organik. Berdasarkan kemampuan oksidasi, penentuan nilai COD dianggap paling baik dalam menggambarkan keberadaan bahan organik, baik yang dapat didekomposisi secara biologis maupun yang tidak.

2) BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut. Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih relatif mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan yang bersifat antiseptik atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam cianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya juga relatif sedikit. Sehingga makin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar.

f. Meningkatkan radioaktivitas air lingkungan

Pembakaran batubara adalah salah satu sumber yang dapat menaikkan radioaktivitas lingkungan. Zat radioaktif sendiri dapat menyebabkan berbagai macam kerusakan biologis dan menimbulkan efek secara langsung ataupun efek tertunda apabila tidak ditangani dengan baik dan benar. Walaupun secara alamiah radioaktivitas lingkungan sudah ada sejak terbentuknya bumi, namun kita tidak boleh menambah radioaktivitas lingkungan dengan membuang secara sembarangan bahan sisa radioaktif ke lingkungan.

2. Indikator Pencemar Udara

Udara sebagai komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat memberikan daya dukung bagi mahluk hidup untuk hidup secara optimal. Oleh karena itu, tumbuhan dapat digunakan sebagai bioindikator yang akan menunjukkan perubahan keadaan, ketahanan tubuh, dan akan memberikan reaksi sebagai dampak perubahan kondisi lingkungan yang akan memberikan informasi tentang perubahan dan tingkat pencemaran lingkungan. Indikator yang paling baik dalam menentukan derajat suatu kasus pencemaran adalah dengan cara mengukur atau memeriksa konsentrasi gas sulfurdioksida, indeks asap, serta partikel-partikel debu diudara, dan parameter-parameter lain yaitu sebagai berikut:

a. Gas Sulfur Dioksida

Gas sulfur dioksida merupakan gas pencemar udara yang konsentrasinya paling tinggi di daerah kawasan industri dan daerah perkotaan. Gas ini dihasilkan dari sisa-sisa pembakaran batubara dan bahan bakar minyak.

b. Indeks Asap

Cara penggunaan indeks asap (*smoke* atau *sciling index*), yaitu sampel udara disaring dengan sejenis kertas (*paper tape*) dan diukur densitasnya dengan alat fotoelektrik meter. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan *Coh Units per 1000 linear feet* dari sampel udara. Indeks asap bergantung pada perubahan iklim.

c. Partikel Debu

Partikel-partikel debu dan arang dari hasil pembakaran sampah dan industri merupakan salah satu indikator yang dipergunakan untuk mengukur derajat pencemaran udara. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan milligram atau mikrogram partikel per meter kubik udara.

d. Parameter Lain Indikator Pencemaran Udara

Berikut beberapa parameter lain yang dapat digunakan untuk menentukan derajat pencemaran udara yang terjadi, yaitu sebagai berikut:

1) Karbon Monoksida.

Karbon monoksida digunakan sebagai indikator pencemar udara yang diakibatkan oleh pembakaran bahan bakar minyak oleh kendaraan bermotor.

2) Oksidan (O_3).

Oksidan, misalnya ozon (O_3) yang dihasilkan akibat kerja sinar matahari terhadap asap pembuangan kendaraan bermotor di kota-kota besar.

3) Nitrogen oksida.

Nitrogen oksida adalah gas yang dihasilkan akibat kegiatan manusia maupun proses alam, seperti aktivitas gunung berapi.

e. Timah hitam atau timbal

Digunakan sebagai bahan untuk menambah kekuatan dan kecepatan mobil dan biasanya ditambah ke dalam bahan bakar bensin.

3. Indikator Pencemar Tanah

Menurut macam bahan pencemarnya, pencemaran dibedakan menjadi berikut ini:

a. Pencemaran kimia : CO_2 , logam berat (Hg, Pb, As, Cd, Cr, Ni), bahan radioaktif, pestisida, detergen, minyak, pupuk anorganik.

b. Pencemaran biologi : mikroorganisme seperti *Escherichia coli*, *Entamoeba coli*, *Salmonella thyposa*.

c. Pencemaran fisik : logam, kaleng, botol, kaca, plastik, karet.

Indikator pencemaran, meliputi:

1. Indikator Fisik : Meliputi pengukuran tentang warna tanah, kedalaman lapisan atas tanah, kepadatan tanah, tekstur tanah, dan endapan pada tanah.
2. Indikator Kimia: Kandungan senyawa kimia organik, pH, keasaman, Kadar logam, dan logam berat (Hg, Pb, As, Cd, Cr, Ni), bahan radioaktif, pestisida, detergen, minyak, pupuk anorganik.
3. Indikator Biologi: Di alam terdapat hewan-hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme yang peka dan ada pula yang tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu. mikroorganisme seperti *Escherichia coli*, *Entamoeba coli*, *Salmonella typhosa*. Organisme yang tahan akan tetap hidup.

Cacing *Tubifex* (cacing merah) merupakan cacing yang tahan hidup dan bahkan berkembang baik di lingkungan yang kaya bahan organik, meskipun species hewan yang lain telah mati. Ini berarti keberadaan cacing tersebut dapat dijadikan indikator adanya pencemaran zat organik. Organisme yang dapat dijadikan petunjuk pencemaran dikenal sebagai indikator biologis.

Indikator kualitas tanah adalah sifat fisika, kimia dan biologi serta proses dan karakteristik yang dapat diukur untuk memantau berbagai perubahan dalam tanah (USDA, 1996). Secara lebih spesifik Doran dan Parkin (1994) menyatakan bahwa indikator kualitas tanah harus memenuhi kriteria:

1. Berkorelasi baik dengan berbagai proses ekosistem dan berorientasi modeling.
2. Mengintegrasikan berbagai sifat dan proses kimia, fisika dan biologi tanah.
3. Mudah diaplikasikan pada berbagai kondisi lapang dan dapat diakses oleh para pengguna.
4. Peka terhadap variasi pengelolaan dan iklim (terutama untuk menilai kualitas tanah yang bersifat dinamis).
5. Sedapat mungkin merupakan komponen basis tanah.

C. Dampak Pencemaran Terhadap Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat

1. Dampak Pencemaran Udara

Dampak pencemaran udara saat ini merupakan masalah serius yang dihadapi oleh Negara-negara industri. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran udara ternyata sangat merugikan. Pencemaran tersebut tidak hanya mempunyai akibat langsung terhadap kesehatan manusia saja, akan tetapi juga dapat merusak lingkungan lainnya, seperti hewan, tanaman, bangunan gedung dan lain sebagainya. Dampak pencemaran udara yang diakibatkan oleh masing-masing komponen pencemar udara.

a. Dampak pencemaran oleh Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berbau, tidak berasa dan juga tidak berwarna. Sudah sejak lama diketahui bahwa gas CO dalam jumlah banyak (konsentrasi tinggi) dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkan juga dapat menimbulkan kematian.

b. Dampak Pencemaran Nitrogen Oksida (NO_x)

Gas nitrogen oksida (NO_x) ada dua macam, yaitu gas nitrogen monoksida (NO) dan gas nitrogen dioksida (NO_2). Kedua macam gas tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda dan keduanya sangat berbahaya bagi kesehatan. Organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NO_2 adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NO_2 akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat mengakibatkan kematiannya. Pencemaran udara oleh gas NO_x juga dapat menyebabkan timbulnya *Peroxy Acetil Nitrates* ini menyebabkan iritasi pada mata yang menyebabkan mata terasa pedih dan berair.

c. Dampak Pencemaran oleh Belerang Oksida (SO_x)

Sebagian besar pencemaran udara oleh gas belerang oksida (SO_x) berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, terutama batubara. Ada dua macam gas belerang oksida (SO_x), yaitu SO_2 dan SO_3 . Udara yang telah tercemar SO_x menyebabkan manusia akan mengalami gangguan pada sistem pernafasannya. Hal ini karena gas SO_x yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lender pada hidung, tenggorokan, dan saluran nafas yang lain sampai ke paru-paru.

d. Dampak pencemaran Hidrokarbon (HC)

Pencemaran udara oleh hidrokarbon (HC) dapat berasal dari HC yang berupa gas apabila HC tersebut termasuk suku rendah, atau dari yang berupa cairan apabila HC termasuk suku sedang, dan dapat pula dari yang berupa padatan apabila HC tersebut termasuk suku tinggi. Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walaupun HC juga bersifat toksik. Namun kalau HC berada di udara dalam jumlah banyak dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksiknya akan meningkat. Sifat toksik HC akan lebih tinggi kalau bukan bahan pencemar gas, cairan dan padatan.

e. Dampak pencemar partikel

Partikel-partikel tersebut sangat merugikan manusia. Pada umumnya udara yang telah tercemar oleh partikel dapat menimbulkan berbagai macam penyakit saluran pernafasan atau *pneumoconiosis*. *Pneumoconiosis* adalah penyakit saluran pernafasan yang disebabkan oleh adanya partikel (debu) yang masuk atau mengendap didalam paru-paru. Beberapa jenis *Pneumoconiosis* yang banyak dijumpai di daerah yang memiliki banyak kegiatan industry dan teknologi, yaitu Silikosis, Asbestosis, Bisinosis, Antrakosis dan Beriliosis.

2. Dampak Pencemaran Air

Air merupakan salah satu sumber kehidupan bagi umat manusia. Apabila air telah tercemar maka kehidupan manusia akan terganggu. Ini merupakan bencana besar. Hampir semua makhluk hidup di muka bumi ini memerlukan air, dari mikroorganisme sampai dengan mamalia. Tanpa air tiada kehidupan di

muka bumi ini. Kerugian yang dapat terjadi disebabkan oleh pencemaran air dapat berupa:

1) Air menjadi tidak bermanfaat lagi

Air yang tidak bermanfaat lagi akibat pencemaran air merupakan kerugian yang terasa secara langsung oleh manusia. Bentuk kerugian langsung ini antara lain berupa:

- a) Air tidak dapat digunakan lagi untuk keperluan rumah tangga
- b) Air tidak dapat digunakan untuk keperluan industri
- c) Air tidak dapat digunakan untuk keperluan pertanian

2) Air menjadi penyebab penyakit

Air lingkungan yang kotor karena tercemar oleh berbagai macam komponen pencemar menyebabkan lingkungan hidup menjadi tidak nyaman untuk dihuni. Pencemaran air dapat menimbulkan kerugian yang lebih jauh lagi, yaitu kematian. Kematian dapat terjadi karena pencemaran yang terlalu parah sehingga air telah menjadi penyebab berbagai macam penyakit. Penyakit yang ditimbulkan oleh pencemar air ini dapat berupa:

- a) Penyakit menular akibat pencemaran air dapat terjadi karena berbagai macam sebab, seperti Hepatitis A, Poliomyelitis, Cholera, Typhus Abdominalis, Dysentri Amoeba, Ascariasis, Trachoma, dan Scabies.
- b) Penyakit Tidak Menular. Penyakit tidak menular tetap merupakan bahaya besar karena dapat menyebabkan kematian. Penyakit tidak menular dapat muncul terutama karena air lingkungan telah tercemar oleh senyawa anorganik yang dihasilkan oleh industri yang banyak menggunakan unsur logam.

3. Dampak Pencemaran Daratan (Tanah)

Pencemaran daratan pada umumnya berasal dari limbah berbentuk padat yang dibuang atau dikumpulkan di suatu tempat penampungan. Tempat pengumpulan ini dapat bersifat sementara dan dapat pula bersifat tetap. Oleh karena itu, tempat pengumpulan limbah padat ini sudah ditentukan maka seharusnya sudah pula diperhatikan kemungkinan dampaknya. Dampak pencemaran daratan (tanah) tergantung pada komposisi limbah padat yang dibuang serta jumlahnya. Bentuk dampak pencemaran daratan dapat berupa:

a. Dampak langsung

Dampak pencemaran daratan yang secara langsung dirasakan oleh manusia adalah dampak dari pembuangan limbah padat organik yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan juga dari kegiatan limbah industri olahan bahan makanan.

b. Dampak tak langsung

Dampak tak langsung akibat pencemaran daratan (tanah) adalah dampak yang dirasakan oleh manusia melalui media lain yang ditimbulkan akibat pencemaran daratan (tanah). Jadi media lain inilah yang merupakan dampak langsung akibat pencemaran daratan tersebut yang selanjutnya

memberikan dampak kepada manusia. Contoh dampak tak langsung adalah berkembang biaknya nyamuk. Hal ini antara lain disebabkan karena limbah padat yang dibuang bisa menjadi barang nyamuk.

Limbah padat yang berupa kaleng, ban, dan lain-lainnya, bila hujan dapat berisi air yang kemudian menjadi tempat nyamuk bertelur dan berkembang biak. Baik tikus, lalat dan nyamuk adalah binatang yang dapat menimbulkan penyakit menular bagi manusia. Penyakit menular yang ditimbulkan dengan perantara tikus, lalat dan nyamuk adalah penyakit pest, kaki gajah (filariasis), malaria dan demam berdarah (Wisnu, 2001).

Saktiyono (2006) menyatakan dari dampak-dampak yang telah diterangkan menunjukkan bahwa pencemaran akan menurunkan kualitas lingkungan atau ekosistem. Akibatnya, timbul berbagai gangguan terhadap makhluk hidup yang ada dalam lingkungan itu, termasuk manusia. Bahan-bahan pencemar biasanya menunjukkan bermacam-macam tingkat peracunan (toksisitas). Beberapa bahan pencemar dapat bersifat racun dan mematikan berbagai makhluk hidup dalam waktu yang relatif cepat. Akan tetapi, beberapa bahan pencemar bersifat lebih ringan dan hanya menyebabkan gangguan terhadap makhluk hidup.

Pembakaran bahan bakar minyak bumi, batubara, dan kebakaran hutan baik karena perbuatan manusia atau secara alami menyebabkan kenaikan kadar karbon dioksida dalam atmosfer. Gas ini juga dihasilkan dari bermacam-macam pembakaran. Semakin banyak terbentuk karbon dioksida. Kemudian karbon dioksida akan terkumpul di atmosfer bumi. Dalam jumlah yang banyak di atmosfer, gas karbon dioksida menghalangi pantulan panas dari bumi ke atmosfer. Jadi, panas akan dipantulkan kembali ke bumi sehingga permukaan bumi menjadi lebih panas. Peristiwa ini disebut efek rumah kaca (*green house effect*). Efek rumah kaca dapat menaikkan suhu udara secara global sehingga dapat mengubah pola iklim di seluruh dunia. Bila peristiwa ini terjadi, akibat yang ditimbulkan dapat mencairkan es kutub. Bila es mencair maka permukaan laut akan naik. Keadaan ini mempengaruhi keseimbangan ekologis sehingga membahayakan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Akibat pencemaran udara yang disebabkan oleh oksida nitrogen dan oksida belerang dalam jumlah banyak menyebabkan terjadinya hujan asam. Kemudian bila hujan atau salju turun ke bumi maka terjadilah hujan atau salju yang bersifat asam. Bila pencemaran hujan asam terjadi terus menerus (dalam waktu yang lama) menyebabkan tanah, sungai danau, dan perairan tawar menjadi asam. Akibatnya, akan merusak tumbuh-tumbuhan, mematikan mikroorganisme tanah dan biota yang hidup di air tawar. Bila ini terjadi terus-menerus akhirnya akan mempengaruhi kehidupan manusia sendiri.

D. Upaya-Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan

Menurut Wisnu (2001) usaha untuk menanggulangi pencemaran ada 2, yaitu:

1. Penanggulangan secara Non-teknis

Penanggulangan secara non-teknis yaitu usaha atau cara untuk menanggulangi pencemaran lingkungan dengan cara membuat peraturan perundangan-undangan agar dapat merencanakan, mengatur dan mengawasi segala macam bentuk kegiatan industri dan teknologi sehingga tidak terjadi pencemaran lingkungan.

a. Penyajian Informasi Lingkungan (PIL)

PIL adalah gambaran awal kegiatan yang akan diusulkan. PIL diberikan sebelum melaksanakan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Berdasarkan penyajian informasi lingkungan ini dapat menentukan dilaksanakan atau tidak Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) yang diusulkan. Secara umum PIL memuat tentang:

- 1) Kegiatan yang diusulkan
- 2) Kondisi lingkungan yang akan dianalisa
- 3) Dampak yang mungkin terjadi akibat kegiatan yang diusulkan serta tindakan yang direncanakan untuk mengendalikannya

b. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)

AMDAL adalah pembahasan tentang beberapa masalah rencana kegiatan yang diusulkan. AMDAL bertujuan untuk memperkirakan dampak yang mungkin terjadi sebagai akibat dari suatu kegiatan atau proyek pembangunan yang direncanakan. Hal yang harus diketahui sebelum melakukan AMDAL yaitu perencanaan kegiatan dan keadaan lingkungan sebelum ada kegiatan. Hal tersebut harus diketahui untuk menjadi patokan mengukur pencemaran yang akan terjadi dan untuk membandingkan keadaan sebelum dan sesudah ada kegiatan. Hasil yang ideal akan didapatkan jika tidak terjadi dampak pencemaran lingkungan, dampak tersebut hendaknya dampak positif. Artinya, kegiatan tersebut dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitar.

c. Perencanaan Kawasan Kegiatan Industri dan Teknologi

Perencanaan kawasan kegiatan industri dan teknologi dilakukan agar jika terjadi pencemaran lingkungan dari kegiatan dapat dipantau dengan cepat dan penanggulangannya dapat dilakukan secara terpadu, serta daya dukung alam lingkungannya tetap terjamin bagi kelangsungan hidup manusia. Perencanaan kawasan yang baik harus mempunyai surat ijin kegiatan industri dan teknologi untuk menerapkan peraturan perundangan-undangan yang telah berlaku.

d. Pengaturan dan Pengawasan Kegiatan

Pengaturan dan pengawasan kegiatan dilakukan agar persyaratan keselamatan kerja dan keselamatan lingkungan dapat dipenuhi dengan baik sehingga kemungkinan terjadinya pencemaran lingkungan dapat

diminimalkan. Sebagai contoh ditetapkan UU No. 4 tahun 1982 tentang ketentuan-ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup, penetapan peraturan menteri kesehatan RI nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal 3 september 1990 tentang persyaratan kualitas air minum, surat keputusan menteri negara KLH nomor KEP-03/MENKLH/H/1991 tanggal 1 pebruari 1991 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan yang telah beroperasi.

e. Menanamkan Perilaku Disiplin

Perilaku disiplin sangat penting karena dengan disiplin kita dapat menjaga lingkungan dengan baik. Kata disiplin mudah diucapkan namun sulit dilakukan bagi orang yang tidak terbiasa melakukannya. Misalnya budaya membuang sampah disungai. Sudah menjadi tanggungjawab kita sebagai manusia untuk menjaga lingkungan sekitar. Segenap lapisan masyarakat dituntut untuk berdisiplin, tidak membuang limbah sembarangan yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Penanaman perilaku disiplin hendaknya ditanamkan sejak dini kepada penerus bangsa.

2. Penanggulangan Secara Teknis

Penanggulangan secara teknis adalah lanjutan dari penanggulangan secara non-teknis. Kriteria yang digunakan untuk memilih dan menentukan cara yang akan digunakan dalam penanggulangan secara teknis tergantung pada faktor berikut:

- a. Mengutamakan keselamatan lingkungan
- b. Teknologinya telah dikuasai dengan baik
- c. Secara teknis dan ekonomis dapat diperanggugjawabkan.

Berdasarkan kriteria diatas diperoleh beberapa cara penanggulangan secara teknis sebagai berikut:

a. Mengubah Proses

Mengubah proses bertujuan untuk menghindari pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh bahan buangan (limbah) yang berupa zat-zat kimia. Sebagai contoh pada industri pengolahan bahan nuklir. Untuk mendapatkan unsur uranium dari batuan uranium digunakan serangkaian proses yang melibatkan penggunaan zat kimia. Pemakaian zat kimia dapat mencemari lingkungan. Sebagai ganti zat kimia, telah dipikirkan pemakaian bakteri tertentu untuk memecah batuan uranium yang tidak membahayakan lingkungan.

b. Mengganti Sumber Energi

Sumber energi yang biasa digunakan pada kegiatan industri dan teknologi adalah bahan bakar fosil, baik minyak maupun batu bara. Pemakaian bahan bakar fosil dapat menimbulkan pencemaran udara berupa gas SO₂, NO₂, H₂S dan lain sebagainya. Hal ini dapat dikurangi dengan bahan bakar LNG (*Liquified Natural Gases*) yang menghasilkan gas buangan yang lebih bersih. Contoh dengan memanfaatkan sumber panas bumi, namun tidak semua

tempat ada sumber panas bumi (geotermal). Kalaupun ada mungkin tidak memadai untuk keperluan industri dan teknologi. Cara lain adalah dengan pemakaian energi nuklir pada Pusat Statistik Tenaga Nuklir (PLTN). Bahan bakar fosil menimbulkan pencemaran udara dan persediaan di dunia makin menipis dan suatu saat akan habis.

c. Mengelola limbah

Secara umum tingkatan proses pengolahan limbah sebagai berikut:

1) Pengolahan Awal (*Primary Waste Treatment*)

Bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik dipisahkan dan ditampung, dan pada tahap ini juga dilakukan pemisahan bahan buangan yang bisa didaur ulang dan tidak bisa didaur ulang. Bahan buangan berupa limbah cair, limbah ditampung dulu pada suatu bak besar dan didiamkan beberapa waktu sampai kotoran mengendap atau mengapung sehingga dapat dipisahkan. Bila sudah didapatkan cairan yang “bersih” maka cairan tersebut dapat dibuang ke lingkungan dan telah memenuhi syarat baku mutu limbah cair yang telah ditentukan. Bila bahan buangan belum “bersih” maka pengolahan dilanjutkan ke proses selanjutnya.

2) Pengolahan Lanjutan (*Secondary Waste Treatment*)

Limbah buangan yang belum “bersih” ditambahkan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan buangan (terutama bahan buangan organik), agar BOD untuk mikroorganisme dapat dipenuhi dengan baik, pada proses ini dialirkan udara untuk mencukupi kebutuhan oksigen. Oksigen yang cukup akan membantu mempercepat degradasi oleh mikroorganisme. Pada proses dilakukan pengendapan jika diperlukan pemisahan antara cairan dan padatan yang larut atau melayang. Penambahan zat kimia dilakukan untuk membantu proses pengendapan. Namun penambahan zat kimia tidak boleh mengakibatkan masalah pada akhir pembuangan.

3) Pengolahan Akhir (*Advanced Waste Treatment*)

Pada proses akhir ini diharapkan limbah sudah “bersih” sehingga dapat dibuang ke lingkungan. Namun, biasanya masih terdapat bahan kimia berbahaya yang terlarut dan dapat mencemari lingkungan. Bahan kimia berbahaya yang terlarut dapat dikurangi dengan menambahkan karbon aktif untuk mengadsorpsi bahan berbahaya sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. Cara lain dapat dilakukan dengan memakai mesin penukar yang dimasukkan ke dalam air limbah yang belum “bersih” untuk menangkap bahan-bahan terlarut.

d. Menambah Alat bantu

Beberapa alat bantu yang digunakan untuk menanggulangi pencemaran lingkungan antara lain:

1) Filter Udara

Filter udara untuk menangkap abu atau partikel yang keluar pada cerobong atau stack, agar hanya udara bersih yang keluar dari cerobong.

Filter udara harus selalu dikontrol, kalau sudah penuh dengan abu/debu harus segera diganti dengan yang baru.

2) Pengendap Siklon

Pengendap siklon atau *Cyclone Separators* adalah pengendap debu/abu yang ikut dalam gas buangan atau udara dalam ruang pabrik yang berdebu. Prinsip kerja pengendap siklon adalah pemanfaatan gaya sentrifugal dari udara/gas buangan yang sengaja dihembuskan melalui tepi dinding tabung siklon sehingga partikel yang relatif “berat” akan jatuh kebawah. Ukuran partikel/debu yang bisa diendapkan oleh siklon adalah antara 5 μ -40 μ . Makin besar ukuran debu makin cepat partikel diendapkan.

3) Filter Basah

Prinsip kerja filter basah (*scrubbers/wet collectors*) adalah membersihkan udara yang kotor dengan cara menyemprotkan air dari bagian atas alat, sedangkan udara yang kotor dari bagian bawah alat. Pada saat udara yang berdebu kontak dengan air, maka debu akan ikut semprotkan air turun ke bawah. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik bisa digabungkan dengan prinsip pengendap siklon dinamakan pengendap siklon filter basah.

4) Pengendap Sistem Gravitasi

Alat ini digunakan untuk membersihkan udara kotor yang ukuran partikelnya relatif cukup besar, sekitar 50 μ atau lebih. Cara kerja pengendap sistem gravitasi adalah mengalirkan udara yang kotor ke dalam alat yang dibuat sedemikian rupa sehingga pada waktu terjadi perubahan kecepatan secara tiba-tiba (*speed drop*), zarah akan jatuh terkumpul dibawah akibat gaya gravitasi. Kecepatan pengendapan tergantung pada dimensi alatnya.

5) Pengendap Elektrostatik

Alat pengendap elektrostatik digunakan untuk membersihkan udara yang kotor dalam jumlah yang relatif besar dan pengotor udaranya adalah aerosol atau uap air. Alat ini dapat membersihkan udara dengan cepat dan udara yang keluar dari alat ini sudah relatif bersih. Alat ini menggunakan arus searah (DC) yang mempunyai tegangan antara 25-100 kv. Alat ini berupa tabung silinder, dindingnya diberi muatan positif sedangkan di tengah ada sebuah kawat yang merupakan pusat silinder, sejajar dinding tabung, diberi muatan negatif.

Adanya perbedaan tegangan cukup besar akan menimbulkan *corona discharge* di daerah sekitar pusat silinder. Hal ini menyebabkan udara kotor mengalami ionisasi. Kotoran udara menjadi ion negatif sedangkan udara bersih menjadi ion positif dan masing-masing akan menuju elektroda yang sesuai. Kotoran yang menjadi ion negatif akan ditarik oleh dinding tabung sedangkan udara bersih akan berada di tengah-tengah silinder dan kemudian terhembus keluar.

BAB IV MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR

A. Siklus Hidrologi Air

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang banyak manfaatnya bagi kebutuhan manusia. Air yang terdapat di alam ini dalam bentuk cair, tetapi dapat berubah dalam bentuk padat/es, salju dan uap yang terkumpul di atmosfer. Air juga tidaklah statis tetapi selalu mengalami perpindahan. Air menguap dari laut, danau, sungai, tanah dan tumbuh-tumbuhan akibat panas matahari. Kemudian akibat proses alam air yang dalam bentuk uap berubah menjadi hujan, yang kemudian sebagian menyusup ke dalam tanah (*infiltrasi*), sebagian menguap (*evaporasi*) dan sebagian lagi mengalir di atas permukaan tanah (*run off*). Air permukaan ini mengalir ke dalam sungai, danau, kemudian mengalir ke laut, kemudian dari tempat itu menguap lagi dan seterusnya berputar yang disebut siklus hidrologi.

Siklus air (siklus hidrologi) adalah rangkaian peristiwa yang terjadi dengan air dari saat air jatuh ke bumi (hujan) hingga menguap ke udara untuk kemudian jatuh kembali ke bumi yang merupakan konsep dasar keseimbangan air secara global dan menunjukkan semua hal yang berhubungan dengan air. Prosesnya sendiri berlangsung mulai dari tahap awal terjadinya proses penguapan (*evaporasi*) secara vertikal dan di udara mengalami pengembunan (*evapotranspirasi*), lalu terjadi hujan akibat berat air atau salju yang ada di gumpalan awan. Kemudian, air hujan jatuh keatas permukaan tanah yang mengalir melalui akar tanaman dan ada yang langsung masuk ke pori-pori tanah. Didalam tanah terbentuklah jaringan air tanah (*run off*) yang juga mengalami transpirasi dengan butir tanah. Sehingga dengan air yang berlebih tanah menjadi jenuh air sehingga terbentuklah genangan air.



Gambar 4.1 Siklus Hidrologi

B. Peran Air Dalam Kehidupan

Air sangat penting bagi manusia karena berperan banyak bagi kehidupan manusia. Air bersih banyak digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti minum, memasak, mencuci, mandi, dan lain-lain. Bahkan, manusia akan lebih cepat meninggal karena kekurangan air daripada karena kekurangan makanan. Sebagian besar dalam tubuh manusia terdiri dari air. Pada tubuh air orang dewasa terdapat sekitar 55-60% berat badan terdiri atas air, pada anak-anak sekitar 65% dan dalam tubuh bayi sekitar 80% air. Bahkan bagian terpenting dari tubuh manusia yaitu otak dan darah mengandung air lebih banyak dari 80% yaitu otak mengandung air sebanyak 90% sedangkan darah mengandung 95% air. Begitu pula dengan inti sel darah merah mengandung 95% air. Begitu pula dengan inti sel darah merah mengandung 68,7% air, hati memiliki 71,5% air dan pankreas mengandung 75% air. Pada prinsipnya air berada di sekitar sel hidup. Ada beberapa fungsi air bagi manusia, yaitu:

1. Kebutuhan manusia terhadap air sangat kompleks antara lain, mandi, mencuci, memasak, dan air minum. Diantara semua kebutuhan tersebut yang paling penting bagi manusia adalah kebutuhan untuk minum, untuk keperluan air minum harus mempunyai persyaratan khusus agar air tersebut tidak menjadi penyakit bagi manusia.
2. Di dalam tubuh air berfungsi sebagai pelarut zat-zat padat seperti mineral, vitamin, dan lain-lain untuk didistribusikan ke seluruh tubuh (Ramaiah, 2004:19).
3. Air berfungsi untuk membawa oksigen, elemen penting, hormon dan zat kimia ke seluruh tubuh serta membawa racun dan zat buangan keluar dari sel-sel tubuh melalui urine, keringat maupun napas (Ramaiah, 2007:66-67).

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Tiga per empat bagian tubuh manusia terdiri dari air. Manusia tidak dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air. Air merupakan zat paling parah akibat pencemaran. Penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarkan melalui air. Penyakit tersebut merupakan akibat semakin tingginya kadar pencemar yang memasuki air. Air yang tercemar tidak bisa digunakan langsung untuk kehidupan sehari-hari. Namun kebanyakan sumber air di kota-kota besar adalah sumber air yang sudah tercemar sehingga butuh perlakuan khusus untuk mengolah air yang telah tercemar menjadi air baku yang aman digunakan untuk kehidupan sehari-hari.

C. Sumber Air Baku, Sifat, dan Karakteristik Air Bersih

Air merupakan kebutuhan penting dalam proses produksi dan kegiatan dalam suatu industri. Oleh karena itu, diperlukan penyediaan air bersih yang secara kualitas memenuhi standar yang berlaku dan secara kuantitas dan kontinuitas harus memenuhi kebutuhan industri sehingga proses produksi tersebut dapat berjalan dengan baik. Dengan adanya standar baku mutu

untuk air bersih industri, setiap industri memiliki pengolahan air sendiri-sendiri sesuai kebutuhan industri. Air baku adalah air bersih yang dipakai untuk keperluan air minum, rumah tangga, dan industri.

Air siap dikonsumsi (*portable water*) adalah air yang aman dan sehat karena air rentan terhadap penyebaran penyakit yang disebarkan melalui air (*water borne disease*). Adapun sumber air baku adalah air permukaan, mata air, dan air tanah. Sedangkan macam-macam air baku di alam adalah air sungai, air danau/waduk, rawa, air tanah dan mata air serta air laut. Sumber air baku memegang peranan sangat penting dalam industri air minum. Air baku atau raw water merupakan awal dari suatu proses dalam penyediaan dan pengolahan air bersih. Berdasarkan SNI 6773:2008 tentang spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air dan SNI 6774:2008 tentang Tata Cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air pada bagian istilah dan definisi yang disebut dengan air baku adalah: "Air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan air hujan yang memenuhi ketentuan baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum".

Sumber air baku bisa berasal dari sungai, danau, sumur air dalam, mata air dan bisa juga dibuat dengan cara membendung air buangan atau air laut. Evaluasi dan pemilihan sumber air yang layak harus berdasar dari ketentuan berikut:

1. Kualitas dan kuantitas air yang diperlukan.
2. Kondisi iklim.
3. Tingkat kesulitan pada pembangunan *intake*.
4. Tingkat keselamatan operator.
5. Ketersediaan biaya minimum operasional dan pemeliharaan untuk IPAM.
6. Kemungkinan terkontaminasinya sumber air pada masa yang akan datang.
7. Kemungkinan untuk memperbesar *intake* pada masa yang akan datang.

Disebutkan diatas bahwa tidak semua air baku bisa diolah oleh Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) adalah:

1. Kekeruhan, maximum 600 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) atau 400mg/l SiO₂
2. Kandungan warna asli (*apparent colour*) tidak melebihi dari 100 Pt Co dan Warna sementara mengikuti kekeruhan air baku.
3. Unsur-unsur lainnya memenuhi syarat air baku sesuai PP No. 82 tahun 2000 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
4. Dalam hal air sungai daerah tertentu mempunyai kandungan warna, besi, dan atau bahan organik melebihi syarat tersebut diatas tetapi kekeruhan rendah (<50 NTU) maka digunakan IPA system DAF (*Dissolved Air Flotation*) atau system lainnya yang dapat dipertanggungjawabkan.

Air yang tercemar baik secara fisik, kimiawi maupun mikrobiologi, apabila diminum atau digunakan untuk masak, mandi dan mencuci, dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan. Penyakit atau gangguan kesehatan yang dapat timbul karena air yang tercemar dapat dibagi

dalam dua golongan, yaitu penyakit menular dan penyakit tidak menular. Air dapat dikatakan sebagai air bersih apabila memenuhi 4 syarat yaitu syarat fisik, kimia, biologis dan radioaktif sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/Menkes/SK/VII/2002 yaitu:

1. Syarat fisik. Syarat fisik kualitas air bersih ditentukan oleh faktor-faktor kekeruhan (*turbidity*), warna, bau, rasa dan kejernihan air.
2. Syarat kimia. Syarat kimia kualitas air bersih yaitu tidak terdapat bahan kimia tertentu seperti arsen(As), besi (Fe), fluorida (F), chlorida (C), kadar merkuri (Hg), dan lain-lain.
3. Syarat Biologis. Syarat biologis kualitas air bersih ditentukan dengan adanya mikroorganisme patogen maupun non patogen seperti bakteri, virus, protozoa. Mikroorganisme coli digunakan sebagai indikator untuk mengetahui air telah terkontaminasi oleh bahan buangan organik.
4. Syarat Radioaktif. Syarat radioaktif kualitas air bersih yaitu tidak terdapat bahan buangan di dalam air yang memberikan emisi sinar radioaktif. Apabila terdapat radioaktifitas dalam suatu air maka akan membahayakan bagi kesehatan manusia maupun hewan yang meminum air tersebut.

Sedangkan syarat-syarat sumber mata air yang bisa digunakan sebagai air bersih adalah sebagai berikut :

1. Jernih. Air yang memiliki kualitas harus memenuhi syarat fisik yaitu jernih atau tidak keruh. Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran dari bahan tanah liat. Semakin banyak kandungan tanah liat dalam air maka akan semakin keruh. Derajat kekeruhan dinyatakan dengan satuan unit.
2. Tidak Berwarna. Air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga harus berwarna bening (tidak berwarna). Air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan.
3. Tidak berasa. Secara fisik, air bisa dirasakan oleh lidah. Air yang terasa asam, manis, pahit, atau asin menunjukkan bahwa kualitas air tersebut tidak baik untuk digunakan. Rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air, sedangkan rasa asam disebabkan adanya asam organik maupun asam anorganik dalam air.
4. Tidak Berbau. Air yang baik memiliki ciri tidak berbau bila dicium dari jauh maupun dari dekat. Air yang berbau busuk mengandung bahan organik yang sedang mengalami penguraian oleh mikroorganisme air.
5. Temperatur Normal. Air yang baik harus memiliki temperatur sama dengan temperatur udara (20° - 26° C). Air yang secara mencolok mempunyai temperatur diatas atau dibawah temperatur udara berarti mengandung zat-zat tertentu yang mengeluarkan energi dalam air.
6. Tidak Mengandung Zat Padatan. Bahan padat adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103 - 105° C.

Sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, persyaratan fisik air adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Persyaratan fisik air

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	Bau	-	-
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	Mg/L	1500
3	Kekeruhan	Skala NTU	25
4	Rasa	-	-
5	Suhu	°C	Suhu udara +3°C
6	Warna	Skala TCU	50

Kualitas air tergolong baik bila memenuhi persyaratan kimia sebagai berikut:

1. pH netral
pH adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa sesuatu larutan. Skala pH diukur dengan pH meter atau lakmus. Air murni mempunyai pH 7. Apabila pH air di bawah 7 berarti air tersebut bersifat asam, sedangkan bila di atas 7 air tersebut bersifat basa (rasanya pahit).
2. Tidak mengandung bahan kimia beracun
Ciri-ciri air yang berkualitas baik yaitu tidak mengandung bahan kimia beracun di dalam air seperti sianida, sulfida, dan fenolik.
3. Tidak mengandung garam-garam atau ion-ion logam
Air yang berkualitas baik tidak mengandung garam-garam atau ion-ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Cl, Cr, dan lain-lain.
4. Kesadahan Rendah
Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Tingginya kesadahan berhubungan dengan garam-garam yang terlarut didalam air terutama garam Calcium (Ca) dan Magnesium (Mg).
5. Tidak Mengandung Bahan Kimia Organik
Air yang bersih tidak boleh mengandung Coliform. Air yang mengandung golongan Coli dianggap telah terkontaminasi dengan kotoran manusia. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, persyaratan bakteriologi air bersih adalah dilihat dari Coliform tinja per 100 ml sampel air dengan kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 50 MPN/100 ml air .

Menurut Suripin (2002), yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman (sehat) dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar. Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/Menkes/Sk/XI/2002, bahwa air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak. Menurut Kondoatie (2003), mengatakan bawah air

bersih adalah air yang kita pakai sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi, memasak dan dapat diminum setelah dimasak.

Air bersih dalam kehidupan manusia merupakan salah satu kebutuhan paling esensial daripada kebutuhan lain. Manusia mungkin bisa tidak makan dalam sehari tapi tidak minum selama sehari mengakibatkan manusia mengalami dehidrasi. Dalam sehari, manusia minimal meminum air sebanyak 8 gelas, sehingga kita perlu memenuhinya dalam jumlah dan kualitas yang memadai. Selain untuk dikonsumsi, air bersih juga dapat dijadikan sebagai salah satu sarana dalam meningkatkan kesejahteraan hidup melalui upaya peningkatan derajat kesehatan (Sutrisno, 1991:1).

Kualitas air bersih apabila ditinjau berdasarkan kandungan bakterinya menurut SK. Dirjen PPM dan PLP No. 1/PO.03.04.PA.91 dan SK JUKLAK pedoman kualitas air tahun 2000/2001, dapat dibedakan kedalam lima kategori sebagai berikut:

- a. Air bersih kelas A kategori baik mengandung total Coliform kurang dari 50.
- b. Air bersih kelas B kategori kurang baik mengandung total Coliform 51-100.
- c. Air bersih kelas C kategori jelek mengandung total Coliform 101-1000.
- d. Air bersih kelas D kategori amat jelek mengandung total coliform 1001-2400.
- e. Air bersih kelas E kategori sangat amat jelek mengandung total Coliform > 2400.

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, air menurut kegunaannya digolongkan menjadi :

Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

KARAKTERISTIK FISIK AIR

1. Kekeruhan

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri.

2. Temperatur

Kenaikan temperatur air menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobic yang mungkin saja terjadi.

3. Warna

Warna air dapat ditimbulkan oleh kehadiran organisme, bahan-bahan tersuspensi yang berwarna dan oleh ekstrak senyawa-senyawa organik serta tumbuh-tumbuhan.

4. Solid (Zat padat)

Kandungan zat padat menimbulkan bau busuk, juga dapat menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut. Zat padat dapat menghalangi penetrasi sinar matahari kedalam air.

5. Bau dan rasa

Bau dan rasa dapat dihasilkan oleh adanya organisme dalam air seperti alga serta oleh adanya gas seperti H₂S yang terbentuk dalam kondisi anaerobik, dan oleh adanya senyawa-senyawa organik tertentu.

KARAKTERISTIK KIMIA AIR

1. pH

Pembatasan pH dilakukan karena akan mempengaruhi rasa, korosifitas air dan efisiensi klorinasi. Beberapa senyawa asam dan basa lebih toksid dalam bentuk molekuler, dimana disosiasi senyawa-senyawa tersebut dipengaruhi oleh pH.

2. DO (*Dissolved Oxygent*)

DO adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorpsi atmosfer/udara. Semakin banyak jumlah DO maka kualitas air semakin baik. Satuan DO biasanya dinyatakan dalam persentase saturasi.

3. BOD (*Biological Oxygent Demand*)

BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganismenya untuk menguraikan bahan-bahan organik (zat pencerna) yang terdapat di dalam air buangan secara biologi. BOD dan COD digunakan untuk memonitoring kapasitas self purification badan air penerima.

4. COD (*Chemical Oxygent Demand*)

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimia.

5. Kesadahan

Kesadahan air yang tinggi akan mempengaruhi efektifitas pemakaian sabun, namun sebaliknya dapat memberikan rasa yang segar. Di dalam pemakaian untuk industri (air ketel, air pendingin, atau pemanas) adanya kesadahan dalam air tidaklah dikehendaki. Kesadahan yang tinggi bisa disebabkan oleh adanya kadar residu terlarut yang tinggi dalam air.

6. Senyawa-senyawa kimia yang beracun

Kehadiran unsur arsen (As) pada dosis yang rendah sudah merupakan racun terhadap manusia sehingga perlu pembatasan yang agak ketat ($\pm 0,05$ mg/l). Kehadiran besi (Fe) dalam air bersih akan menyebabkan timbulnya rasa dan bau logam, menimbulkan warna koloid merah (karat) akibat oksidasi oleh oksigen terlarut yang dapat menjadi racun bagi manusia.

D. Metode pengolahan air secara sederhana

Air yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air bersih. Secara alami bumi melakukan pembersihan air. Kegiatan pembersihan air ini berupa penguapan oleh awan dan penyaringan oleh tanah. Kebutuhan air akan terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri, hal ini mengakibatkan kualitas dan kuantitas air bersih menurun. Saat ini banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas air. Aplikasi pengolahan air berkembang mulai dari yang sederhana sampai yang rumit, baik melalui pengolahan secara kimia, fisika, dan biologi, juga ada beberapa teknologi pengolahan air yang menggunakan bahan alami.

Ada beberapa teknologi pengolahan air yang menggunakan bahan alami. Bahan alami yang digunakan dalam pengolahan air antara lain:

1. Pasir silica yang digunakan sebagai penyaring partikel kasar.
2. Zeolit (batuan) untuk penyerap logam berat.
3. Kelor (Daun/biji) sebagai pengumpul dan penyerap logam berat.
4. Eceng gondok (tumbuhan) sebagai penyerap racun dan logam berat.
5. Citosan (kulit udang) sebagai penyerap racun dan logam berat.

Bahan buatan yang umum digunakan antara lain:

1. Karbon aktif
2. Resin penukar ion (*ion exchanger*)
3. Reverse osmosis (*membrane osmosis*)
4. Ozonizer

Prinsip teknologi pengolahan air ada empat macam yaitu karbon aktif, resin penukar ion, ozonizer, dan reverse osmosis. Karbon aktif merupakan arang yang diaktifkan baik dengan menggunakan bahan kimia atau dengan cara dipanaskan. Karbon aktif memiliki pori-pori yang sangat efektif dalam mengikat bahan organik, selain itu juga mampu mengikat logam seperti kapur dan menurunkan kadar logam berat.

Prinsip teknologi pengolahan air yang kedua yaitu resin penukar ion (ion exchanger). Resin penukar ion ini terbagi menjadi dua, yaitu resin penukar kation dan resin penukar anion. Prinsip yang ketiga yaitu reverse osmosis. Reverse osmosis dewasa ini lebih populer digunakan sebagai metode pengolahan air yang paling baik. Hal ini dikarenakan metode ini dapat menyaring ion-ion logam berat yang lebih sulit disaring ketimbang partikel halus, sehingga lebih terjamin kualitas air yang dihasilkannya. Prinsip yang terakhir adalah ozonizer. Ozonizer adalah metode yang digunakan untuk menghancurkan bahan-bahan organik yang terlarut dalam air. Gunanya agar air yang diolah terbebas dari kuman dan bakteri.

Secara umum, pengolahan air bersih terdiri dari tiga aspek, yaitu pengolahan air secara fisika, kimia, dan biologi. Pengolahan secara fisika biasanya dilakukan secara mekanis tanpa adanya tambahan bahan atau zat kimia. Contohnya adalah pengendapan, filtrasi atau penyaringan, adsorpsi, dan lain-lain. Pengolahan secara kimiawi biasanya digunakan bahan-bahan kimia seperti klor, tawas, dan lain-lain. Biasanya bahan-bahan kimia tersebut digunakan untuk menyisihkan logam berat yang terlarut dalam air. Kemudian pada pengolahan secara biologis, biasanya digunakan mikroorganisme sebagai media pengolahnya. Mikroorganisme yang digunakan adalah spesies tertentu yang diketahui mampu mengurangi kadar zat pencemar yang terlarut dalam air.

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan (secara fisika) terhadap air buangan, sebaiknya bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisihkan terlebih dahulu. Penyaringan (*screening*) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Sedangkan bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan dengan proses pengendapan. Hal yang diutamakan dalam proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendapnya partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap.

Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisihkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya. Flotasi juga dapat digunakan sebagai cara penyisihan bahan-bahan tersuspensi (*clarification*) atau pemekatan lumpur endapan (*sludge thickening*) dengan memberikan aliran udara ke atas (*air flotation*). Proses filtrasi di dalam pengolahan air buangan biasanya dilakukan sebelum proses reverse osmosis agar partikel tersuspensi bisa disisihkan sebanyak-banyaknya sehingga tidak mengganggu proses adsorpsi atau menyumbat membran yang dipergunakan dalam proses osmosis. Proses adsorpsi yang biasanya menggunakan karbon aktif, dilakukan untuk menyisihkan senyawa aromatik (misalnya fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya, kecuali jika air buangan tersebut ingin dimanfaatkan kembali. Teknologi membran (reverse osmosis) biasanya diaplikasikan untuk unit-unit pengolahan kecil, terutama

jika pengolahan ditujukan untuk menggunakan kembali air yang diolah. Selain itu, biaya instalasi dan operasinya sangat mahal.

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun dengan menambahkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan membubuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan membubuhkan larutan alkali (air kapur misalnya) sehingga terbentuk endapan hidroksida logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air > 10,5 dan untuk hidroksiapatit pada pH > 9,5. Khusus untuk krom heksavalen, sebelum diendapkan sebagai krom hidroksida $[\text{Cr}(\text{OH})_3]$, terlebih dahulu direduksi menjadi krom trivalent dengan membubuhkan reduktor (FeSO_4 , SO_2 , atau $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan klor (Cl), kalsium permanganat, aerasi, ozon hidrogen peroksida. Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

Pada pengolahan secara biologi, semua air buangan yang bersifat biodegradable dapat diolah. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya. Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reaktor*) dan reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reaktor*). Di dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Di dalam reaktor jenis ini lah berlangsung proses lumpur aktif.

Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain: *oxidation ditch* dan kontak-stabilisasi. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif konvensional, *oxidation ditch* mempunyai beberapa kelebihan, yaitu efisiensi penurunan BOD dapat mencapai 85%-90% (dibandingkan 80%-85%) dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit. Selain efisiensi yang lebih tinggi (90%-95%), kontak stabilisasi mempunyai kelebihan yang lain, yaitu waktu detensi hidrolis total lebih pendek (4-6 jam).

Proses kontak-stabilisasi dapat pula menyisihkan BOD tersuspensi melalui proses absorpsi di dalam tangki kontak sehingga tidak diperlukan penyisihan BOD tersuspensi yang harus diolah terlebih dahulu. Kolam oksidasi dan lagoon, baik yang diaerasi maupun yang tidak, juga termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi. Untuk iklim tropis seperti Indonesia, waktu detensi hidrolis selama 12-18 hari di dalam kolam oksidasi maupun dalam lagoon yang tidak diaerasi, cukup untuk mencapai kualitas efluen yang dapat memenuhi standar yang ditetapkan. Di dalam lagoon yang diaerasi cukup dengan waktu detensi 3-5 hari saja. Di dalam reaktor pertumbuhan lekat, mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya.

E. Penyakit yang Berhubungan dengan Air dan Cara Pencegahannya

Air merupakan bagian dari lingkungan yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Dalam penggunaannya, air dapat menjadi penyebab terjadinya penyakit. Air sebagai penyebab terjadinya penyakit dibagi ke dalam 4 (empat) cara yaitu:

1. Air Sebagai Penyebar Mikroba Patogen (*Water Borne Disease*)

Penyakit disebarkan secara langsung oleh air dan hanya dapat menyebar apabila mikroba penyebab terjadinya penyakit masuk ke dalam sumber air yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Jenis mikroba yang ada di dalam air yaitu virus, bakteri, protozoa dan metazoa. Penyakit yang disebabkan karena mikroba patogen ini seperti cholera, thypus abdominalis, hepatitis A, poliomyelitis, dysentery. Keluhan yang dapat muncul seperti mencret dan kotoran berlendir.

2. Air Sebagai Sarang Vektor Penyakit (*Water Related Insecta Vector*)

Air dapat berperan sebagai sarang insekta yang menyebarkan penyakit pada masyarakat. Insekta sedemikian disebut sebagai vektor penyakit. Vektor penyakit yang sedemikian dapat mengandung penyebab penyakit. Penyebab penyakit dalam tubuh vektor dapat berubah bentuk, berupa fase pertumbuhan ataupun bertambah banyak atau tidak mengalami perubahan apa-apa. Penyakit yang dapat muncul seperti filariasis, demam berdarah, dan malaria.

3. Kurangnya Penyediaan Air Bersih (*Water Washed Disease*)

Kurang tersedianya air bersih untuk menjaga kebersihan diri, dapat menimbulkan berbagai penyakit kulit dan mata. Hal ini terjadi karena bakteri yang ada pada kulit dan mata mempunyai kesempatan untuk berkembang. Keluhan yang dapat muncul seperti kulit merah, gatal-gatal dan mata merah, gatal dan berair.

4. Air Sebagai Sarang Hospes Sementara (*Water Based Disease*)

Penyakit ini memiliki host perantara yang hidup di dalam air. Penyakit yang dapat muncul adalah schistosomiasis dan dracontiasis.

BAB V
MANAJEMEN PENGELOLAAN AIR LIMBAH DAN TINJA

A. Pengertian Air Limbah dan Tinja

Menurut Kasim (1985) air limbah adalah cairan yang dibawa melalui air berasal dari rumah tangga, komersial, atau proses industri bersama dengan air permukaan, air hujan, atau infiltrasi air tanah. Hampir disetiap aktivitas manusia menghasilkan limbah mulai dari proses metabolisme didalam tubuh hingga proses-proses industri yang berbasis teknologi tinggi. Menurut UU No.23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah adalah sisa suatu usaha dan kegiatan manusia baik berbentuk padat, cair, ataupun gas yang dipandang sudah tidak memiliki nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang.

Menurut Widyaningsih (2011) terdapat 3 (tiga) jenis limbah, yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Berikut merupakan beberapa karakteristik limbah, yaitu:

1. Beukuran mikro (kecil)
2. Dinamis
3. Berdampak luas (penyebarannya)
4. Berdampak jangka panjang (antar generasi)

Menurut Azwar (1995) tinja adalah bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia melalui anus sebagai sisa dari proses pencernaan makanan disepanjang system saluran pencernaan (*tractus digestifus*). Tinja biasa disebutkan dengan istilah kotoran manusia. Istilah ini sebenarnya kurang tepat karena pengertiannya menakup seluruh bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia termasuk karbon monoksida (CO₂) yang dikeluarkan sebagai sisa dari proses pernafasan, keringat, lendir dari ekskresi kelenjar, dan sebagainya. Dalam ilmu kesehatan lingkungan, dari berbagai jenis kotoran manusia, yang lebih dipentingkan adalah tinja dan air seni karena kedua bahan buangan ini memiliki karakteristik tersendiri dan dapat menjadi sumber penyebab timbulnya berbagai macam penyakit saluran pencernaan.

B. Sumber dan Karakteristik Air Limbah dan Tinja

Adapun karakteristiknya adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik Fisik Limbah Cair

Menurut Siregar (2005) karakteristik limbah cair yang sangat mudah terlihat dengan mata telanjangselain itu penentuan derajat pencemaran air limbah juga sangat mudah terlihat dari karakteristik fisiknya. Salah satu hal yang mempengaruhi karakteristik fisik ini adalah aktivitas penguraian bahan organik pada air buangan oleh mikroorganisme. Penguraian ini akan menyebabkan kekeruhan. Selain itu kekeruhan juga dapat terjadi akibat lumpur,

tanah liat, zat koloid, dan benda-benda terapung yang tidak segera mengendap.

Terbentuknya warna yang disebabkan oleh penguraian bahan-bahan organik. Selain itu timbulnya bau yang tidak sedap akibat penguraian bahan-bahan organik yang tidak sempurna. Dapat disimpulkan bahwa karakteristik fisik yang dimiliki oleh limbah cair dapat dilihat dan diketahui melalui warna, bau, adanya endapan atau zat tersuspensi dari lumpur limbah serta temperatur.

2. Karakteristik Biologis Limbah Cair

Menurut Siregar (2005) kandungan mikroorganisme dalam limbah cair juga mempengaruhi karakteristik biologis limbah cair. Karakteristik biologis terdiri dari mikroorganisme yang terdapat di dalam air limbah, seperti bakteri, virus, jamur, ganggang, protozoa, porifera, dan crustacea. Karakteristik biologis ini penting terutama dalam hubungannya dengan air minum serta untuk keperluan kolam renang.

Mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam limbah cair domestik antara lain bakteri, jamur, protozoa, dan alga. Bakteri adalah mikroorganisme ber sel satu yang menggunakan bahan organik dan anorganik sebagai makanannya. Bakteri yang memerlukan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik disebut bakteri aerob sedangkan yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerob.

Jamur juga termasuk pengurai pada limbah cair selain bakteri. Jamur adalah mikroorganisme nonfotosintesis, bersel banyak, bersifat aerob dan bercabang atau berfilamen yang berfungsi untuk metabolisme makanan. Peranan protozoa penting bagi penanganan limbah organik karena protozoa dapat menekan jumlah bakteri yang berlebihan. Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya motil, bersel tunggal, dan tidak berdinding sel. Selain itu protozoa dapat mengurangi bahan organik yang tidak dapat dimetabolisme oleh bakteri ataupun jamur dan membantu menghasilkan effluent atau kadar maksimum limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan.

Alga dalam penanganan limbah mengambil peranan agar proses pengolahan limbah berjalan alami seperti prinsip ekosistem alam sehingga sangat ramah lingkungan dan tidak menghasilkan limbah sekunder serta pada proses ini daur ulang nutrisi berjalan sangat efisien dan menghasilkan biomassa yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan. Mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam limbah cair domestik antara lain bakteri, jamur, protozoa dan alga.

3. Karakteristik Kimia Limbah Cair

Karakteristik kimia limbah cair dipengaruhi oleh kandungan bahan kimia dalam limbah cair. Kandungan bahan kimia ini pada umumnya dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan kimia yang umumnya

terkandung dalam limbah cair diantaranya adalah bahan organik, protein, karbohidrat, lemak dan minyak, fenol, bahan organik, pH, klorida, sulfur, zat beracun, logam berat, metana, nitrogen, fosfor dan gas.

Kandungan bahan kimia dalam air dapat memberikan efek positif maupun negatif dalam limbah cair. Salah satu contohnya adalah, bahan organik terlarut yang dapat menghasilkan DO atau oksigen terlarut, tetapi juga dapat menimbulkan bau akibat penguraian yang tidak sempurna. Penyebab bau ini adalah struktur protein sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai menjadi bahan kimia lain oleh proses dekomposisi. Di dalam air buangan domestik ditemukan karbohidrat dalam jumlah yang cukup banyak, baik dalam bentuk gula, kanji dan selulosa. Gula cenderung mudah terurai, sedangkan kanji dan selulosa bersifat stabil dan tahan terhadap pembusukan.

C. Tujuan Pengolahan Air Limbah

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mencegah penyebaran penyakit yang bisa menular melalui air limbah dan untuk mencegah kerusakan lingkungan. Untuk mencapai tujuan tersebut, banyak konsep dan teknologi yang tersedia. Pemilihan sistem pengelolaan air limbah tergantung dari kondisi lingkungan lokal, situasi sosial-ekonomi, persepsi dan budaya masyarakat serta teknologi pengolahan air limbah yang tersedia.

Banyak contoh kasus di beberapa daerah yang mengalami kegagalan dalam mengelola air limbahnya karena tidak memperhatikan faktor keberlanjutan dari sistem tersebut. Oleh karena itu, faktor keberlanjutan harus menjadi prioritas utama dalam pemilihan sistem pengelolaan air limbah. Beberapa kriteria yang harus dapat dipenuhi oleh sistem pengelolaan air limbah yang berkelanjutan antara lain adalah:

1. Harus mempunyai pengaruh positif terhadap lingkungan,
2. Sesuai dengan kondisi lokal.
3. Sistem tersebut dapat diterapkan dan efisien (termasuk unjuk kerja dan keandalannya).
4. Terjangkau oleh pihak yang harus membayar pelayanan (termasuk biaya investasi, pengoperasian dan pemeliharaan).

D. Dampak Limbah terhadap Kesehatan Lingkungan dan Masyarakat

Menurut Amalia (2013) dampak limbah yang disebabkan oleh limbah, antara lain:

1. Berkurangnya jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteri untuk melakukan proses pembusukan sampah.
2. Sampah anorganik ke sungai, dapat berakibat menghalangi cahaya matahari sehingga menghambat proses fotosintesis dari tumbuhan air dan alga, yang menghasilkan oksigen.

3. Deterjen sangat sukar diuraikan oleh bakteri sehingga akan tetap aktif untuk jangka waktu yang lama di dalam air, mencemari air, dan merasuni berbagai organisme air.
4. Meningkatnya senyawa pospat pada perairan khususnya sungai ataupun danau yang merangsang pertumbuhan ganggang dan enceng gondok (*eichornia crassipes*) diakibatkan penggunaan deterjen secara besar-besaran.
5. Tumbuhan air yang mati membawa akibat proses pembusukan tumbuhan ini akan mengendapkan dan menyebabkan pendangkalan.
6. Pertumbuhan ganggang dan enceng gondok yang tidak terkendali menyebabkan permukaan air danau tertutup sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari dan mengakibatkan terhambatnya fotosintesis.

E. Dasar-Dasar Metode Pengolahan Air Limbah dan Tinja

Salah satu penyumbang limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan adalah industri primer pengolahan hasil hutan. Bagi industri-industri besar, seperti industri pulp dan kertas, teknologi pengolahan limbah cair yang dihasilkannya mungkin sudah memadai, namun tidak demikian bagi industri kecil atau sedang. Namun demikian, mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan limbah cair bagi lingkungan, penting bagi sektor industri kehutanan untuk memahami dasar-dasar teknologi pengolahan limbah cair.

Teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Apapun macam teknologi pengolahan air limbah domestik maupun industri yang dibangun harus dapat dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat setempat. Jadi, teknologi pengolahan yang dipilih harus sesuai dengan kemampuan teknologi masyarakat yang bersangkutan.

Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan:

1. Pengolahan secara fisika
2. Pengolahan secara kimia
3. Pengolahan secara biologi

Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri-sendiri atau secara kombinasi.

Pengolahan Secara Fisika

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, diinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisahkan terlebih dahulu. Penyaringan (*screening*) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisahkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisahkan secara mudah dengan

proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendalian.

Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisahkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya. Flotasi juga dapat digunakan sebagai cara penyisihan bahan-bahan tersuspensi (*clarification*) atau pemekatan lumpur endapan (*sludge thickening*) dengan memberikan aliran udara ke atas (*air flotation*). Proses filtrasi di dalam pengolahan air buangan, biasanya dilakukan untuk mendahului proses adsorpsi atau proses *reverse osmosis*-nya, akan dilaksanakan untuk menyisahkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air agar tidak mengganggu proses adsorpsi atau menyumbat membran yang dipergunakan dalam proses osmosa.

Proses adsorpsi, biasanya dengan karbon aktif, dilakukan untuk menyisahkan senyawa aromatik (misalnya: fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut. Teknologi membran (*reverse osmosis*) biasanya diaplikasikan untuk unit-unit pengolahan kecil, terutama jika pengolahan ditujukan untuk menggunakan kembali air yang diolah. Biaya instalasi dan operasinya sangat mahal.

Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun; dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan membubuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan membubuhkan larutan alkali (air kapur misalnya) sehingga terbentuk endapan hidroksida logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air > 10,5 dan untuk hidroksiapatit pada pH > 9,5. Khusus untuk krom heksavalen, sebelum diendapkan sebagai krom hidroksida $[\text{Cr}(\text{OH})_3]$, terlebih dahulu direduksi menjadi krom trivalent dengan membubuhkan reduktor (FeSO_4 , SO_2 , atau $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).

Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan klor

(Cl₂), kalsium permanganat, aerasi, ozon hidrogen peroksida. Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

Pengolahan secara biologi

Semua air buangan yang *biodegradable* dapat diolah secara biologi. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya. Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu:

1. Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reaktor*).
2. Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reaktor*).

Di dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor jenis ini. Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain: *oxidation ditch* dan kontak-stabilisasi. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif konvensional, *oxidation ditch* mempunyai beberapa kelebihan, yaitu efisiensi penurunan BOD dapat mencapai 85%-90% (dibandingkan 80%-85%) dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit. Selain efisiensi yang lebih tinggi (90%-95%), kontak stabilisasi mempunyai kelebihan yang lain, yaitu waktu detensi hidrolis total lebih pendek (4-6 jam). Proses kontak-stabilisasi dapat pula menyisihkan BOD tersuspensi melalui proses absorpsi di dalam tangki kontak sehingga tidak diperlukan penyisihan BOD tersuspensi dengan pengolahan pendahuluan.

Kolam oksidasi dan *lagoon*, baik yang diaerasi maupun yang tidak, juga termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi. Untuk iklim tropis seperti Indonesia, waktu detensi hidrolis selama 12-18 hari di dalam kolam oksidasi maupun dalam *lagoon* yang tidak diaerasi, cukup untuk mencapai kualitas efluen yang dapat memenuhi standar yang ditetapkan. Di dalam *lagoon* yang diaerasi cukup dengan waktu detensi 3-5 hari saja.

Dalam reaktor pertumbuhan lekat, mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Berbagai modifikasi telah banyak dikembangkan selama ini, antara lain:

1. *Trickling filter*
2. Cakram biologi
3. Filter terendam
4. Reaktor fludisasi

Seluruh modifikasi ini dapat menghasilkan efisiensi penurunan BOD sekitar 80%-90%. Ditinjau dari segi lingkungan dimana berlangsung proses penguraian secara biologi, proses ini dapat dibedakan menjadi dua jenis:

1. Proses aerob, yang berlangsung dengan hadirnya oksigen.
2. Proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen.

Apabila BOD air buangan tidak melebihi 400 mg/l, proses aerob masih dapat dianggap lebih ekonomis dari anaerob. Pada BOD lebih tinggi dari 4000 mg/l, proses anaerob menjadi lebih ekonomis. Dalam prakteknya saat ini, teknologi pengolahan limbah cair mungkin tidak lagi sesederhana seperti dalam uraian di atas. Namun pada prinsipnya, semua limbah yang dihasilkan harus melalui beberapa langkah pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan atau kembali dimanfaatkan.

F. Sistem Pengelolaan Air Limbah dan Tinja

Air limbah merupakan air bekas yang berasal dari kamar mandi, dapur atau cucian yang dapat mengotori sumber air seperti sumur, sungai serta lingkungan secara keseluruhan. Banyak dampak yang ditimbulkan akibat tidak adanya SPAL (saluran pembuangan air limbah) yang memenuhi syarat kesehatan. Hal yang pertama dirasakan adalah mengganggu pemandangan, dan terkesan tidak bersih karena air limbah mengalir kemana-mana. Selain itu, air limbah juga dapat menimbulkan bau busuk sehingga mengurangi kenyamanan. Air limbah juga bisa dijadikan sarang nyamuk yang dapat menularkan penyakit seperti malaria serta yang tidak kalah penting adalah adanya air limbah yang melebar membuat luas tanah yang seharusnya dapat digunakan menjadi berkurang.

Pengelolaan air limbah dapat dilakukan dengan membuat saluran air kotor dan bak peresapan dengan memperhatikan ketentuan sebagai berikut:

1. Tidak mencemari sumber air minum yang ada di daerah sekitarnya baik air dipermukaan tanah maupun air di bawah permukaan tanah.
2. Tidak mengotori permukaan tanah.
3. Menghindari tersebarnya cacing tambang pada permukaan tanah.
4. Mencegah berkembang biaknya lalat dan serangga lain.
5. Tidak menimbulkan bau yang mengganggu.
6. Konstruksi agar dibuat secara sederhana dengan bahan yang mudah didapat dan murah.
7. Jarak minimal antara sumber air dengan bak resapan 10 m.

Pengelolaan yang paling sederhana ialah pengelolaan dengan menggunakan pasir dan benda-benda terapung melalui bak penangkap pasir dan saringan. Benda yang melayang dapat dihilangkan oleh bak pengendap yang dibuat khusus untuk menghilangkan minyak dan lemak. Lumpur dari bak pengendap pertama dibuat stabil dalam bak pembusukan lumpur, di mana lumpur menjadi semakin pekat dan stabil, kemudian dikeringkan dan dibuang. Pengelolaan sekunder dibuat untuk menghilangkan zat organik melalui oksidasi dengan menggunakan saringan khusus.

Pengelolaan secara tersier hanya untuk membersihkan saja. Cara pengelolaan yang digunakan tergantung keadaan setempat, seperti sinar

matahari, suhu yang tinggi di daerah. Hal pertama yang harus dilakukan adalah membuat lubang di luar dapur dengan panjang, lebar, dan, tinggi + 110 cm atau disesuaikan dengan tempat dan kebutuhan. Di buat saluran dari batu bata, pasir, semen atau menggunakan bis. Bila saluran terbuka dapat ditutup dengan bambu, kayu, atau seng. Bak resapan diisi dengan pasir, kerikil, atau batu kali. Akan lebih baik kalau jika bak resapan ditutup dengan kayu/bambu/cor-coran pasir dan semen. Dan dapat diberi saluran udara dari paralon.

SPAL yang baik adalah SPAL yang dapat mengatasi permasalahan yang ditimbulkan akibat sarana yang tidak memadai. SPAL yang memenuhi syarat kesehatan sebagai berikut:

1. SPAL tidak dapat mengotori sumur, sungai, danau maupun sumber air lainnya.
2. SPAL yang dibuat tidak menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk, lalat, dan lipan sehingga SPAL tersebut harus ditutup rapat dengan menggunakan papan.
3. SPAL tidak dapat menimbulkan kecelakaan, khususnya pada anak-anak.
4. Tidak mengganggu estetika.

BAB VI

MANAJEMEN PENGELOLAAN SAMPAH

A. Pengertian Sampah

Menurut WHO, sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Banyak sampah organik masih mungkin digunakan kembali/ daur ulang (*re-using*), walaupun akhirnya akan tetap merupakan bahan/ material yang tidak dapat digunakan kembali.

Sampah dalam ilmu kesehatan lingkungan sebenarnya hanya sebagian dari benda atau hal-hal yang dipandang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, atau harus dibuang, sedemikian rupa sehingga tidak sampai mengganggu kelangsungan hidup. Dari segi ini dapat disimpulkan bahwa yang dimaksud dengan sampah ialah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia (termasuk kegiatan industri), tetapi yang bukan biologis (karena *human waste* tidak termasuk didalamnya) dan umumnya bersifat padat (karena air bekas tidak termasuk didalamnya).

B. Sumber dan Karakteristik Sampah

Sampah yang ada di permukaan bumi ini dapat berasal dari beberapa sumber berikut :

1. Pemukiman penduduk. Sampah di suatu pemukiman biasanya dihasilkan oleh satu atau beberapa keluarga yang tinggal dalam suatu bangunan atau asrama yang terdapat di desa atau di kota. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya sisa makanan dan bahan sisa proses pengolahan makanan atau sampah basah (*garbage*), sampah kering (*rubbsih*), perabotan rumah tangga, abu atau sisa tumbuhan kebun.
2. Tempat umum dan tempat perdagangan. Tempat umum adalah tempat yang memungkinkan banyak orang berkumpul dan melakukan kegiatan termasuk juga tempat perdagangan. Jenis sampah yang dihasilkan dari tempat semacam itu dapat berupa sisa-sisa makanan (*garbage*), sampah kering, abu, sisa bangunan, sampah khusus, dan terkadang sampah berbahaya.
3. Sarana layanan masyarakat milik pemerintah. Sarana layanan masyarakat yang dimaksud disini, antara lain, tempat hiburan dan umum, jalan umum, tempat parkir, tempat layanan kesehatan (misalnya rumah sakit dan puskesmas), kompleks militer, gedung pertemuan, pantai empat berlibur, dan sarana pemerintah lain. Tempat tersebut biasanya menghasilkan sampah khusus dan sampah kering.
4. Industri berat dan ringan. Dalam pengertian ini termasuk industri makanan dan minuman, industri kayu, industri kimia, industri logam dan tempat pengolahan air kotor dan air minum, dan kegiatan industri lainnya, baik

yang sifatnya distributif atau memproses bahan mentah saja. Sampah yang dihasilkan dari tempat ini biasanya sampah basah, sampah kering, sisa-sisa bangunan, sampah khusus dan sampah berbahaya.

5. Pertanian. Sampah dihasilkan dari tanaman dan binatang. Lokasi pertanian seperti kebun, ladang ataupun sawah menghasilkan sampah berupa bahan-bahan makanan yang telah membusuk, sampah pertanian, pupuk, maupun bahan pembasmi serangga tanaman.

Karakteristik Sampah

1. *Garbage* yaitu jenis sampah yang terdiri dari sisa-sisa potongan hewan atau sayuran dari hasil pengolahan yang sebagian besar terdiri dari zat-zat yang mudah membusuk, lembab, dan mengandung sejumlah air bebas.
2. *Rubbish* terdiri dari sampah yang dapat terbakar atau yang tidak dapat terbakar yang berasal dari rumah-rumah, pusat-pusat perdagangan, kantor-kantor, tapi yang tidak termasuk *garbage*.
3. *Ashes (Abu)* yaitu sisa-sisa pembakaran dari zat-zat yang mudah terbakar baik di rumah, di kantor, industri.
4. *Street Sweeping* (sampah jalanan) berasal dari pembersihan jalan dan trotoar baik dengan tenaga manusia maupun dengan tenaga mesin yang terdiri dari kertas-kertas, daun-daunan.
5. *Dead Animal* (bangkai binatang) yaitu bangkai-bangkai yang mati karena alam, penyakit atau kecelakaan.
6. *Household Refuse* yaitu sampah yang terdiri dari *rubbish, garbage, ashes*, yang berasal dari perumahan.
7. *Abandoned Vehicles* (bangkai kendaraan) yaitu bangkai-bangkai mobil, truk, kereta api.
8. Sampah Industri terdiri dari sampah padat yang berasal dari industri-industri, pengolahan hasil bumi.
9. *Demolition Wastes* yaitu sampah yang berasal dari pembongkaran gedung.
10. *Construction Wastes* yaitu sampah yang berasal dari sisa pembangunan, perbaikan dan pembaharuan gedung-gedung.
11. *Sewage Solid* terdiri dari benda-benda kasar yang umumnya zat organik hasil saringan pada pintu masuk suatu pusat pengolahan air buangan.
12. Sampah khusus yaitu sampah yang memerlukan penanganan khusus misalnya kaleng-kaleng cat, zat radiokatif.

C. Faktor yang Mempengaruhi Penghasilan Sampah

Faktor yang mempengaruhi penghasilan sampah adalah jumlah atau kepadatan penduduk, sistem pengelolaan sampah, keadaan geografi, musim dan waktu, kebiasaan penduduk, teknologi serta tingkat sosial ekonomi.

1. Jumlah atau kepadatan penduduk

Laju pertumbuhan penduduk yang semakin cepat dan aktifitas penduduk di suatu daerah membawa perubahan yang besar terhadap aspek kehidupan

manusia dan lingkungan. Pertumbuhan penduduk mengakibatkan terjadinya perluasan daerah permukiman yang berpengaruh pada meningkatnya kegiatan usaha masyarakat sehingga akan mengakibatkan bertambahnya sampah yang dihasilkan oleh setiap penduduk atau rumah tangga dan badan usaha/ kegiatanusaha tersebut. Oleh sebab itu, sampah menjadi masalah penting untuk daerah perkotaan yang padat penduduknya. Sampah yang dihasilkan akan berpengaruh pada kesehatan masyarakat dan kebersihan lingkungan daerah perkotaan. Jumlah penduduk suatu kota yang besar dengan kepadatan yang tinggi akan menghasilkan volume sampah yang lebih besar pula. Volume sampah ini akan terus mengalami peningkatan seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan kegiatan sosial ekonomi yang terjadi di masyarakat dipertanian.

2. Pengelolaan sampah

Permasalahan dalam pengelolaan sampah perkotaan tidak hanya terjadi di kota-kota besar, namun juga terjadi di kota-kota kecil dan kabupaten yang mempunyai kepadatan cukup tinggi dan adanya aktivitas perekonomian yang tinggi pula. Meningkatnya jumlah penduduk menjadi faktor meningkatnya jumlah sampah yang ada. Sekarang ini jumlah sampah yang dihasilkan oleh manusia semakin meningkat dan tidak sebanding dengan jumlah penduduk, jenis aktivitas dan tingkat konsumsi penduduk terhadap suatu barang. Semakin besar jumlah penduduk, maka semakin besar pula volume sampah yang dihasilkan. Faktor lainnya yaitu kualitas kehidupan masyarakat atau manusianya dan disertai juga kemajuan ilmu pengetahuan teknologi yang menghasilkan pula pergeseran pola hidup masyarakat yang cenderung konsumtif. Penggunaan barang kemasan mendominasi kebutuhan sehari-hari sehingga akhirnya mempengaruhi produksi sampah yang merupakan kualitas maupun kuantitas termasuk jenis dan karakteristiknya yang makin beragam.

3. Letak Geografi

Letak geografi mempengaruhi tumbuh-tumbuhan dan kebiasaan masyarakat, didataran tinggi umumnya banyak sayur-sayuran, buah-buahan dan jenis tanaman lain yang akhirnya akan mempengaruhi jenis dan jumlah sampah.

4. Musim dan Waktu

Pada musim hujan, sampah akan tersangkut pada selokan, pintu air, dan penyaringan limbah. Selain itu, pada pagi hari jumlah sampah lebih sedikit daripada siang hari.

5. Kebiasaan Masyarakat

Jika seseorang suka mengkonsumsi satu jenis makanan tertentu yang menggunakan kemasan akan meningkatkan jumlah sampah

6. Kemajuan Teknologi

Kemajuan teknologi mempengaruhi industri, dimana selanjutnya akan menggunakan peralatan yang lebih baik, sehingga bahan makanan tidak banyak yang terbuang dan hasil buangnya dapat digunakan kembali.

7. Tingkat Sosial

Pada ekonomi yang baik maka daya beli masyarakat akan tinggi dan sampah yang dihasilkan akan tinggi pula.

D. Dampak Sampah terhadap Kesehatan Lingkungan dan Masyarakat

Lokasi dan pengelolaan sampah yang kurang memadai merupakan tempat yang cocok bagi beberapa organisme dan menarik bagi berbagai binatang seperti lalat dan anjing yang dapat menjangkitkan penyakit. Dampak sampah terhadap kesehatan masyarakat adalah sebagai berikut:

- a. Penyakit diare, kolera, tifus menyebar dengan cepat karena virus yang berasal dari sampah dengan pengelolaan tidak tepat dapat bercampur dengan air minum.
- b. Penyakit jamur yang dapat menyebar.
- c. Penyakit yang dapat menyebar melalui Rantai Makanan
- d. Sampah Beracun
- e. Penyakit kulit yang diakibatkan karena jamur. Gangguan kulit dibagi atas infeksi superficial yang paling sering ditemukan adalah pitiriasis versikolor (panu), infeksi kutan adalah dermatofitosis dan kandidiasis kutis, infeksi subkutan yang kadang-kadang ditemukan sporotrikosis, fikomikosis subkutan, aktinomikosis, dan kromomikosis.
- f. Penyakit demam berdarah meningkatkan incidencenya disebabkan vektor
Aedes Aegypti yang hidup berkembang biak di lingkungan, pengelolaan sampahnya kurang baik (banyak kaleng, ban bekas dan plastik dengan genangan air).

Adapun dampak sampah terhadap lingkungan adalah cairan rembesan sampah yang masuk kedalam drainase atau sungai akan mencemari air. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan lenyap, hal ini mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis. Penguraian sampah yang dibuang kedalam air akan menghasilkan asam organik dan gas cair organik seperti metana. Selain berbau kurang sedap, gas ini dalam konsentrasi tinggi dapat meledak.

E. Dasar-dasar Metode Pengolahan Sampah

Pengelolaan sampah adalah pengumpulan, pengangkutan, pemrosesan, pendaurulangan, atau pembuangan dari material sampah. Kalimat ini biasanya mengacu pada material sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia, dan biasanya dikelola untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan, lingkungan, atau keindahan. Pengelolaan sampah juga dilakukan untuk memulihkan sumber daya alam. Pengelolaan sampah bisa melibatkan zat padat, cair, gas, atau radioaktif dengan metode dan keahlian khusus untuk masing-masing jenis zat.

Praktik pengelolaan sampah berbeda beda antara negara maju dan negara berkembang, berbeda juga antara daerah perkotaan dengan daerah pedesaan, berbeda juga antara daerah perumahan dengan daerah industri. Pengelolaan sampah yang tidak berbahaya dari pemukiman dan institusi di area metropolitan biasanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah, sedangkan untuk sampah dari area komersial dan industri biasanya ditangani oleh perusahaan pengolah sampah. Metode pengelolaan sampah berbeda-beda tergantung banyak hal, di antaranya tipe zat sampah, tanah yang digunakan untuk mengolah dan ketersediaan area. Adapun metode pengolahan sampah yang lain terdapat sangat banyak macamnya selain metode Insenerator. Metode-metode tersebut antara lain:

1. Vermicompost

Vermicompost atau Kompos Cacing adalah pupuk yang berasal dari kotoran cacing (vermics). Pupuk ini dibuat dengan memelihara cacing dalam tumpukan sampah organik hingga cacing tersebut berkembang biak di dalamnya dan menguraikan sampah organik dan menghasilkan kotoran. Proses ini dikenal sebagai vermiksifikasi. Proses pembuatan kompos jenis ini tidak berbeda dengan pembuatan kompos pada umumnya; yang membedakan hanya starternya yang berupa cacing.

Kompos cacing dapat menyuburkan tanaman karena kotoran cacing memiliki bentuk dan struktur yang mirip dengan tanah namun ukuran partikel-partikelnya lebih kecil dan lebih kaya akan bahan organik sehingga memiliki tingkat aerasi yang tinggi dan cocok untuk dijadikan media tanam. Kompos cacing memiliki kandungan nutrisi yang hampir sama dengan bahan organik yang diurainya. Spesies cacing yang umum digunakan dalam proses ini diantaranya *Eisenia foetida*, *Eisenia hortensis*, dan *Perionyx excavatus*, namun cacing biasa (*Lumbricus terrestris*) juga dapat digunakan.

Metode pengolahan sampah jenis ini sebetulnya sangat bermanfaat karena mampu mengubah sampah menjadi pupuk yang mampu menyuburkan tanaman. Namun metode ini hanya dapat diterapkan pada tumpukan sampah organik saja (misalnya sampah restoran dan warung makan). Sedangkan untuk penanganan sampah dalam jumlah besar seperti di Kabupaten Klaten yang kebanyakan merupakan sampah anorganik, metode Vermicompost ini tidak dapat diharapkan sebagai solusi yang tepat. Alasan lain yang menjadi kelemahan dari metode inilah adalah proses pembusukan oleh bakteri yang memakan waktu yang cukup lama.

2. Biogas

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk di antaranya; kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana metana dan karbon dioksida. Biogas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik sangat populer digunakan

untuk mengolah limbah bio degradable karena bahan bakar dapat dihasilkan sambil mengurai dan sekaligus mengurangi volume limbah buangan.

Metana dalam biogas, bila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batu bara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer bila dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil.

Saat ini, banyak negara maju meningkatkan penggunaan biogas yang dihasilkan baik dari limbah cair maupun limbah padat atau yang dihasilkan dari sistem pengolahan biologi mekanis pada tempat pengolahan limbah. Namun metode biogas ini masih belum cocok apabila diterapkan di Kabupaten Klaten karena sampah yang terbuang kebanyakan bukan berasal dari jenis sampah yang ramah lingkungan melainkan sampah-sampah yang bersifat non-organik yang tidak mampu diolah dalam proses biogas. Hal ini beralasan kuat karena hewan yang biasa digunakan dalam proses biogas alami adalah hewan sapi, kotoran yang dihasilkannya mengandung metana (CH₄) yang berguna bagi bahan bakar alternatif.

3. *Open Dumping*

Pembuangan sampah pada penimbunan darat termasuk menguburnya untuk membuang sampah, metode ini adalah metode paling populer di dunia. Penimbunan ini biasanya dilakukan di tanah yang tidak terpakai, lubang bekas pertambangan, atau lubang-lubang dalam. Sebuah lahan penimbunan darat yang dirancang dan dikelola dengan baik akan menjadi tempat penimbunan sampah yang higienis dan murah. Sedangkan penimbunan darat yang tidak dirancang dan tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan berbagai masalah lingkungan, di antaranya angin berbau sampah, menarik berkumpulnya Hama, dan adanya genangan air sampah.

Sistem pembuangan sampah *Open Dumping* adalah sistem pembuangan sampah di suatu lahan terbuka tanpa ada persiapan lahan pembuangan, tidak dilapisi oleh lapisan geotekstil. Sampah ditumpuk secara terus menerus tanpa ditutup dan tanpa ada pengolahan lebih lanjut, hanya dibiarkan teruka begitu saja. Di negara maju, banyak penimbunan sampah yang mempunyai sistem pengekstrasi gas yang dipasang untuk mengambil gas yang terjadi. Gas yang terkumpul akan dialirkan keluar dari tempat penimbunan dan dibakar di menara pembakar atau dibakar di mesin berbahan bakar gas untuk membangkitkan listrik.

Sistem *Open Dumping* adalah sistem yang paling buruk namun paling sering dijumpai di negara-negara berkembang. Sampah hanya ditumpuk pada lahan terbuka yang sangat luas tanpa ada penanganan serius secara lebih lanjut. Masalah-masalah persampahan juga paling banyak ditemukan pada metode ini jika dibandingkan dengan metode pengelolaan sampah yang lainnya. Kepraktisan dari metode inilah yang menyebabkan metode *Open*

Dumping sering menjadi pilihan warga dan pemerintah. Namun kepraktisan pembuangan sampah ini justru menjadi bumerang yang akhirnya menyerang keindahan, kesehatan, serta keamanan wilayah itu sendiri.

Penduduk sekitar TPA pada umumnya tidak setuju jika ada TPA *Open Dumping* di dekat rumah mereka karena bau serta penyakit dari gunung-gunung sampah yang sangat mengganggu kenyamanan dan keindahan hunian. *Open Dumping* merupakan sistem pembuangan yang tidak saniter karena dapat menjadi media perkembangbiakan lalat dan tikus sehingga menimbulkan sumber penyakit, selain karena menimbulkan bau tak sedap dan pemandangan yang tidak enak dilihat, sehingga tidak direkomendasikan untuk digunakan.

4. *Controlled Landfill*

Controlled landfill adalah tempat pembuangan sampah yang dalam pemilihan lokasi maupun pengoperasiannya sudah mulai memperhatikan syarat teknis (SNI) mengenai tempat pembuangan akhir sampah. Sistem *Controlled Landfill* merupakan tahap peningkatan dari metode *Open Dumping*. Cara pengolahannya adalah sampah ditimbun dalam suatu TPA yang sebelumnya telah disiapkan secara teratur, dibuat barisan dan lapisan setiap harinya dan dalam kurun waktu tertentu timbunan sampah tersebut diratakan dan dipadatkan oleh alat berat seperti buldozer maupun track loader. Setelah sampah tersebut rata dan padat, timbunan sampah kemudian ditutup oleh tanah setiap 5-7 hari sekali.

Sistem *Controlled Landfill* ini sebetulnya hanyalah suatu bentuk perapian dari sistem *Open Dumping*. Perbedaan sistem *Controlled Landfill* dengan sistem *Open Dumping* hanyalah pada pemadatan sampahnya saja sehingga tidak terlalu menggunung dan memampatkan gas yang mewujud di sela-sela sampah. Namun tetap saja sistem *Controlled Landfill* ini tidak mampu mengurangi jumlah sampah yang menumpuk, tidak dapat menghindari perkembangbiakan lalat dan tikus, tidak mampu mencegah penyebaran penyakit, tidak dapat menghilangkan bau tak sedap. Dengan kata lain *Controlled Landfill* tidak mampu menjadi solusi dalam penanganan sampah, tetapi hanya merapkannya saja.

5. *Sanitary Landfill*

Sanitary Landfill adalah sistem pengolahan sampah yang mengembangkan lahan cekungan dengan syarat tertentu meliputi jenis porositas tanah. Tempat pembuangan sampah dengan metode *Sanitary Landfill* memang memerlukan biaya konstruksi yang sangat besar tetapi sepadan dengan resiko kerusakan lingkungan yang dapat diminimalkan. TPA *Sanitary Landfill* di Indonesia belum sepenuhnya dilakukan dengan baik, justru cenderung berubah menjadi sistem *Open Dumping*.

Pemusnahan sampah dengan metode *Sanitary Landfill* adalah membuang dan menumpuk sampah ke suatu lokasi yang cekung, memadatkan sampah tersebut kemudian menutupnya dengan tanah. Ada

proses penyebaran dan pemadatan sampah pada area pengurugan dan penutupan sampah setiap hari. Penutupan sel sampah dengan tanah penutup juga dilakukan setiap hari. Metode ini merupakan metode standar yang dipakai secara internasional. Untuk meminimalkan potensi gangguan timbul, maka penutupan sampah dilakukan setiap hari. Dengan demikian polusi udara dapat teratasi dengan baik.

Kelemahan yang dimiliki oleh metode pengolahan jenis ini adalah biaya operasional yang diperlukan sangat mahal sehingga tidak semua wilayah mampu menjalankan sistem ini. Selain itu sistem pengolahan *Sanitary Landfill* dapat merosot menjadi tempat sampah terbuka (*Open Dumping*) jika tidak dirancang dan diatur dengan baik. Sistem ini juga dapat menyebabkan polusi air, produksi metana dari dekomposisi limbah, serta dapat menimbulkan bahaya kebakaran atau resiko ledakan material.

6. Insenerator

Insinerasi atau pembakaran sampah adalah teknologi pengolahan sampah yang melibatkan pembakaran bahan organik. Insinerasi dan pengolahan sampah bertemperatur tinggi lainnya didefinisikan sebagai pengolahan termal. Insinerasi material sampah mengubah sampah menjadi abu, gas sisa hasil pembakaran, partikulat, dan panas. Gas yang dihasilkan harus dibersihkan dari polutan sebelum dilepas ke atmosfer. Panas yang dihasilkan bisa dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik.

Insenerator mampu mengurangi volume sampah hingga 95-96%, tergantung komposisi dan derajat recovery sampah. Ini berarti insinerasi tidak sepenuhnya mengganti penggunaan lahan sebagai area pembuangan akhir, tetapi insinerasi mengurangi volume sampah yang dibuang dalam jumlah yang signifikan. Insinerasi memiliki banyak manfaat untuk mengolah berbagai jenis sampah seperti sampah medis dan beberapa jenis sampah berbahaya di mana patogen dan racun kimia bisa hancur dengan temperatur tinggi.

Tidak dipungkiri apabila insenerator memang menghasilkan hasil pembakaran berupa asap yang oleh beberapa pihak dijadikan alasan sebagai penolakan pembuatan insenerator. Namun sebenarnya hal itu merupakan kekhawatiran yang tidak diperlukan karena hasil pembakaran sempurna adalah gas karbon dioksida, sedangkan gas yang berbahaya bagi rumah kaca adalah metana. Produksi karbon dioksida yang berlebih dari hasil pembakaran ini dapat diatasi dengan memperbanyak jumlah tanaman hijau di sekitar pabrik, sehingga tidak ada alasan penolakan lagi bagi pembangunan insenerator. Berikut merupakan beberapa alasan diperlukannya insenerator sebagai solusi penanganan sampah di Kabupaten Klaten:

- a. Fasilitas insinerasi dapat menghasilkan energi listrik dan panas yang dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar listrik sehingga menghasilkan sumber energi baru
- b. Residu abu padat yang tersisa setelah pembakaran telah diketahui tidak berbahaya dan bisa dibuang dengan aman di lahan pembuangan

- c. Di lokasi berpopulasi padat, mencari lahan pembuangansampah amatlah sulit sehingga insinerasi menjadi jalan terbaik dalam menangani sampah
- d. Partikel halus bisa secara efisien dihilangkan dengan baghouse filter
- e. Insinerasi sampah padat dapat mencegah terbentuknya gas metana yang merupakan gas rumah kaca. Meski insinerasi menghasilkan gas karbon dioksida, namun gas metana merupakan gas yang memiliki efek rumah kaca yang tinggi dari pada karbon dioksida.
- f. Insinerasi sampah medis dan sampah sisa metabolisme manusia menghasilkan sisa pembakaran (abu) yang steril dan cukup aman bagi lingkungan dan kesehatan selama ditangani dengan baik
- g. Volume sampah yang dibakar berkurang hingga sekitar 90%, sehingga banyak mengurangi penggunaan lahan untuk pembuangansampah akhir

Adapun metode dasar pengolahan sampah adalah sebagai berikut:

- a. Transformasi fisik, meliputi pemisahan komponen sampah (*shorting*) dan pemadatan (*compacting*), yang tujuannya adalah mempermudah penyimpanan dan pengangkutan.
- b. Pembakaran (*incinerate*), merupakan teknik pengolahan sampah yang dapat mengubah sampah menjadi bentuk gas, sehingga volumenya dapat berkurang hingga 90-95%. Meski merupakan teknik yang efektif, tetapi bukan merupakan teknik yang dianjurkan. Hal ini disebabkan karena teknik tersebut sangat berpotensi untuk menimbulkan pencemaran udara.
- c. Pembuatan kompos (*composting*), Kompos adalah pupuk alami (organik) yang terbuat dari bahan-bahan hijau dan bahan organik lain yang sengaja ditambahkan untuk mempercepat proses pembusukan, misalnya kotoran ternak atau bila dipandang perlu, bisa ditambahkan pupuk buatan pabrik, seperti urea (Wied, 2004). Berbeda dengan proses pengolahan sampah yang lainnya, maka pada proses pembuatan kompos baik bahan baku, tempat pembuatan maupun cara pembuatan dapat dilakukan oleh siapapun dan dimanapun.
- d. *Energy recovery*, yaitu transformasi sampah menjadi energi, baik energi panas maupun energi listrik. Metode ini telah banyak dikembangkan di Negara-negara maju yaitu pada instalasi yang cukup besar dengan kapasitas ± 300 ton/hari dapat dilengkapi dengan pembangkit listrik sehingga energi listrik (± 96.000 MWH/tahun) yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk menekan biaya proses pengelolaan.

F. Sistem Pengelolaan Sampah

Mengelola sampah dengan sistem 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). Contoh kegiatan reuse sehari-hari, misalnya mempergunakan serbet dari kain dari pada menggunakan tisu atau menggunakan baterai yang dapat di charge kembali.

Pengelolaan sampah adalah semua kegiatan yang dilakukan dalam menangani sampah sejak ditimbulkan sampai dengan pembuangan akhir. Secara garis besar, kegiatan di dalam pengelolaan sampah meliputi pengendalian timbulan sampah, pengumpulan sampah, transfer dan transport, pengolahan dan pembuangan akhir (Kartikawan, 2007) sebagai berikut:

1. Penimbunan sampah (*solid waste generated*)

Dalam menentukan metode penanganan yang tepat, penentuan besarnya timbulan sampah sangat ditentukan oleh jumlah pelaku dan jenis dan kegiatannya. Idealnya untuk mengetahui besarnya timbulan sampah yang terjadi, harus dilakukan dengan suatu studi. Tetapi untuk keperluan praktis, telah ditetapkan suatu standar yang disusun oleh Departemen Pekerjaan Umum. Salah satunya adalah SK SNI S-04-1993-03 tentang Spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang. Dimana besarnya timbulan sampah untuk kota sedang adalah sebesar 2,75-3,25 liter/orang/hari atau 0,7-0,8 kg/orang/hari.

2. Penanganan di tempat (*on site handling*)

Penanganan sampah pada sumbernya adalah semua perlakuan terhadap sampah yang dilakukan sebelum sampah di tempatkan di tempat pembuangan. Kegiatan ini bertolak dari kondisi di mana suatu material yang sudah dibuang atau tidak dibutuhkan, seringkali masih memiliki nilai ekonomis. Penanganan sampah ditempat, dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penanganan sampah pada tahap selanjutnya. Kegiatan pada tahap ini bervariasi menurut jenis sampahnya meliputi pemilahan (*shorting*), pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*). Tujuan utama dan kegiatan di tahap ini adalah untuk mereduksi besarnya timbulan sampah (*reduce*)

3. Pengumpulan (*collecting*)

Kegiatan pengumpulan merupakan kegiatan pengumpulan sampah dan sumbernya menuju ke lokasi TPS. Umumnya dilakukan dengan menggunakan gerobak dorong dan rumah-rumah menuju ke lokasi TPS.

4. Pengangkutan (*transfer and transport*)

Kegiatan pengangkutan adalah kegiatan pemindahan sampah dan TPS menuju lokasi pembuangan pengolahan sampah atau lokasi pembuangan akhir.

5. Pengolahan (*treatment*)

6. Pembuangan akhir

Pada prinsipnya, pembuangan akhir sampah harus memenuhi syarat-syarat kesehatan dan kelestarian lingkungan. Teknik yang saat ini dilakukan adalah dengan *open dumping*, di mana sampah yang ada hanya di tempatkan di tempat tertentu, hingga kapasitasnya tidak lagi memenuhi. Teknik ini sangat berpotensi untuk menimbulkan gangguan terhadap lingkungan. Teknik yang direkomendasikan adalah dengan *sanitary landfill*. Di mana pada lokasi TPA

dilakukan kegiatan-kegiatan tertentu untuk mengolah timbunan sampah. Gangguan yang ditimbulkan meliputi bau, penyebaran penyakit hingga terganggunya estetika lingkungan. Beberapa permasalahan yang timbul dalam sistem penanganan sampah sistem yang terjadi selama ini adalah :

- a. Dari segi pengumpulan sampah dirasa kurang efisien karena mulai dari sumber sampah sampai ke tempat pembuanganakhir, sampah belum dipilah-pilah sehingga walaupun akan diterapkan teknologi lanjutan berupa *komposting* maupun daur ulang perlu tenaga untuk pemilahan menurut jenisnya sesuai dengan yang dibutuhkan, dan hal ini akan memerlukan dana maupun menyita waktu.
- b. Pembuangan akhir ke TPA dapat menimbulkan masalah, diantaranya :
 - 1) Perlu lahan yang besar bagi tempat pembuangan akhir sehingga hanya cocok bagi kota yang masih mempunyai banyak lahan yang tidak terpakai. bila kota menjadi semakin bertambah jumlah penduduknya, maka sampah akan menjadi semakin bertambah baik jumlah dan jenisnya. Hal ini akan semakin bertambah juga luasan lahan bagi TPA.
 - 2) Dapat menjadi lahan yang subur bagi pembiakan jenis-jenis bakteri serta bibit penyakit lain juga dapat menimbulkan bau tidak sedap yang dapat tercium dari puluhan bahkan ratusan meter yang pada akhirnya akan mengurangi nilai estetika dan keindahan lingkungan.

Pengelolaan sampah sendiri terbagimenjadi 4 macam, yaitu:

- a. Sistem pengelolaan sampah tradisional. Dalam sistem pengelolaan sampah yang seperti ini masih dengan menyangkut sampah ketempat pembuangan sampah sementara atau langsung kepada tempat sampah akhir, dan masih membutuhkan dana untuk retribusi dalam suatu wilayah cakupan yang masih relatif kecil.
- b. Sistem pengelolaan sampah kumpul angkut. Dengan sistem ini selain mengangkut sampah, masyarakat juga melakukan pengangkutan serta pengolahan sampah yang masih sangat sederhana dan cakupan wilayah nya lebih luas di banding dengan sistem pengolahan sampah tradisional.
- c. Sistem pengolahan sampah mandiri. Dengan sistem ini masyarakat mulai memilah sampah yang mereka hasilkan sehari-hari. Selain itu mereka juga melakukan pengumpulan selain melakukan pengangkutan yang tentu saja sistemnya lebih baik daripada kedua system pengelolaan sampah yang telah disebutkan. Masyarakat dapat mengontrol jumlah produksi sampah yang dihasilkan. Sistem pengolahan sampah seperti ini juga menggunakan sistem retribusi dan cakupan layanan yang lebih luas lagi. Sistem ini juga telah memberikan dampak positif dalam bidang kesehatan, bidang sosial ekonomi, terutama dalam bidang pendidikan.
- d. Sistem pengelolaan sampah tabungan sampah di bank sampah. Dengan sistem ini, masyarakat akan mendapatkan banyak keuntungan. Antara lain, cakupan layanan yang sangat luas bahkan kita dapat mengatur seberapa luas wilayah pelayanannya. Dalam prinsip pengelolaannya, sistem

pengelolaan sampah dengan menabung di bank sampah terdapat proses pengangkutan sampah dan pembuangan atau pengelolaan sampah yang lebih baik dari pengelolaan sampah yang lainnya, namun juga kita dapat menemukan proses pemilahan, pengumpulan, mengendalikan jumlah sampah yang dibuang, dan diperlukan retribusi.

BAB VII

VEKTOR DAN KESEHATAN

A. Definisi Vektor Penyakit

Vektor penyakit merupakan arthropoda yang berperan sebagai penular penyakit sehingga dikenal sebagai *arthropod-borne diseases* atau sering juga disebut *sebagai* vektor-borne diseases yang merupakan penyakit yang penting dan seringkali bersifat endemis maupun epidemis dan menimbulkan bahaya bagi kesehatan sampai kematian. Vektor adalah organisme yang tidak menyebabkan penyakit tapi menyebarkannya dengan membawa patogen dari satu inang ke yang lain. Peraturan Pemerintah No.374 tahun 2010 menyatakan bahwa vektor merupakan arthropoda yang dapat menularkan, memindahkan atau menjadi sumber penularan penyakit pada manusia.

Di Indonesia, penyakit-penyakit yang ditularkan melalui serangga merupakan penyakit endemis pada daerah tertentu, seperti demam berdarah, Dengue (DBD), malaria, kaki gajah, Chikungunya yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *aedes aegypti*. Disamping itu, ada penyakit saluran pencernaan seperti dysentery, cholera, typhoid fever dan paratyphoid yang ditularkan secara mekanis oleh lalat rumah. Ada 4 faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya suatu penyakit:

1. Cuaca

Iklim dan musim merupakan faktor utama yang mempengaruhi terjadinya penyakit infeksi. Agen penyakit tertentu terbatas pada daerah geografis tertentu, sebab mereka butuh reservoir dan vektor untuk hidup. Iklim dan variasi musim mempengaruhi kehidupan agen penyakit, reservoir dan vektor. Di samping itu perilaku manusia pun dapat meningkatkan transmisi atau menyebabkan rentan terhadap penyakit infeksi. *Wood tick* adalah vektor arthropoda yang menyebabkan penularan penyakit yang disebabkan rickettsia.

2. Reservoir

Hewan-hewan yang menyimpan kuman patogen dimana mereka sendiri tidak terkena penyakit disebut reservoir. Reservoir untuk arthropods borne disease adalah hewan-hewan dimana kuman patogen dapat hidup bersama. Binatang pengerat dan kuda merupakan reservoir untuk virus encephalitis. Penyakit rickettsia merupakan *arthropods borne disease* yang hidup di dalam reservoir alamiah. seperti tikus, anjing, serigala serta manusia yang menjadi reservoir untuk penyakit ini. Pada banyak kasus, kuman patogen mengalami multifikasi di dalam vektor atau reservoir tanpa menyebabkan kerusakan pada *intermediate host*.

3. Geografis

Insiden penyakit yang ditularkan arthropoda berhubungan langsung dengan daerah geografis dimana reservoir dan vektor berada. Bertahan hidupnya agen penyakit tergantung pada iklim (suhu, kelembaban dan curah

hujan) dan fauna lokal pada daerah tertentu, seperti *Rocky Mountains spotted fever* merupakan penyakit bakteri yang memiliki penyebaran secara geografis. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan tungau yang terinfeksi oleh rickettsia dibawa oleh tungau kayu di daerah tersebut dan dibawa oleh tungau anjing ke bagian timur Amerika Serikat.

4. Perilaku Manusia

Interaksi antara manusia, kebiasaan manusia, membuang sampah secara sembarangan, kebersihan individu dan lingkungan dapat menjadi penyebab penularan penyakit arthropoda borne diseases.

B. Jenis-jenis Vektor Penyakit

Sebagian dari Arthropoda dapat bertindak sebagai vektor, yang mempunyai ciri-ciri kakinya beruas-ruas, dan merupakan salah satu phylum yang terbesar jumlahnya karena hampir meliputi 75% dari seluruh jumlah binatang. Arthropoda yang dibagi menjadi 4 kelas :

1. Kelas crustacea (berkaki 10): misalnya udang.
2. Kelas Myriapoda : misalnya binatang berkaki seribu.
3. Kelas Arachinodea (berkaki 8) : misalnya Tungau.
4. Kelas hexapoda (berkaki 6) : misalnya nyamuk.

Vektor hanya terdiri atas arthropoda, sedangkan tikus, anjing, dan kucing bertindak sebagai reservoir (Chandra, 2006). Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2011) menyebutkan bahwa tikus bertindak sebagai reservoir untuk penyakit seperti salmonellosis, demam gigitan tikus, trichinosis, dan demam berdarah Korea, sedangkan vektornya adalah pinjal, kutu, caplak, dan tungau yang merupakan arthropoda. Sumber lain menyebutkan bahwa tikus hanya sebagai binatang pengganggu.

Ada dua jenis vektor yaitu vektor biologis dan vektor mekanis. Vektor disebut vektor biologis jika sebagian siklus hidup parasitnya terjadi dalam tubuh vektor tersebut. Vektor disebut sebagai vektor mekanis jika sebagian siklus hidup parasitnya tidak terjadi dalam tubuh vektor tersebut. Contohnya lalat sebagai vektor mekanis dalam penularan penyakit diare, trakoma, keracunan makanan, dan tifoid, sedangkan nyamuk *Anopheles* sebagai vektor biologis dalam penularan penyakit malaria.

Jenis-Jenis Vektor Penyakit

a) Vektor Potensial

Vektor potensial adalah vektor yang secara aktif berperan dalam penyebaran penyakit. Vektor ini baik secara biologis maupun mekanis selalu mencari hospesnya untuk kelangsungan hidupnya.

b) Vektor Pasif

Vektor pasif, artinya secara ilmiah dapat dibuktikan bahwa dalam tubuh vektor ada agen patogen dan dapat menularkan agen tersebut kepada hospes lain, tetapi vektor ini tidak aktif mencari mangsanya. Dengan adanya

perubahan lingkungan, kemungkinan vektor tersebut dapat berubah menjadi aktif.

c) Vektor Biologis

Vektor biologis, dimana agen penyakit harus mengalami perkembangan ke stadium lebih lanjut. Bila tidak ada vektor maka agen penyakit kemungkinan akan mati. Contoh yang paling mudah adalah schistosomiasis, penyakit akibat cacing *Schistosoma japonicum*. Larva (miracidium) masuk ke dalam tubuh siput, berkembang menjadi sporocyst dan selanjutnya menjadi redia, kemudian menjadi cercaria yang akan keluar dari tubuh siput, aktif mencari definitif host, melalui kulit dimana akan terjadi dermatitis.

d) Vektor Mekanis

Vektor mekanis, dimana agen penyakit tidak mengalami perkembangan, tetapi hanya sebagai pembawa agen penyakit. Tidak seperti penyakit malaria atau arbovirus dimana terjadinya infeksi cukup satu kali gigitan vektor yang sudah terinfeksi, pada infeksi filaria, vektor harus sering menggigit hospesnya agar terjadi infeksi. Diperkirakan lebih dari 100 gigitan agar cacing dapat bereproduksi dan menghasilkan mikrofilaria.

e) Vektor Insidental

Vektor insidental, vektor ini secara kebetulan hinggap pada manusia, kemudian mengeluarkan faeces yang sudah terkontaminasi agen penyakit dekat mulut. Secara tidak sengaja masuk ke dalam mulut, contohnya pada penyakit Chagas yang disebabkan oleh *Trypanosoma cruzi* dan vektor yang berperan adalah *Triatoma bugs*. Vektornya sebenarnya masuk dalam siklus silvatic, hanya diantara hewan rodensia. Manusia terkontaminasi bila vektornya masuk dalam lingkungan manusia.

C. Pengendalian Vektor Penyakit

Peraturan Menteri No.374 tahun 2010 mendefinisikan bahwa pengendalian vektor merupakan kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi vektor serendah mungkin sehingga keberadaannya tidak lagi beresiko untuk terjadinya penularan penyakit di suatu wilayah atau menghindari kontak masyarakat dengan vektor sehingga penularan penyakit yang dibawa oleh vektor dapat di cegah.

Pengendalian vektor dapat dilakukan dengan pengelolaan lingkungan secara fisik atau mekanis, penggunaan agen biotik kimiawi, baik terhadap vektor maupun tempat perkembangbiakannya dan atau perubahan perilaku masyarakat serta dapat mempertahankan dan mengembangkan kearifan lokal sebagai alternatif. Beberapa faktor yang menyebabkan tingginya angka kesakitan penyakit bersumber binatang antara lain adanya perubahan iklim, keadaan social-ekonomi dan perilaku masyarakat.

Perubahan iklim dapat meningkatkan risiko kejadian penyakit tular vektor. Faktor risiko lainnya adalah keadaan rumah dan sanitasi yang buruk, pelayanan kesehatan yang belum memadai, perpindahan penduduk yang non

imun ke daerah endemis. Masalah yang di hadapi dalam pengendalian vektor di Indonesia antara lain kondisi geografis dan demografi yang memungkinkan adanya keragaman vektor, belum teridentifikasinya spesies vektor (pemetaan sebaran vektor) di semua wilayah endemis, belum lengkapnya peraturan penggunaan pestisida dalam pengendalian vektor, peningkatan populasi resisten beberapa vektor terhadap pestisida tertentu, keterbatasan sumberdaya baik tenaga, logistik maupun biaya operasional dan kurangnya keterpaduan dalam pengendalian vektor.

Dalam pengendalian vektor tidak mungkin dapat dilakukan pembasmian sampai tuntas, yang mungkin dan dapat dilakukan adalah usaha mengurangi dan menurunkan populasi kesatu tingkat yang tidak membahayakan kehidupan manusia. Namun hendaknya dapat diusahakan agar segala kegiatan dalam rangka menurunkan populasi vektor dapat mencapai hasil yang baik. Untuk itu perlu diterapkan teknologi yang sesuai, bahkan teknologi sederhana pun yang penting di dasarkan prinsip dan konsep yang benar.

Beberapa metode pengendalian vektor sebagai berikut:

1. Metode pengendalian fisik dan mekanik adalah upaya-upaya untuk mencegah, mengurangi, menghilangkan habitat perkembangbiakan dan populasi vektor secara fisik dan mekanik. Contohnya:
 - a. modifikasi dan manipulasi lingkungan tempat perindukan (3M, pembersihan lumut, penenman bakau, pengeringan, pengalihan/drainase, dll).
 - b. Pemasangan kelambu
 - c. Memakai baju lengan panjang
 - d. Penggunaan hewan sebagai umpan nyamuk (*cattle barrier*)
2. Metode pengendalian dengan menggunakan agen biotic
 - a. predator pemakan jentik (ikan, mina padi,dll)
 - b. Bakteri, virus, fungi
 - c. Manipulasi gen (penggunaan jantan mandul,dll)
3. Metode pengendalian secara kimia
 - a. Surface spray (IRS)
 - b. Kelambu berinsektisida
 - c. Larvasida

Adapun prinsip dasar dalam pengendalian vektor yang dapat dijadikan sebagai pegangan sebagai berikut :

- a. Pengendalian vektor harus menerapkan bermacam-macam cara pengendalian agar vektor tetap berada di bawah garis batas yang tidak merugikan/ membahayakan.
- b. Pengendalian vektor tidak menimbulkan kerusakan atau gangguan ekologi terhadap tata lingkungan hidup.

Pengendalian vektor dan binatang pengganggu adalah upaya untuk mengurangi atau menurunkan populasi vektor atau binatang pengganggu

dengan maksud pencegahan atau pemberantasan penyakit yang ditularkan atau gangguan oleh vektor dan binatang pengganggu tersebut. Menurut WHO, pengendalian vektor penyakit sangat diperlukan bagi beberapa macam penyakit karena berbagai alasan:

1. Penyakit belum ada obatnya ataupun vaksinnnya, seperti hamper semua penyakit yang disebabkan oleh virus.
2. Bila ada obat ataupun vaksinnnya sudah ada, tetapi kerja obat tadi belum efektif, terutama untuk penyakit parasiter.
3. Berbagai penyakit di dapat pada banyak hewan selain manusia, sehingga sulit dikendalikan.
4. Sering menimbulkan cacat, seperti filariasis dan malaria.
5. Penyakit cepat menular, karena vektornya dapat bergerak cepat seperti insekta yang bersayap.

Ada beberapa cara pengendalian vektor dan binatang pengganggu diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Pengendalian kimiawi

Cara ini lebih mengutamakan penggunaan pestisida/rodentisida untuk peracunan. Penggunaan racun untuk memberantas vektor lebih efektif namun berdampak masalah gangguan kesehatan karena penyebaran racun tersebut menimbulkan keracunan bagi petugas penyemprot maupun masyarakat dan hewan peliharaan. Sebagai ilustrasi, pada tahun 1960-an yang menjadi titik tolak kegiatan kesehatan secara nasional (juga merupakan tanggal ditetapkannya Hari Kesehatan Nasional), ditandai dengan dimulainya kegiatan pemberantasan vektor nyamuk menggunakan bahan kimia DDT atau Dieldrin untuk seluruh rumah penduduk pedesaan.

Untuk memberantas Nyamuk *Aedes* secara massal dilakukan fogging bahan kimia jenis Malathion/Parathion, untuk jentik nyamuk *Aedes* digunakan bahan larvasida jenis Abate yang dilarutkan dalam air. Cara kimia untuk membunuh tikus dengan menggunakan bahan racun arsenic dan asam sianida. Arsenik dicampur dalam umpan sedangkan sianida biasa dilakukan pada gudang-gudang besar tanpa mencemai makanan atau minuman, juga dilakukan pada kapal laut yang dikenal dengan istilah fumigasi. Penggunaan kedua jenis racun ini harus sangat berhati-hati dan harus menggunakan masker karena sangat toksik terhadap tubuh manusia khususnya melalui saluran pernafasan.

Penggunaan bahan kimia lainnya yang tidak begitu berbahaya adalah bahan attractant dan repellent. Bahan Attractant adalah bahan kimia umpan untuk menarik serangga atau tikus masuk dalam perangkap. Sedangkan repellent adalah bahan/cara untuk mengusir serangga atau tikus tidak untuk membunuh.

2. Pengendalian Fisika-Mekanika

Cara ini menitikberatkan kepada pemanfaatan iklim/musim dan menggunakan alat penangkap mekanis antara lain:

- a. Pemasangan perangkap tikus atau perangkap serangga.
- b. Pemasangan jaring.
- c. Pemanfaatan sinar/cahaya untuk menarik atau menolak (*to attract and to repel*).
- d. Pemanfaatan kondisi panas dan dingin untuk membunuh vektor dan binatang pengganggu.
- e. Pemanfaatan kondisi musim/iklim untuk memberantas jentik nyamuk.
- f. Pemanfaatan suara untuk menarik atau menolak vektor dan binatang pengganggu.
- g. Pembunuhan vektor dan binatang pengganggu menggunakan alat pembunuh (pemukul, jepretan dengan umpan, dll).
- h. Pengasapan menggunakan belerang untuk mengeluarkan tikus dari sarangnya sekaligus peracunan.
- i. Pembalikan tanah sebelum ditanami.
- j. Pemanfaatan arus listrik dengan umpan atau attractant untuk membunuh vektor dan binatang pengganggu (perangkap serangga dengan listrik daya penarik menggunakan lampu neon).

3. Pengendalian Biologis

Pengendalian secara biologis dilakukan dengan dua cara, yakni:

a. Memelihara musuh alaminya

Musuh alami insekta dapat berupa pemangsanya ataupun mikroba penyebab penyakitnya. Untuk ini perlu diteliti lebih lanjut pemangsa dan penyebab penyakit mana yang paling efektif dan efisien mengurangi populasi insekta. Untuk ini perlu juga dicari bagaimana caranya untuk melakukan pengendalian pertumbuhan pemangsa dan penyebab penyakit ini apabila populasi vektor sudah terkendali jumlahnya.

b. Mengurangi fertilitas insekta

Untuk cara kedua ini pernah dilakukan dengan meradiasi insekta jantan sehingga steril dan menyebarkannya di antara insekta betina. Dengan demikian telur yang dibuahi tidak dapat menetas. Cara kedua ini masih dianggap terlalu mahal dan efisiensinya masih perlu dikaji.

D. Pemantauan Pengendalian Vektor Penyakit

Pengendalian vektor penyakit ini merupakan konsep yang relative baru. Pada awalnya orang berpikir tentang pembasmian vektor. Akan tetapi kemudian tampak bahwa pembasmian itu sulit dicapai dan kurang realistis dilihat dari sisi ekologis. Oleh karenanya pengendalian vektor saat ini akan ditujukan untuk mengurangi dan mencegah penyakit bawaan vektor sejauh dapat dicapai dengan keadaan social-ekonomi yang ada serta keadaan

endemic penyakit yang ada. Oleh karenanya pemantauan keadaan populasi insekta secara berkelanjutan menjadi sangat penting.

Pengendalian secara terpadu direncanakan dan dilaksanakan untuk jangka panjang, ditunjang dengan pemantuan yang kontinu. Untuk ini diperlukan berbagai parameter pemantauan dan pedoman tindakan yang perlu diambil apabila didapat tanda-tanda akan terjadinya kejadian luar biasa/wabah. Parameter vektor penyakit yang dipantau antara lain adalah :

1. Indeks lalat untuk kepadatan lalat
2. Indeks pinjal untuk kepadatan pinjal
3. Kepadatan nyamuk dapat dinyatakan sebagai Man Biting Rate (MBR), indeks container, indeks rumah, dan/atau indeks Breteau

Pengendalian vektor adalah usaha yang dilakukan untuk mengurangi atau menurunkan populasi vektor dengan maksud mencegah atau memberantas penyakit yang ditularkan oleh vektor atau gangguan (nuisance) yang diakibatkan oleh vektor. Pengendalian vektor dan binatang pengganggu harus menerapkan bermacam-macam cara pengendalian, sehingga tetap berada di bawah garis batas yang tidak merugikan dan membahayakan. Serta pengendalian tidak menimbulkan kerusakan atau gangguan ekologis terhadap tata lingkungan hidup.

1. Pengendalian lingkungan

Merupakan cara terbaik untuk mengontrol arthropoda karena hasilnya dapat bersifat permanen. Contoh, membersihkan tempat-tempat hidup arthropoda. Terbagi atas dua cara yaitu :

- a. Perubahan lingkungan hidup (*environmental management*), sehingga vektor dan binatang pengganggu tidak mungkin hidup. Seperti penimbunan (*filling*), pengeringan (*draining*), dan pembuatan (*dyking*).
- b. Manipulasi lingkungan hidup (*environmental manipulation*), sehingga tidak memungkinkan vektor dan binatang pengganggu berkembang dengan baik. Seperti pengubahan kadar garam (*solinity*), pembersihan tanaman air, lumut, dan penanaman pohon bakau (*mangrouves*) pada tempat perkembangbiakan nyamuk.

2. Pengendalian biologi

Pengendalian ini ditujukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat pemakaian insektisida yang berasal dari bahan-bahan beracun. Cara yang dilakukan dengan memanfaatkan tumbuh-tumbuhan atau hewan, parasit, predator maupun kuman patogen terhadap vector. Contoh pendekatan ini adalah pemeliharaan ikan.

3. Pengendalian Genetik

Metode ini dimaksudkan untuk mengurangi populasi vektor dan binatang pengganggu melalui teknik-teknik pemandulan vektor jantan (*sterila male techniques*), penggunaan bahan kimia penghambat pembiakan (*chemosterilant*), dan penghilangan (*hybriditazion*).

4. Pengendalian kimia

Pada pendekatan ini, dilakukan beberapa golongan insektisida seperti golongan organoklorin, golongan organofosfat, dan golongan karbamat. Namun, penggunaan insektisida ini sering menimbulkan resistensi dan juga kontaminasi pada lingkungan. Macam-macam insektisida yang digunakan:

- a. Mineral (Minyak), misalnya minyak tanah, boraks, solar, dsb.
- b. Botanical (Tumbuhan), misalnya Pyrethum, Rotenone, Allethrin, dsb. Insektisida botanical ini disukai karena tidak menimbulkan masalah residu yang toksis.
- c. Chlorined Hydrocarbon, misalnya DDT, BHC, Lindane, Chlordane, Dieldrin, dll. Tetapi penggunaan insektisida ini telah dibatasi karena resistensinya dan dapat mengkontaminasi lingkungan.
- d. Organophosphate, misalnya Abate, Malathion, Chlorphyrifos, dsb. Umumnya menggantikan Chlorined Hydrocarbon karena dapat melawan vektor yang resisten dan tidak mencemari lingkungan.
- e. Carbamate, misalnya Propoxur, Carbaryl, Dimetilen, Landrin, dll. Merupakan suplemen bagi Organophosphate.
- f. Fumigant, misalnya Nophtalene, HCN, Methylbromide, dsb. Adalah bahan kimia mudah menguap dan uapnya masuk ke tubuh vektor melalui pori pernapasan dan melalui permukaan tanah.
- g. Repellent, misalnya diethyl toluemide. Adalah bahan yang menerbitkan bau yang menolak serangga, dipakaikan pada kulit yang terpapar, tidak membunuh serangga tetapi memberikan perlindungan pada manusia.

5. Upaya pengendalian binatang pengganggu

Dalam pendekatan ini ada beberapa teknik yang dapat digunakan, diantaranya *steril technique*, *citoplasmic incompatibility*, dan *choromosom translocation*. Upaya pencegahan yang dapat dilakukan adalah :

- a. Menempatkan kandang ternak di luar rumah
- b. Merekonstruksi rumah
- c. Membuat ventilasi
- d. Melapisi lantai dengan semen
- e. Melapor ke puskesmas bila banyak tikus yang mati
- f. Mengatur ketinggian tempat tidur setidaknya >20 cm dari lantai.

E. Faktor yang Mempengaruhi Timbulnya Penyakit

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi timbulnya penyakit dan persebarannya yang meluas. Beberapa di antaranya adalah:

1. Kualitas sanitasi dan air
2. *Personal hygiene*
3. Kemiskinan
4. Kepadatan penduduk

Faktor utama yang mempengaruhi persebaran penyakit adalah kualitas sanitasi dan *personal hygiene* manusia. Hal ini karena penyakit ini sebagian besar ditularkan lewat paparan manusia-manusia atau lewat lalat sebagai vektor. Seseorang penderita trachoma memiliki peluang sangat besar dalam menularkan penyakit ini. Ketika ada salah satu bagian tubuhnya, tisu, atau sapu tangan yang digunakan untuk menyapu matanya maka pada saat itu juga bakteri berpindah dari sumber (mata penderita) ke media perantara (tangan, tisu, sapu tangan). Ketika ada orang yang bersalaman dengan tangan yang telah mengandung bakteri chlamidia kemudian dia menggunakannya untuk mengucek matanya padahal dia belum mencuci tangannya maka pada saat itu juga penyakit mulai menyebar.

Lingkungan yang sanitasinya tidak terjaga memungkinkan lalat untuk berkembang biak dengan baik. Lalat dapat menjadi vektor trachoma. Lalat dapat hinggap di mata penderita. Agen yang menempel di tubuh lalat akan dibawanya ke tempat lain, misalnya tempat penampungan air, tangan orang yang sehat, atau bahkan langsung hinggap di mata orang yang sehat. Agen kemudian tersentuh oleh tangan orang sehat. Jika orang tersebut *personal hygienenya* kurang terjaga maka ia akan menggunakan tangannya yang tadinya dihindari lalat dan mengucek matanya. Pada saat itu agen mulai tersebar di orang yang baru. Hal yang sama akan terjadi lewat tisu atau saputangan yang terpajan, air, dan sebagainya.

BAB VIII
PENYEHATAN MAKANAN DAN MINUMAN

A. Pengertian Penyehatan Makanan dan Minuman

Makanan merupakan suatu hal yang sangat penting di dalam kehidupan manusia, makanan yang dimakan bukan saja memenuhi gizi dan mempunyai bentuk menarik, akan tetapi harus aman dalam arti tidak mengandung mikroorganisme dan bahan-bahan kimia yang dapat menyebabkan penyakit. Menurut Depkes RI (2000), penyehatan makanan adalah upaya untuk mengendalikan faktor tempat, peralatan, orang dan makanan yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

Ada dua faktor yang menyebabkan suatu makanan menjadi berbahaya bagi manusia antara lain:

1. Kontaminasi
 - a. Parasit, misalnya : cacing dan amuba.
 - b. Golongan mikroorganisme, misalnya : *salmonella* dan *shigella*.
 - c. Zat kimia, misalnya : bahan pengawet dan pewarna.
 - d. Bahan-bahan radioaktif, misalnya : kobalt dan uranium.
 - e. Toksin atau racun yang dihasilkan mikroorganisme, misalnya: *stafilokokus* dan *clostridium botulinum*.
2. Makanan yang pada dasarnya telah mengandung zat berbahaya, tetapi tetap dikonsumsi manusia karena ketidaktahuan, dapat dibagi menjadi tiga golongan:
 - a. Secara alami makanan itu memang telah mengandung zat kimia beracun, misalnya singkong yang mengandung HCN, ikan dan kerang yang mengandung unsur toksik tertentu (Hg dan Cd) yang dapat melumpuhkan sistem saraf.
 - b. Makanan dijadikan sebagai media perkembangbiakan sehingga dapat menghasilkan toksin yang berbahaya bagi manusia, misalnya dalam kasus keracunan makanan akibat bakteri.
 - c. Makanan sebagai perantara. Jika suatu makanan yang terkontaminasi dikonsumsi manusia, didalam tubuh manusia agen penyakit pada makanan itu memerlukan masa inkubasi untuk berkembangbiak dan setelah beberapa hari dapat mengakibatkan munculnya gejala penyakit. Misalnya penyakit *typhoid abdominalis* dan *disentri basiler*.

B. Teori Dasar Sanitasi Makanan

Higiene dan sanitasi merupakan suatu tindakan atau upaya untuk meningkatkan kebersihan dan kesehatan melalui pemeliharaan diri setiap individu dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya, agar individu terhindar dari ancaman kuman penyebab penyakit. Menurut Depkes RI (2004) hygiene adalah upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan individu. Misalnya mencuci tangan untuk melindungi kebersihan

tangan, cuci piring untuk melindungi kebersihan piring, membuang bagian makanan yang rusak untuk melindungi keutuhan makanan secara keseluruhan.

Sanitasi adalah cara pengawasan masyarakat yang menitikberatkan kepada pengawasan terhadap berbagai faktor lingkungan yang mungkin mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat. Sanitasi makanan adalah salah satu usaha pencegahan yang menitik beratkan kegiatan dan tindakan yang perlu untuk membebaskan makanan dan minuman dari segala bahaya yang dapat mengganggu kesehatan, mulai dari sebelum makanan diproduksi, selama dalam proses pengolahan, penyimpanan, pengangkutan, sampai pada saat dimana makanan dan minuman tersebut siap untuk dikonsumsi kepada masyarakat atau konsumen. Sanitasi makanan ini bertujuan untuk menjamin keamanan dan kemurnian makanan, mencegah konsumen dari penyakit, mencegah penjualan makanan yang akan merugikan pembeli, mengurangi kerusakan atau pemborosan makanan.

Langkah penting dalam mewujudkan higiene dan sanitasi makanan adalah:

1. Mencapai dan mempertahankan hasil produksi yang sesuai dengan suhu hidangan (panas atau dingin).
2. Penyajian, penanganan yang layak terhadap penanganan makanan yang dipersiapkan lebih awal.
3. Memasak tepat waktu dan suhu.
4. Dilakukan oleh pekerja dan penjamah makanan yang sehat mulai dari penerimaan hingga distribusi.
5. Memantau setiap waktu suhu makanan sebelum dibagikan.
6. Inspeksi teratur terhadap bahan makanan mentah dan bumbu-bumbu sebelum dimasak.
7. Panaskan kembali suhu makanan menurut suhu yang tepat (74°C).
8. Menghindari kontaminasi silang antara bahan makanan mentah, makanan masak melalui orang (tangan), alat makan, dan alat dapur.
9. Bersihkan semua permukaan alat/ tempat setelah digunakan untuk makanan.
10. Perhatikan semua hasil makanan yang harus dibeli dari sistem khusus.

Sanitasi makanan bertujuan untuk menjamin keamanan dan kemurnian makanan, mencegah konsumen dari penyakit, mencegah penjualan makanan yang akan merugikan pembeli, mengurangi kerusakan/pemborosan makanan. Higiene dan sanitasi makanan adalah upaya untuk mengendalikan faktor makanan, tempat dan perlengkapannya yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan lainnya. Tujuan Higiene Sanitasi Makanan dan Minuman:

1. Tersedianya makanan yang berkualitas baik dan aman bagi kesehatan konsumen

2. Menurunnya kejadian risiko penularan penyakit atau gangguan kesehatan melalui makanan
3. Terwujudnya perilaku kerja yang sehat dan benar dalam penanganan makanan di institusi.

Terdapat 6 (enam) prinsip higiene sanitasi makanan dan minuman yaitu:

1. Pemilihan Bahan Makanan

Kualitas bahan makanan yang baik dapat dilihat melalui ciri-ciri fisik dan mutunya dalam hal bentuk, warna, kesegaran, bau, dan lainnya. Bahan makanan yang baik terbebas dari kerusakan dan pencemaran termasuk pencemaran oleh bahan kimia seperti pestisida.

2. Penyimpanan Bahan Makanan

Bahan makanan yang digunakan dalam proses produksi, baik bahan baku, bahan tambahan maupun bahan penolong, harus disimpan dengan cara penyimpanan yang baik karena kesalahan dalam penyimpanan dapat berakibat penurunan mutu dan keamanan makanan. Tujuan penyimpanan bahan makanan adalah agar bahan makanan tidak mudah rusak dan kehilangan nilai gizinya. Semua bahan makanan dibersihkan terlebih dahulu sebelum disimpan, yang dapat dilakukan dengan cara mencuci. Setelah dikeringkan kemudian dibungkus dengan pembungkus yang bersih dan disimpan dalam ruangan yang bersuhu rendah.

Syarat-syarat penyimpanan adalah:

- a. Tempat penyimpanan bahan makanan selalu terpelihara dan dalam keadaan bersih.
- b. Penempatannya terpisah dari makanan jadi.
- c. Penyimpanan bahan makanan diperlukan untuk setiap jenis bahan makanan dalam suhu yang sesuai, ketebalan bahan makanan padat tidak lebih dari 10 cm, kelembaban penyimpanan dalam ruangan 80%-90%.
- d. Bila bahan makanan disimpan digudang, cara penyimpanannya tidak menempel pada langit-langit, dengan ketentuan sebagai berikut:
 - 1) jarak makanan dengan lantai 15 cm
 - 2) jarak makanan dengan dinding 5 cm
 - 3) jarak makanan dengan langit-langit 60 cm
- e. Bahan makanan disimpan dalam aturan sejenis, disusun dalam rak-rak sedemikian rupa sehingga tidak mengakibatkan rusaknya bahan makanan. Bahan makanan yang masuk lebih dahulu merupakan yang pertama keluar, sedangkan bahan makanan yang masuknya belakangan terakhir dikeluarkan atau disebut dengan sistem FIFO (*First In First Out*).

3. Pengolahan Makanan

Pengolahan makanan adalah proses pengubahan bentuk dari bahan mentah menjadi makanan siap santap. Pengolahan makanan yang baik adalah yang mengikuti kaidah dari prinsip-prinsip higiene dan sanitasi. Semua kegiatan pengolahan makanan harus dilakukan dengan cara terlindung dari

kontak langsung dengan tubuh. Perlindungan kontak langsung dengan makanan dilakukan dengan jalan menggunakan sarung tangan plastik, penjepit makanan.

4. Penyimpanan Makanan
5. Pengangkutan Makanan
6. Penyajian Makanan

C. Prinsip Pengolahan, Penyimpangan, dan Penyajian Makanan

1. Prinsip pengolahan makanan

Penjamah makanan (*food handler*) adalah orang yang terlibat selama proses memasak makanan. Cara Pengolahan terdiri dari:

- a. Alat, sebaiknya harus bersih
- b. Bahan, bahan yang digunakan haruslah bahan yang masih bagus untuk bahan sayur dan buah, perhatikan kebersihan saat mencucinya.
 - 1) Tempat Pengolahan. Syarat yang harus diperhatikan dalam tempat pengolahan yaitu:
 - a) Lantai jangan licin
 - b) Dinding harus bersih, hindarkan terlalu banyak menggantung alat masak di dinding
 - c) Tembok harus dengan cat terang
 - d) Selalu bersih
 - 2) Perlengkapan/Peralatan. Perlengkapan/peralatan yang harus diperhatikan dalam tempat pengolahan yaitu:
 - a) Untuk alat yang terbuat dari besi jangan berkarat
 - b) Air harus cukup
 - c) Pisah antara dapur basah dan dapur kering (jika tidak dipisah yang harus diperhatikan adalah cara mengamankan makanan selama proses memasak sampai menyajikan makanan).

Pengolahan makanan yang baik adalah yang mengikuti prinsip-prinsip hygiene dan sanitasi.

1. Tempat pengolahan makanan

Syarat-syarat untuk dapur:

- a. Lantai
 - 1) Terbuat dari bahan yang kedap air, mudah dibersihkan dan tahan korosif.
 - 2) Luas lantai 35-40% dari ruang makan.
 - 3) Sudut antara dinding dan lantai harus melengkung.
 - 4) Selalu dalam keadaan bersih.
- b. Dinding
 - 1) Permukaan dalam dinding harus rata, tidak menyerap air, mudah dibersihkan
 - 2) Dinding yang selalu terkena percikan air diberi pelapis dengan porselin

- c. Atap dan langit-langit
 - 1) Terbuat dari bahan yang kedap air dan tidak bocor
 - 2) Langit-langit harus menutupi permukaan bawah bagian atap
 - d. Penerangan
 - 1) Untuk ruangan kerja 20 Fc, ruang makan dan tempat cuci antara 30-40 Fc.
 - 2) Semua penerangan harus bebas silau dan tidak menimbulkan bayangan
 - e. Ventilasi
 - 1) Fentilasi yang memenuhi syarat akan efektif dan untuk pemeliharaan kenyamanan
 - 2) Ventilasi harus cukup
 - f. Pembuangan asap
 - 1) Dapur harus dilengkapi dengan pengumpul asap dan cerobong
 - 2) Pengumpul asap dilengkapi dengan grease filter dan penyedot asap
 - 3) Pengeluaran asap melalui cerobong tidak mengganggu masyarakat sekitar
2. Peralatan masak
- a. Syarat bahan perlengkapan
 - 1) Bahan yang digunakan harus anti karat, mudah dibersihkan dan tidak mudah berubah warna
 - 2) Bila bahan dari kayu dianjurkan tidak dipakai sebagai bahan yang kontak langsung dengan makanan
 - 3) Bila bahan dari plastik dianjurkan yang aman dan mudah dibersihkan

2. Prinsip penyimpanan makanan

Prinsip penyimpanan makanan ditujukan untuk:

- a. Mencegah pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri laten (bakteri penyebab penyakit)
- b. Mengawetkan makanan dan mengurangi pembusukan, tujuannya yaitu mencegah pertumbuhan dan perkembangan bakteri, mengawetkan makanan dan mengurangi pembusukan.
Adapun teknik penyimpanan makanan adalah sebagai berikut:
 - a. Wadah. Setiap jenis makanan terpisah, wadah tertutup, pemisahan antara makanan basah dan kering.
 - b. Suhu. Pengaturan suhu pada suhu bakteri tidak bisa tumbuh.

Hal yang harus diperhatikan dalam penyimpanan makanan adalah:

- a. Makanan yang disimpan diberi tutup.
- b. Lantai/meja yang digunakan untuk menyimpan makanan harus bersih.
- c. Makanan tidak boleh disimpan dekat sumber pencemar.
- d. Makanan yang disajikan sebelum diolah harus dicuci dulu.

- e. Makanan yang dipak dengan karton tidak disimpan pada tempat yang basah.

3. Prinsip Penyajian Makanan

Prinsip penyajian makanan yang harus diperhatikan adalah :

- a. Tempat Penyajian, haruslah bersih dan jauh dari tempat penimbunan sampah.
- b. Alat-alat Penyajain, harus yang aman dan bersih.
- c. Tenaga Penyaji, harus memperhatikan hygiene perorangan dan pola PHBS.

Penyajian makanan merupakan salah satu prinsip dari hygiene dan sanitasi makanan. Penyajian makanan yang tidak baik, bukan saja dapat mengurangi selera makan seseorang tetapi dapat juga menjadi penyebab kontaminasi terhadap bakteri. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penyajian makanan sesuai dengan prinsip hygiene dan sanitasi makanan adalah sebagai berikut :

- a. Prinsip wadah artinya setiap jenis makananditempatkan dalam wadah terpisah dan diusahakan tertutup. Tujuannya adalah:
 - 1) Makanan tidak terkontaminasi silang
 - 2) Bila satu tercemar yang lain dapat diamankan
 - 3) Memperpanjang masa saji makanansesuai dengan tingkat kerawanan makanan.
- b. Prinsip kadar air artinya penempatan makanan yang mengandung kadar air tinggi (kuah, susu) baru dicampur pada saat menjelang dihidangkan untuk mencegah makanan cepat rusak. Makanan yang disiapkan dalam kadar air tinggi (dalam kuah) lebih mudah menjadi rusak (basi).
- c. Prinsip *edible part* artinya setiap bahan yang disajikan dalam penyajian adalah merupakan bahan makananyang dapat dimakan. Hindari pemakaian bahan yang membahayakan kesehatan seperti steples besi, tusuk gigi atau bunga plastk.
- d. Prinsip Pemisahan artinya makananyang tidak ditempatkan dalam wadah seperti makanan dalam kotak (dus) atau rantang harus dipisahkan setiap jenis makanan agar tidak saling bercampur. Tujuannya agar tidak terjadi kontaminasi.
- e. Prinsip Panas yaitu setiap penyajian yang disajikan panas, diusahakan tetap dalam keadaan panas seperti soup, gulai, dsb. Untuk mengatur suhu perlu diperhatikan suhu makanan sebelum ditempatkan dalam *food warmer* harus masih berada diatas 60°C. Alat terbaik untuk mempertahankan suhu penyajian adalah dengan bean merry (bak penyaji panas).
- f. Prinsip alat bersih artinya setiap peralatan yang digunakan sepeti wadah dan tutupnya, dus, pring, gelas, mangkuk harus bersih dan dalam kondisi baik. Bersih artinya sudah dicuci dengan cara yang higienis. Baik artinya utuh, tidak rusak atau cacat dan bekas pakai. Tujuannya untuk mencegah penularan penyakit dan memberikan penampilan yang estetis.

- g. Prinsip *handling* artinya setiap penanganan makanan maupun alat makan tidak kontak langsung dengan anggota tubuh terutama tangan dan bibir. Tujuannya adalah untuk mencegah pencemaran dari tubuh dan memberi penampilan yang sopan, baik dan rapi.

D. Faktor yang Mempengaruhi Sanitasi Makanan dan Minuman

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menjaga sanitasi makanan yang efektif. Faktor-faktor tersebut berkaitan dengan makanan, manusia dan peralatan.

1. Faktor Makanan

a. Sumber bahan makanan

Sumber bahan makanan harus memenuhi persyaratan sanitasi untuk mencegah terjadinya kontaminasi atau pencemaran. Misalnya, hasil pertanian tercemar dengan pupuk kotoran manusia atau dengan insektisida.

b. Pengangkutan Bahan Makanan

Cara mengangkut makanan harus memenuhi persyaratan sanitasi. Apakah sarana pengangkutan memiliki alat pendingin dan penutup. Pengangkutan tersebut dilakukan dari sumber ke pasar atau dari sumber ke tempat penyimpanan agar tidak tercemar oleh kontaminan dan tidak rusak. Misalnya mengangkut daging dan ikan dengan menggunakan alat pendingin.

c. Penyimpanan bahan makanan

Tidak semua makanan langsung dikonsumsi tetapi mungkin sebagian disimpan dalam skala kecil di rumah maupun skala besar di gudang. Berikut ini syarat sanitasi tempat penyimpanan atau gudang makanan.

- 1) Tempat penyimpanan makanan dibuat sedemikian rupa sehingga binatang seperti tikus, serangga tidak dapat bersarang.
- 2) Jika tidak menggunakan rak, harus disediakan ruang untuk kolong agar mudah membersihkannya.
- 3) Suhu udara dalam gudang tidak lembab untuk mencegah tumbuhnya jamur.
- 4) Memiliki sirkulasi udara yang cukup.
- 5) Memiliki pencahayaan yang cukup
- 6) Dinding bagian bawah dari gudang harus di cat putih agar mempermudah melihat jejak tikus.
- 7) Harus ada jalan dalam gudang.

d. Pemasaran bahan makanan

Tempat penjualan atau pasar harus memenuhi persyaratan sanitasi antara lain, kebersihan, pencahayaan, sirkulasi udara, dan memiliki alat pendingin. Pasar yang memenuhi persyaratan adalah pasar swalayan atau supermarket.

e. Pengolahan makanan

Proses pengolahan makanan harus memenuhi persyaratan sanitasi, terutama berkaitan dengan kebersihan dapur dan alat-alat perlengkapan masak.

f. Penyajian makanan

Penyajian makanan harus memenuhi persyaratan sanitasi, yaitu bebas dari kontaminasi, bersih dan tertutup, serta dapat memenuhi selera makan pembeli.

g. Penyimpanan makanan

Makanan yang telah diolah disimpan di tempat yang memenuhi persyaratan sanitasi, dalam lemari atau alat pendingin.

2. Faktor Manusia

Orang yang bekerja pada tahap pengolahan makanan harus memenuhi persyaratan sanitasi, seperti kesehatan individu. Individu tersebut tidak memiliki penyakit infeksi, dan bukan carier dari suatu penyakit. Untuk personal yang menyajikan makanan harus memenuhi syarat-syarat seperti kebersihan dan kerapian, memiliki etika dan sopan santun, berpenampilan yang baik dan keterampilan membawa makanan dengan teknik khusus, serta ikut dalam program pemeriksaan kesehatan berkala setiap enam bulan atau satu tahun.

3. Faktor Perawatan

Kebersihan dan cara penyimpanan peralatan pengolah makanan harus memenuhi persyaratan sanitasi.

E. Kontaminasi Makanan

Food-Borne Disease mencakup spektrum yang luas dari penyakit dan merupakan masalah kesehatan masyarakat yang berkembang di seluruh dunia. Ini adalah hasil dari konsumsi bahan makanan yang terkontaminasi dengan mikroorganisme atau bahan kimia. Kontaminasi makanan dapat terjadi pada setiap tahap dalam proses dari produksi pangan untuk konsumsi (*farm to fork*) dan dapat hasil dari pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran air, tanah atau udara (WHO).

Presentasi klinis yang paling umum dari penyakit bawaan makanan mengambil bentuk gejala gastrointestinal, namun penyakit tersebut juga dapat memiliki neurologis, ginekologi, imunologi dan gejala lain. Kegagalan multiorgan dan bahkan kanker dapat terjadi akibat konsumsi bahan makanan yang terkontaminasi, sehingga menyebabkan beban kecacatan serta kematian (WHO).

Kelompok orang tertentu lebih rentan terhadap *Food-Borne Disease*. Ini berarti bahwa mereka lebih mungkin untuk mendapatkan sakit dari makanan yang terkontaminasi dan, jika mereka sakit, efek yang jauh lebih serius. Kelompok-kelompok ini meliputi:

- a. Wanita hamil
- b. Dewasa yang lebih tua
- c. Orang dengan penyakit kronis

Bahaya keamanan pangan terdiri dari kontaminasi biologis, kimia, atau fisik yang dapat menyebabkan makanan menjadi tidak aman untuk konsumsi manusia. *Food-borne Disease* adalah setiap penyakit akibat kontaminasi makanan. Ketika mikroorganisme menyebabkan penyakit karena makanan itu disebut kontaminasi biologis.

Berikut ini adalah daftar beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada makanan :

- a. *Staphylococcus aureus* : Sumber utama adalah dari pengolah makanan yang sedang sakit. Staph adalah keracunan makanan yang paling umum. Gejalanya termasuk mual, demam, kram, dan diare. Untuk menghindari penyebaran Staph, perhatikan personal hygiene dan sanitasi praktek yang baik, tangani makanan dengan benar, dan jangan mengizinkan karyawan yang sakit untuk menangani makanan. Hal yang menyebabkan penularan terjadi pada masa pengelolaan dan pengolahan adalah karena bakteri ini erat sekali hubungannya dengan manusia dan hewan, terutama pada kulit, hidung, dan tenggorokan.
- b. *Escherichia coli*: Hal ini paling sering ditemukan dalam daging merah matang dan susu yang tidak dipasteurisasi. Gejala meliputi sakit perut, muntah, dan diare. Untuk menghindari kontaminasi coli, makanan harus dimasak secara menyeluruh, terutama daging giling, dan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik. Organisme ini juga terdapat di dapur dan tempat-tempat persiapan bahan pangan melalui bahan baku dan selanjutnya masuk makanan melalui tangan, permukaan alat, tempat masakan, dll. Masa inkubasi 1-3 hari.
- c. *Salmonella*: paling sering ditemukan dalam pangan daging, telur, unggas, dan kotoran dari tangan kotor pekerja. Bakteri ini sangat umum, sebagian besar ayam membawa salmonella. Gejalanya termasuk mual, demam, kram, dan diare. Gejala biasanya nampak 12-36 jam setelah bahan pangan tercemar. Gejala lainnya adalah diarrhea, sakit kepala, dan demam. Biasanya berakhir selama 1-7 hari. Penyakit yang berkaitan dengan gastroenteritis biasanya disebabkan oleh species salmonella typhirium, *S. agona*, *S. panama*. Sedangkan untuk penyebab tipus adalah salmonella typhi dan paratyphi yang biasanya hanya terdapat pada manusia dan tak dijumpai pada hewan. Untuk menghindari penyebaran salmonella, lakukan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik, serta menyimpan dan memasak makanan (terutama ayam dan telur) dengan benar.
- d. *Streptococcus*: Sumbernya adalah pekerja makanan yang sakit atau pelanggan. Gejalanya termasuk sakit tenggorokan dan demam. Untuk menghindari penyebaran radang, gunakan pelindung Buffet dari bersin dan batuk, dan tidak membiarkan karyawan sakit untuk menangani makanan.

- e. *Listeria monocytogenes* : Sumbernya adalah tanah, air, manusia, dan hewan. Gejala termasuk mual, muntah, diare, infeksi leher rahim, dan keguguran pada wanita hamil. Untuk menghindari penyebaran listeriosis, masalah makanan pada suhu yang tepat, konsumsi susu yang telah dipasteurisasi, dan lakukan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik, serta menyimpan dan memasak makanan (terutama ayam dan telur) dengan benar.
- f. *Campylobacter jejuni* : Sumbernya adalah binatang ternak dan susu mentah. Sebagian besar unggas membawa bakteri. Gejalanya meliputi diare, kram perut, demam, dan muntah. Untuk menghindari penyebaran, masalah makanan dengan baik, hindari kontaminasi silang, dan konsumsi susu pasteurisasi.
- g. *Clostridium perfringens* : Sumbernya adalah pekerja makanan, daging, dan tanah. Gejalanya termasuk mual, demam, kram, dan diare. Untuk menghindari, jagalah makanan agar tidak masuk ke zona bahaya makanan atau Food Danger Zone (FDZ). *Clostridium perfringens* berkembang biak cepat sekali pada suhu antara 37-55 derajat celsius dengan pembelahan sel terjadi setiap 10-15 menit. Gejala keracunan nampak setelah 8-24 jam memakan bahan pangan yang tercemar dan ditandai oleh sakit perut, diare, pusing, tetapi jarang terjadi muntah-muntah. Gejala dapat berlangsung 12-24 jam.
- h. *Clostridium botulinum*: bakterianaerobik bakteri, Sumbernya makanan kaleng rumahan dan infeksi biasanya menyebabkan kematian. Untuk menghindari botulisme, selalu menggunakan makanan kaleng komersial. Jangan pernah membuka kaleng atau botol jika bengkak. Jangan pernah mencicipi atau bahkan mencium bau makanan yang dicurigai. Pertumbuhan organisme ini dalam bahan pangan menghasilkan racun yang cukup kuat dan bersifat mematikan. Gejala-gejala keracunan akan nampak dalam jangka waktu 24-72 jam setelah makan racun tersebut dan sebagai tanda pertama adalah lesu, sakit kepala, dan pusing. Diare pada permulaan dan akhirnya konstipasi. Sistem syaraf pusat dapat terganggu yang berakibat pada penglihatan terganggu, kesulitan bicara karena kelumpuhan tenggorokan. Kematian dapat terjadi karena kelumpuhan sistem pernafasan. Selain dari bakteri, kontaminasi biologis juga dapat berasal dari virus. Semua virus adalah patogen. Salah satu penyakit yang dapat terjadi karena Food-Borne Disease adalah Hepatitis.

Kontaminasi kimia terjadi ketika zat beracun dari bahan kimia atau logam beracun di dapur yang dapat masuk ke makanan:

- a. *Kimia* : termasuk produk pestisida, pelumas, pembersih, dan sanitizers. Untuk menghindari kontaminasi, gunakan produk-produk tersebut sesuai dengan petunjuk produsen dan menyimpannya jauh dari makanan. Khusus pestisida harus digunakan hanya oleh agen pengendalian hama profesional, bukan personil dapur.

- b. *Racun logam* : ditemukan dalam peralatan yang digunakan di dapur. Logam beracun umum termasuk timbal, seng, antimon, dan tembaga. Untuk menghindari kontaminasi, gunakan peralatan yang terpercaya, biasanya telah memiliki standar *food grade*.

F. Upaya Pencegahan Kontaminasi Makanan

Pencemaran terbagi menjadi dua yaitu pencemaran primer dan pencemaran sekunder. Pencemaran primer adalah pencemaran mikroorganisme sebelum dipanen atau dipotong. Pencegahannya pada peternakan dapat dengan menyiapkan lahan yang cukup agar tidak timbul kesesakan pada peternakan. Tanaman tidak boleh dipupuk dengan kotoran manusia dan disiram dengan air yang tercemar. Sedangkan Pencemaran sekunder adalah pencemaran mikroorganisme sesudah dipanen atau dipotong.

Pencucian yang bersih dan teratur serta disinfeksi atau sanitasi dari semua alat pengolahan dan permukaan yang berhubungan dengan bahan pangan sangat penting guna menurunkan tingkat pencemaran sekunder. Kebiasaan pribadi para pekerja dan konsumen dalam mengelola bahan pangan dapat merupakan sumber utama dari pencemaran sekunder, terutama karena bakteri *Staphylococcus aureus*. Para pekerja harus steril dalam mengelola makanan, diantaranya menggunakan sarung tangan, masker, celemek, penutup rambut, dan APD lainnya, menutup luka dan iritasi, dan sebaiknya ada aturan yang melarang pekerja yang sakit untuk bekerja.

Kontaminasi silang adalah kontaminasi pada bahan makanan mentah ataupun makanan masak melalui perantara. Kontaminasi silang dapat terjadi selama makanan ada dalam tahap persiapan, pengolahan, pemasakan, maupun penyajian. Kontaminasi silang terjadi jika zat zat pencemar berpindah dari satu makanan ke makanan lain melalui permukaan benda selain makanan. Daging dan kulit telur adalah contoh dari media kontaminasi silang. Daging hewan, baik yang berkaki empat maupun unggas merupakan jasad renik patogen yang lazim.

Binatang dapat mengalami infeksi yang bersifat subklinis dan jasad renik patogen yang terkandung pada jaringan dapat berpindah secara langsung kepada manusia, seandainya daging tersebut termakan atau secara tidak langsung menularkan infeksi ke hewan lain melalui tinja atau permukaan tubuhnya. Begitu pula dengan jasad renik yang terdapat pada kulit telur dapat dengan mudah berpindah ke makanan. Selain itu kontaminasi silang juga dapat terjadi melalui beberapa hal sebagai berikut:

- a. Penggunaan peralatan masak seperti pisau dan talenan untuk berbagai jenis makanan secara bergantian tanpa dicuci terlebih dahulu.
- b. Meletakkan makanan mentah berdampingan atau dekat dengan makanan yang telah dimasak.
- c. Serangga

- d. Binatang peliharaan
- e. Tubuh manusia
- f. Tanah
- g. Makanan hewan

Untuk menghindari kontaminasi silang, proses penyimpanan masing-masing bahan makanan juga harus diperhatikan:

- a. Pisah-pisah bahan makanan berdasarkan kecepatan rusaknya. Bahan makanan yang seharusnya tahan lebih lama akan ikut rusak bila terpapar bahan yang telah rusak.
- b. Jangan campur daging mentah dengan sayuran mentah dalam satu kemasan.
- c. Daging-dagingan sebaiknya disimpan di lemari pembeku.
- d. Jangan campur bahan mentah dengan bahan matang.
- e. Mencuci alat makan menggunakan ember sangat tidak disarankan, apalagi jika airdi dalam ember tersebut digunakan untuk membilas. Pembilasan harus dilakukan menggunakan air bersih yang mengalir dan bertekanan tinggi, karena air yang mengalir dengan tekanan tinggi akan membantu menjatuhkan kotoran dan sabun sisa-sisa pencucian. Air yang tidak mengalir dalam ember akan mengendapkan kotoran dan kuman sisa pencucian. Jika digunakan berulang-ulang dapat menyebabkan kontaminasi silang ke alat makna yang dibilas dengan air tersebut.
- f. Memisahkan makananmentah dan matang.
- g. Penggunaan lap untuk tangan dan untuk alat makan dibedakan karena di tangan terdapat bakteri *Staphylococcus sp.*

G. Pengawasan Sanitasi Makanan

Pada prinsipnya langkah-langkah pelaksanaan, pengawasan terhadap sanitasi suatu produk makanan dimulai dari proses produksi, penyimpanan, distribusi dan penjualan ke konsumen. Dengan demikian, konsumen akan mendapat makanan yang berkualitas baik dan terhindar dari bahaya yang mungkin diakibatkan oleh makanan tersebut. Konsumen sendiri juga perlu melakukan pengawasan terhadap produk makanan jadi yang beredar di lapangan.

Landasan hokum pengawasan sanitasi adalah undang-undang dan peraturan seperti UU no.9/1960 tentang pokok-pokok kesehatan, UU no.11/1962 tentang hygiene untuk usaha-usaha bagi umum, UU no.2/1966 tentang hygiene peraturan-peraturan daerah tingkat satu dan dua. Penegakan hukum bidang pengawasan sanitasi ini juga dapat dilaksanakan melalui pemberian wewenang oleh unit kesehatan propinsi kepada unit kesehatan kabupaten atau kota madya.

Mengenai makanan ada dua pihak yang berkepentingan yaitu prodesen dan konsumen. Untuk menjaga kesehatan pihak konsumen, maka perlu

diadakan pengawasan terhadap makanan jadi atau bahan makanan terutama mengenai segi sebagai berikut:

1. Tidak mengandung sesuatu racun atau substansi yang membahayakan.
2. Tidak mengandung sesuatu bagian yang menunjukkan kebusukan.
3. Tidak ada tanda pemalsuan.
4. Harus cocok untuk konsumsi manusia.
5. Harus diolah, dipersiapkan, diawetkan, dibungkus dan disimpan menurut persyaratan.

H. Pengaruh Makanan Terhadap Kesehatan

Adapun pengaruh makanan terhadap kesehatan adalah sebagai berikut:

1. Memberi Energi

Zat-zat gizi yang dapat memberikan energi adalah karbohidrat, lemak, dan protein. Oksidasi zat-zat gizi ini menghasilkan energi yang diperlukan tubuh untuk melakukan kegiatan/aktivitas. Ketiga zat gizi termasuk ikatan organik yang mengandung karbon yang dapat dibakar. Ketiga zat gizi terdapat dalam jumlah paling banyak dalam bahan pangan. Dalam fungsi sebagai zat pemberi energi, ketiga zat gizi tersebut dinamakan zat pembakar.

2. Pertumbuhan jaringan tubuh

Protein, mineral, dan air adalah bagian dari jaringan tubuh. Oleh karena itu, diperlukan untuk membentuk sel-sel baru, memelihara, dan mengganti sel-sel yang rusak. Dalam fungsi ini ketiga zat gizi tersebut dinamakan zat pembangun.

3. Mengatur proses tubuh

Protein, mineral, air, dan vitamin diperlukan untuk mengatur proses tubuh. Protein mengatur keseimbangan air di dalam sel, bertindak sebagai buffer dalam upaya memelihara netralitas tubuh dan membentuk antibodi sebagai penangkal organisme yang bersifat infeksius dan bahan-bahan asing yang dapat masuk ke dalam tubuh. Mineral dan vitamin diperlukan sebagai pengatur dalam proses-proses oksidasi, fungsi normal saraf dan otot serta banyak proses lain yang terjadi di dalam tubuh termasuk proses menua.

Air diperlukan untuk melarutkan bahan-bahan di dalam tubuh, seperti di dalam darah, cairan pencernaan, jaringan, dan mengatur suhu tubuh, peredaran darah, pembuangan sisa-sisa/ekskresi dan lain-lain proses tubuh. Dalam fungsi mengatur proses tubuh ini, protein, mineral, air, dan vitamin dinamakan zat pengatur. Dalam melaksanakan fungsinya di dalam tubuh, zat-zat gizi saling berhubungan erat sekali, sehingga terdapat saling ketergantungan.

I. Peraturan dan Undang-Undang Terkait Pelaksanaan Higiene dan Sanitasi Makanan dan Minuman

Perundang-undangan yang mengatur penyehatan makanan (kebijakan atau ketentuan) dalam undang-undang Republik Indonesia no. 18 tahun 2012 tentang pangan.

1. Keamanan Pangan (BAB VII)

Pasal 67

- a. Keamanan Pangan diselenggarakan untuk menjaga Pangan tetap aman, higienis, bermutu, bergizi, dan tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat.
- b. Keamanan Pangan dimaksudkan untuk mencegah kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia.

Pasal 68

- a. Pemerintah dan Pemerintah Daerah menjamin terwujudnya penyelenggaraan Keamanan Pangan di setiap rantai Pangan secara terpadu.
- b. Pemerintah menetapkan norma, standar, prosedur, dan kriteria Keamanan Pangan.
- c. Petani, Nelayan, Pembudi Daya Ikan, dan Pelaku Usaha Pangan wajib menerapkan norma, standar, prosedur, dan kriteria Keamanan Pangan sebagaimana dimaksud pada ayat (2).
- d. Penerapan norma, standar, prosedur, dan kriteria Keamanan Pangan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilakukan secara bertahap berdasarkan jenis Pangan dan skala usaha Pangan.
- e. Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah wajib membina dan mengawasi pelaksanaan penerapan norma, standar, prosedur, dan kriteria Keamanan Pangan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dan ayat (4).

Pasal 69

Penyelenggaraan Keamanan Pangan dilakukan melalui:

- a. Sanitasi Pangan
- b. Pengaturan terhadap bahan tambahan Pangan
- c. Pengaturan terhadap Pangan Produk Rekayasa Genetik
- d. Pengaturan terhadap Iradiasi Pangan
- e. Penetapan standar Kemasan Pangan
- f. Pemberian jaminan Keamanan Pangan dan Mutu Pangan
- g. Jaminan produk halal bagi yang dipersyaratkan
- h. Sanitasi Makanan

Pasal 70

- a. Sanitasi Pangan dilakukan agar Pangan aman untuk dikonsumsi.
- b. Sanitasi Pangan dilakukan dalam kegiatan atau proses produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan/atau peredaran Pangan.
- c. Sanitasi Pangan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus memenuhi persyaratan standar Keamanan Pangan.

Pasal 71

- a. Setiap Orang yang terlibat dalam rantai Pangan wajib mengendalikan risiko bahaya pada Pangan, baik yang berasal dari bahan, peralatan, sarana produksi, maupun dari perseorangan sehingga Keamanan Pangan terjamin.
- b. Setiap Orang yang menyelenggarakan kegiatan atau proses produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan/atau peredaran Pangan wajib:
 1. Memenuhi Persyaratan Sanitasi; dan
 2. Menjamin Keamanan Pangan dan/atau keselamatan manusia.
- c. Ketentuan mengenai Persyaratan Sanitasi dan jaminan Keamanan Pangan dan/atau keselamatan manusia sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diatur dalam Peraturan Pemerintah.

Pasal 72

- a. Setiap Orang yang melanggar ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 71 ayat (1) dan ayat (2) dikenai sanksi administratif.
- b. Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa:
 1. Denda
 2. Penghentian sementara dari kegiatan, produksi, dan/atau peredaran
 3. Penarikan Pangan dari peredaran oleh produsen
 4. Ganti rugi; dan/atau
 5. Pencabutan izin
- c. Ketentuan lebih lanjut mengenai jenis, besaran denda, tata cara, dan mekanisme pengenaan sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) diatur dalam Peraturan Pemerintah.

2. Bahan Tambahan Pangan (Bagian Ketiga, Pengaturan Bahan Tambahan Pangan)

Pasal 73

“Bahan tambahan Pangan merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam Pangan untuk mempengaruhi sifat dan/atau bentuk Pangan.”

Pasal 74

- a. Pemerintah berkewajiban memeriksa keamanan bahan yang akan digunakan sebagai bahan tambahan Pangan yang belum diketahui dampaknya bagi kesehatan manusia dalam kegiatan atau proses Produksi Pangan untuk diedarkan.

- b. Pemeriksaan keamanan bahan tambahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan untuk mendapatkan izin peredaran.

Pasal 75

- a. Setiap Orang yang melakukan Produksi Pangan untuk diedarkan dilarang menggunakan:
- b. Bahan tambahan Pangan yang melampaui ambang batas maksimal yang ditetapkan; dan/atau
- c. Bahan yang dilarang digunakan sebagai bahan tambahan Pangan.
- d. Ketentuan mengenai ambang batas maksimal dan bahan yang dilarang sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diatur dengan atau berdasarkan Peraturan Pemerintah.

Pasal 76

- a. Setiap Orang yang melanggar ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 75 ayat (1) dikenai sanksi administratif.
- b. Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa:
 - 1. Denda;
 - 2. Penghentian sementara dari kegiatan, produksi, dan/atau peredaran;
 - 3. Penarikan Pangan dari peredaran oleh produsen;
 - 4. Ganti rugi; dan/atau
 - 5. Pencabutan izin.
- c. Ketentuan lebih lanjut mengenai jenis, besaran denda, tata cara, dan mekanisme pengenaan sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) diatur dalam Peraturan Pemerintah.

3. Sanksi Hukum (BAB XV KETENTUAN PIDANA)

Pasal 133

“Pelaku Usaha Pangan yang dengan sengaja menimbun atau menyimpan melebihi jumlah maksimal sebagaimana dimaksud dalam Pasal 53 dengan maksud untuk memperoleh keuntungan yang mengakibatkan harga Pangan Pokok menjadi mahal atau melambung tinggi dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun atau denda paling banyak Rp 100.000.000.000,00 (seratus miliar rupiah).”

Pasal 134

“Setiap Orang yang melakukan Produksi Pangan Olahan tertentu untuk diperdagangkan, yang dengan sengaja tidak menerapkan tata cara pengolahan Pangan yang dapat menghambat proses penurunan atau kehilangan kandungan Gizi bahan baku Pangan yang digunakan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 64 ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun atau denda paling banyak Rp 2.000.000.000,00 (dua miliar rupiah).”

Pasal 135

Setiap Orang yang menyelenggarakan kegiatan atau proses produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan/atau peredaran Pangan yang tidak memenuhi Persyaratan Sanitasi Pangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 71 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun atau denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).”

Pasal 136

Setiap Orang yang melakukan Produksi Pangan untuk diedarkan yang dengan sengaja menggunakan:

1. Bahan tambahan Pangan melampaui ambang batas maksimal yang ditetapkan; atau
2. Bahan yang dilarang digunakan sebagai bahan tambahan Pangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 75 ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun atau denda paling banyak Rp 10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah).

Pasal 137

1. Setiap Orang yang memproduksi Pangan yang dihasilkan dari Rekayasa Genetik Pangan yang belum mendapatkan persetujuan Keamanan Pangan sebelum diedarkan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun atau denda paling banyak Rp 10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah).
2. Setiap Orang yang melakukan kegiatan atau proses Produksi Pangan dengan menggunakan bahan baku, bahan tambahan Pangan, dan/atau bahan lain yang dihasilkan dari Rekayasa Genetik Pangan yang belum mendapatkan persetujuan Keamanan Pangan sebelum diedarkan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun atau denda paling banyak Rp 10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah).

Pasal 138

“Setiap Orang yang melakukan Produksi Pangan untuk diedarkan, yang dengan sengaja menggunakan bahan apa pun sebagai Kemasan Pangan yang dapat melepaskan cemaran yang membahayakan kesehatan manusia sebagaimana dimaksud dalam Pasal 83 ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun atau denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).”

Pasal 139

“Setiap Orang yang dengan sengaja membuka kemasan akhir Pangan untuk dikemas kembali dan diperdagangkan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 84

ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun atau denda paling banyak Rp 10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah).”

Pasal 140

“Setiap Orang yang memproduksi dan memperdagangkan Pangan yang dengan sengaja tidak memenuhi standar Keamanan Pangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 86 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun atau denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).”

Pasal 141

“Setiap Orang yang dengan sengaja memperdagangkan Pangan yang tidak sesuai dengan Keamanan Pangan dan Mutu Pangan yang tercantum dalam label Kemasan Pangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 89 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun atau denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).”

Pasal 142

“Pelaku Usaha Pangan yang dengan sengaja tidak memiliki izin edar terhadap setiap Pangan Olahan yang dibuat di dalam negeri atau yang diimpor untuk diperdagangkan dalam kemasan eceran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 91 ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun atau denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).”

Pasal 143

“Setiap Orang yang dengan sengaja menghapus, mencabut, menutup, mengganti label, melabel kembali, dan/atau menukar tanggal, bulan, dan tahun kedaluwarsa Pangan yang diedarkan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 99 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun atau denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).”

Pasal 144

“Setiap Orang yang dengan sengaja memberikan keterangan atau pernyataan yang tidak benar atau menyesatkan pada label sebagaimana dimaksud dalam Pasal 100 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun atau denda paling banyak Rp 6.000.000.000,00 (enam miliar rupiah).”

Pasal 145

“Setiap Orang yang dengan sengaja memuat keterangan atau pernyataan tentang Pangan yang diperdagangkan melalui iklan yang tidak benar atau menyesatkan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 104 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun atau denda paling banyak Rp 6.000.000.000,00 (enam miliar rupiah).”

Pasal 146

Jika perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 137, Pasal 138, Pasal 142, Pasal 143, dan Pasal 145 yang mengakibatkan:

- a. Luka berat atau membahayakan nyawa orang, pelaku dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun atau denda paling banyak Rp 10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah).
- b. Kematian orang, pelaku dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun atau denda paling banyak Rp20.000.000.000,00 (dua puluh miliar rupiah).

Jika perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 140 yang mengakibatkan:

- a. Luka berat atau membahayakan nyawa orang, pelaku dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun atau denda paling banyak Rp 14.000.000.000,00 (empat belas miliar rupiah).
- b. Kematian orang, pelaku dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun atau denda paling banyak Rp20.000.000.000,00 (dua puluh miliar rupiah).

Pasal 147

“Setiap pejabat atau penyelenggara Negara yang melakukan atau membantu tindak pidana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 133 sampai Pasal 145, dikenai pidana dengan pemberatan ditambah $\frac{1}{3}$ (satu pertiga) dari ancaman pidana masing-masing.”

Pasal 148

Dalam hal perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 133 sampai Pasal 145 dilakukan oleh korporasi, selain pidana penjara dan pidana denda terhadap pengurusnya, pidana dapat dijatuhkan terhadap korporasi berupa pidana denda dengan pemberatan 3 (tiga) kali dari pidana denda terhadap perseorangan.

BAB IX

KESEHATAN LINGKUNGAN

A. Pengertian Pemukiman dan Perumahan

Perumahan dan pemukiman adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan dan berkaitan erat dengan aktivitas ekonomi, industrialisasi dan pembangunan. Pemukiman dapat diartikan sebagai perumahan atau kumpulan rumah dengan segala unsur serta kegiatan yang berkaitan dan yang ada di dalam pemukiman. Pemukiman dapat terhindar dari kondisi kumuh dan tidak layak huni jika pembangunan perumahan sesuai dengan standar yang berlaku, salah satunya dengan menerapkan persyaratan rumah sehat. Dalam pengertian yang luas, rumah tinggal bukan hanya sebuah bangunan (struktural), melainkan juga tempat kediaman yang memenuhi syarat-syarat kehidupan yang layak, dipandang dari berbagai segi kehidupan. Pemukiman merupakan bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan hutan lindung, baik berupa kawasan perkotaan maupun pedesaan. Pemukiman berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan.

Perumahan adalah kelompok rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau hunian yang dilengkapi dengan prasarana lingkungan yaitu kelengkapan dasar fisik lingkungan, misalnya penyediaan air minum, pembuangan sampah, tersedianya listrik, telepon, jalan, yang memungkinkan lingkungan pemukiman berfungsi sebagaimana mestinya. Menurut WHO, rumah adalah struktur fisik atau bangunan untuk tempat berlindung, dimana lingkungan berguna untuk kesehatan jasmani dan rohani serta keadaan sosialnya baik untuk kesehatan keluarga dan individu.

Pemukiman sering disebut perumahan dan atau sebaliknya. Perumahan memberikan kesan tentang rumah beserta prasarana dan sarana lingkungannya. Perumahan menitikberatkan pada fisik, atau benda mati yaitu *houses* dan *land settlement*. Pemukiman yang berasal dari kata “*to settle*” atau berarti menempati atau mendiami ini berkembang menjadi sebuah proses yang berkelanjutan, yaitu pemukiman tidak menetap, semi menetap dengan pemukiman sementara atau musiman. Perumahan didefinisikan pula sebagai satu ciri rumah yang disatukan di sebuah kawasan petempatan. Di dalam satu unsur perumahan terdapat beberapa sub unsur rumah-rumah dengan segala kemudahan fisik seperti kedai-kedai, sekolah dan lain-lain. Di kawasan perumahan, masyarakat hidup berkelompok dan bersosialisasi antara satu sama yang lain.

B. Konsep dan Kriteria Kota Sehat

Pendekatan Kota Sehat pertama kali dikembangkan di Eropa oleh WHO pada tahun 1980-an sebagai strategi menyongsong Ottawa-Charter. Ditekankan bahwa kesehatan dapat dicapai dan berkelanjutan apabila semua

aspek, yaitu sosial, ekonomi, lingkungan dan budaya diperhatikan. Penekanan tidak cukup pada pelayanan kesehatan, tetapi kepada seluruh aspek yang mempengaruhi kesehatan masyarakat, baik jasmani maupun rohani. Tahun 1996, WHO menetapkan tema Hari Kesehatan Sedunia “*Healthy Cities for Better Life*”. Di Indonesia, Pilot Proyek Kota Sehat pertama kali diluncurkan di 6 kota, yaitu Kabupaten Cianjur, Kota Balikpapan, Bandar Lampung, Pekalongan, Malang, dan Jakarta Timur, yang dicanangkan oleh Menteri Dalam Negeri pada tanggal 26 Oktober 1998 di Jakarta. Kemudian diikuti dengan pengembangan Kabupaten/Kota Sehat khususnya di bidang pariwisata di delapan kota, yaitu Kawasan Anyer di Kabupaten Serang, Kawasan Batu Raden di Kabupaten Banyumas, Kotagede di Kota Yogyakarta, Kawasan Wisata Brastagi di Kabupaten Karo, Kawasan Pantai Senggigi di Kabupaten Lombok Barat, Kawasan Pantai.

Pada tahun berikutnya, 1 Maret 1999, konsep pembangunan berwawasan kesehatan dicanangkan oleh Presiden BJ Habibie. Pembangunan berwawasan kesehatan berarti setiap pembangunan yang dilakukan perlu mempertimbangkan aspek dan dampak kesehatan. Upaya meningkatkan kesehatan merupakan tanggung jawab semua sektor, masyarakat dan swasta. Pengertian Kabupaten/Kota Sehat adalah suatu kondisi kabupaten/kota yang bersih, nyaman, aman, dan sehat untuk dihuni penduduk, yang dicapai melalui terselenggaranya penerapan beberapa tatanan dengan kegiatan yang terintegrasi yang disepakati masyarakat dan pemerintah daerah. Pada tahun 1999, upaya mewujudkan Kota Sehat, meliputi tiga aspek, yaitu:

1. Pembuatan, penggunaan dan pemeliharaan sumber air bersih (sumur gali, sumur pompa, atau air pipa), jamban atau WC, tempat sampah dan lubang pembuangan sampah, dan tempat pembuangan air bekas dari dapur dan kamar mandi.
2. Pemeliharaan kebersihan di dalam rumah, di pekarangan, serta makanan dan minuman (pemilihan bahan makanan, pengolahan, penyajian, penyimpanan).
3. Penggunaan dan penyimpanan pestisida secara benar (seperti racun nyamuk dan racun hama agar tidak meracuni manusia, hewan peliharaan atau lingkungan).

Kondisi fisik dari suatu lingkungan perkotaan terbentuk dari tiga unsur (dinamis) dasar yaitu pepohonan dan organisme di dalamnya, struktur (kondisi sosial), dan manusia. Gunadi (1995) menjelaskan istilah Ruang Terbuka (*open space*), yakni daerah atau tempat terbuka di lingkungan perkotaan. Ruang Terbuka berbeda dengan istilah ruang luar (*exterior space*), yang ada di sekitar bangunan dan merupakan kebalikan ruang dalam (*interior space*) di dalam bangunan. Definisi ruang luar, adalah ruang terbuka yang sengaja dirancang secara khusus untuk kegiatan tertentu, dan digunakan secara intensif, seperti halaman sekolah, lapangan olahraga, termasuk plaza (*piazza*) atau square.

Sedangkan “zona hijau” bisa berbentuk jalur (*path*), seperti jalur hijau jalan, tepian air waduk atau danau dan bantaran sungai, bantaran rel kereta api, saluran/jejaring listrik tegangan tinggi, dan simpul kota (*nodes*), berupa ruang taman rumah, taman lingkungan, taman kota, taman pemakaman, taman pertanian kota, dan seterusnya. Zona hijau inilah yang kemudian kita sebut Ruang Terbuka Hijau (RTH).

RTH adalah bagian dari ruang terbuka yang merupakan salah satu bagian dari ruang-ruang di suatu kota yang biasa menjadi ruang bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya untuk hidup dan berkembang secara berkelanjutan. Ruang terbuka dapat dipahami sebagai ruang atau lahan yang belum dibangun atau sebagian besar belum dibangun di wilayah perkotaan yang mempunyai nilai untuk keperluan taman dan rekreasi; konservasi lahan dan sumber daya alam lainnya atau keperluan sejarah dan keindahan.

Ruang terbuka hijau merupakan salah satu bentuk dari kepentingan umum. Penting untuk disediakan di dalam suatu kawasan karena dapat memberikan dampak positif berupa peningkatan kualitas lingkungan sekitarnya dan menjadi pertimbangan penting dalam menentukan tata guna lahan di suatu kota. Pendefinisian menurut Permendagri No.1 tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan, RTH kawasan perkotaan merupakan bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika.

Indikator kota sehat yang terkait dengan penyediaan RTH adalah prevalensi pneumonia, prevalensi asma dan prevalensi ISPA (Infeksi saluran pernapasan akut). RTH harus 30% dari luas wilayah kota. Bagian-bagian RTH (Ditjen Penataan Ruang, 2008) selalu mengandung tiga unsur dengan fungsi pokok RTH, yaitu yang pertama fisik-ekologis, termasuk perkayaan jenis dan plasma nutfahnya, yang ke dua, ekonomis, yaitu nilai produktif/finansial dan penyeimbang untuk kesehatan lingkungan, dan yang ke tiga adalah sosial-budaya, termasuk pendidikan, dan nilai budaya dan psikologisnya.

Dengan berbagai jenis tanaman pengisinya, RTH mempunyai multifungsi yaitu penghasil oksigen, bahan baku pangan, sandang, papan, bahan baku industri, pengatur iklim mikro, penyerap polusi udara, air dan tanah, jalur pergerakan satwa, penciri (*maskot*) daerah, pengontrol suara, dan pandangan. Pencemaran udara yang sering menyebabkan penurunan kesehatan manusia adalah partikel yang sangat kecil (PM₁₀ diameter aerodinamik sebesar 10 mikrometer) yang akan menyebabkan penyakit pernafasan, asma, dan kardiovaskular.

Dewasa ini isu strategis yang terkait dengan pembangunan kota adalah semakin meningkatnya penduduk yang bermukim di kota. Pada 2010, penduduk perkotaan di Indonesia mencapai 54%. Diperkirakan pada 2025, penduduk Indonesia yang bermukim di perkotaan mencapai 68%. Kota hijau atau green city adalah konsep perkotaan, dimana masalah lingkungan hidup,

ekonomi, dan sosial budaya (kearifan lokal) harus seimbang demi generasi mendatang yang lebih baik. Kota hijau berkorelasi dengan faktor urbanisasi yang menyebabkan pertumbuhan kota-kota besar menjadi tidak terkendali bila tidak ditata dengan baik.

Adapun kriteria kota hijau setidaknya memiliki delapan atribut, yaitu perencanaan dan perancangan kota ramah lingkungan, ruang terbuka hijau, konsumsi energi yang efisien, pengelolaan air, pengelolaan limbah, memiliki bangunan hemat energi, punya sistem transportasi berkelanjutan, dan pelibatan aktif masyarakat sebagai komunitas hijau (Marhum, 2011). Maka, kota hijau dengan penyediaan RTH akan menjadikan kota yang lebih baik yaitu kota sehat.

C. Persyaratan Perumahan dan Pemukiman yang Sehat

Persyaratan kesehatan perumahan dan lingkungan pemukiman menurut Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) No. 829/Menkes/SK/VII/1999 meliputi parameter sebagai berikut:

1. Lokasi
 - a. Tidak terletak pada daerah rawan bencana alam seperti bantaran sungai, aliran lahar, tanah longsor, gelombang tsunami, daerah gempa, dan sebagainya.
 - b. Tidak terletak pada daerah bekas pembuangan akhir (TPA) sampah atau bekas tambang.
 - c. Tidak terletak pada daerah rawan kecelakaan dan daerah kebakaran seperti jalur pendaratan penerbangan.
2. Kualitas udara

Kualitas udara ambien di lingkungan perumahan harus bebas dari gangguan gas beracun dan memenuhi syarat baku mutu lingkungan sebagai berikut:

 - a. Gas H_2S dan NH_3 secara biologis tidak terdeteksi.
 - b. Debu dengan diameter kurang dari $10 \mu g$ sampai maksimal $150 \mu g/m^3$.
 - c. Gas SO_2 maksimum sebesar $0,10$ ppm.
 - d. Debu maksimum $350 mm^3/m^2$ per hari.
3. Kebisingan dan getaran
 - a. Kebisingan dianjurkan 45 dB.A, maksimum 50 dB.
 - b. Tingkat getaran maksimum 10 mm/detik.
4. Kualitas tanah di daerah perumahan dan pemukiman
 - a. Kandungan Timah hitam (Pb) maksimum 300 mg/kg.
 - b. Kandungan Arsenik (As) total maksimum 100 mg/kg.
 - c. Kandungan Kadmium (Cd) maksimum 20 mg/kg.
 - d. Kandungan Benzo(a)pyrene maksimum 1 mg/kg.

5. Prasarana dan sarana lingkungan
 - a. Memiliki taman untuk bermain anak, sarana rekreasi keluarga dengan konstruksi yang aman dari kecelakaan.
 - b. Memiliki sarana drainase yang tidak menjadi tempat perindukan vektor penyakit.
 - c. Memiliki sarana jalan lingkungan dengan ketentuan konstruksi jalan tidak mengganggu kesehatan, konstruksi trotoar tidak membahayakan pejalan kaki dan penyandang cacat, jembatan harus memiliki pagar pengaman, lampu penerangan jalan tidak menyilaukan mata.
 - d. Tersedia cukup air bersih sepanjang waktu dengan kualitas air yang memenuhi persyaratan kesehatan.
 - e. Pengelolaan pembuangan tinja dan limbah rumah tangga harus memenuhi persyaratan kesehatan.
 - f. Pengelolaan pembuangan sampah rumah tangga harus memenuhi persyaratan kesehatan;
 - g. Memiliki akses terhadap sarana pelayanan kesehatan, komunikasi, tempat kerja, tempat kerja, tempat hiburan, kesnian, dan lain sebagainya.
 - h. Pengaturan instalasi listrik harus menjamin keamanan penghuninya.
 - i. Tempat pengolahan makana (TPM) harus menjamin tidak terjadi kontaminasi makanan yang dapat menimbulkan keracunan.
6. Vektor penyakit
 - a. Indeks lalat harus memenuhi syarat.
 - b. Indeks nyamuk harus dibawah 5 %.
7. Penghijauan

Pepohonan untuk penghijauan lingkungan pemukiman merupakan pelindung dan juga berfungsi untuk kesejukan, keindahan, dan kelestarian alam.

BAB X

KESEHATAN LINGKUNGAN INDUSTRI

A. Pengertian Lingkungan Industri

ISO 14001 mendefinisikan lingkungan / environmental “... is defined as the surroundings in which the organization operates, including air water, land, natural resources, flora, fauna, humans and their inter relation. Surrounding in this context extend from within organization to the global system.”

Lingkungan adalah keadaan sekeliling tempat organisasi beroperasi, termasuk udara, air, tanah, sumberdaya alam, flora, fauna, manusia dan keterkaitannya. Lingkungan industri dapat didefinisikan sebagai keadaan sekeliling tempat suatu industri beroperasi termasuk udara, air, tanah, sumber daya alam, flora, fauna, manusia dan keterkaitannya. Dimana keadaan ini meluas dari dalam perusahaan/ industri tersebut sampai ke sistem global.

Kristanto (2001) menyebutkan bahwa industri adalah sumber kemakmuran bagi suatu bangsa. Industrialisasi telah menempati posisi sentral dalam ekonomi dan masyarakat saat ini dan merupakan motor penggerak yang memberikandasar bagi peningkatan kemakmuran umat manusia. Banyak kebutuhan manusianya dapat dipenuhi oleh barang dan jasa yang disediakan dari sektor industri.

Industri telah meningkatkan permintaan *demand* akan sumber daya alam dan memaksakan daya tampung sistem alam untuk menyerap hasil sampingannya/limbah. Bila alam tidak mampu menampung/ menetralkan limbah dari industri maka industri menjadi bencana bagi lingkungan sekeliling industri bahkan meluas sampai ke lingkungan global.

B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lingkungan Kerja

Menurut Soedarmayanti (2001) bahwa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terbentuknya lingkungan kerja adalah sebagai berikut:

1. Penerangan/ Cahaya

Cahaya atau penerangan sangat besar manfaatnya bagi karyawan guna mendapat keselamatan dan kelancaran bekerja. Oleh sebab itu perlu diperhatikan adanya penerangan (cahaya) yang terang tetapi tidak menyilaukan. Cahaya yang kurang jelas, sehingga pekerjaan akan lambat, banyak mengalami kesalahan, dan pada akhirnya menyebabkan kurang efisien dalam melaksanakan pekerjaan. Pada dasarnya, cahaya dapat dibedakan menjadi empat yaitu cahaya langsung, cahaya setengah langsung, cahaya tidak langsung dan cahaya setengah tidak langsung.

2. Suhu Udara

Oksigen merupakan gas yang dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk menjaga kelangsungan hidup, yaitu untuk proses metabolisme. Udara di sekitar dikatakan kotor apabila kadar oksigen, dalam udara tersebut telah berkurang dan telah bercampur dengan gas atau bau-bauan yang berbahaya

bagi kesehatan tubuh. Rasa sejuk dan segar dalam bekerja akan membantu mempercepat pemulihan tubuh akibat lelah setelah bekerja.

3. Suara Bising

Salah satu populasi yang cukup menyibukkan para pakar untuk mengatasinya adalah kebisingan, yaitu bunyi yang tidak dikehendaki oleh telinga. Tidak dikehendaki, karena terutama dalam jangka panjang bunyi tersebut dapat mengganggu ketenangan bekerja, merusak pendengaran dan menimbulkan kesalahan komunikasi, bahkan menurut penelitian, kebisingan yang serius dapat menyebabkan kematian. Karena pekerjaan membutuhkan konsentrasi, maka suara bising hendaknya dihindarkan agar pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan dengan efisien sehingga produktivitas kerja meningkat.

4. Keamanan Kerja

Agar menjaga tempat dan kondisi lingkungan kerja tetap dalam keadaan aman maka perlu diperhatikan adanya keberadaannya.

5. Hubungan Karyawan

Lingkungan kerja yang menyenangkan bagi karyawan melalui pengikatan hubungan yang harmonis dengan atasan, rekan kerja, maupun bawahan serta didukung oleh sarana dan prasarana yang memadai yang ada di tempat bekerja akan membawa dampak yang positif bagi karyawan, sehingga kinerja karyawan dapat meningkat.

C. Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja

Pengendalian bahaya di lingkungan kerja adalah pemberian rekomendasi tentang tindakan yang diperlukan dalam pengendalian hazard untuk jangka pendek dan jangka panjang secara berkesinambungan. Langkah-langkah pengendalian dengan cara pendekatan:

1. Pengendalian teknik (Substitusi, Isolasi).
2. Pengendalian administrasi (peraturan/mekanisme kerja, prosedur).
3. Pengendalian personal (Penggunaan APD).

BAB XI **KESEHATAN LINGKUNGAN DISASTER**

A. Pengertian Disaster (bencana)

Bencana atau disaster adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor

manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis dan terjadi secara tiba-tiba.

Menurut UU No. 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, yang dimaksud dengan bencana (*disaster*) adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Sedangkan menurut BAKORNAS PBP yang dimaksud dengan bencana adalah suatu peristiwa yang disebabkan oleh alam atau karena ulah manusia, yang dapat terjadi secara tiba-tiba atau perlahan-lahan, yang menyebabkan hilangnya jiwa manusia, kerusakan harta benda dan lingkungan, serta melampaui kemampuan dan sumberdaya masyarakat untuk menanggulangnya.

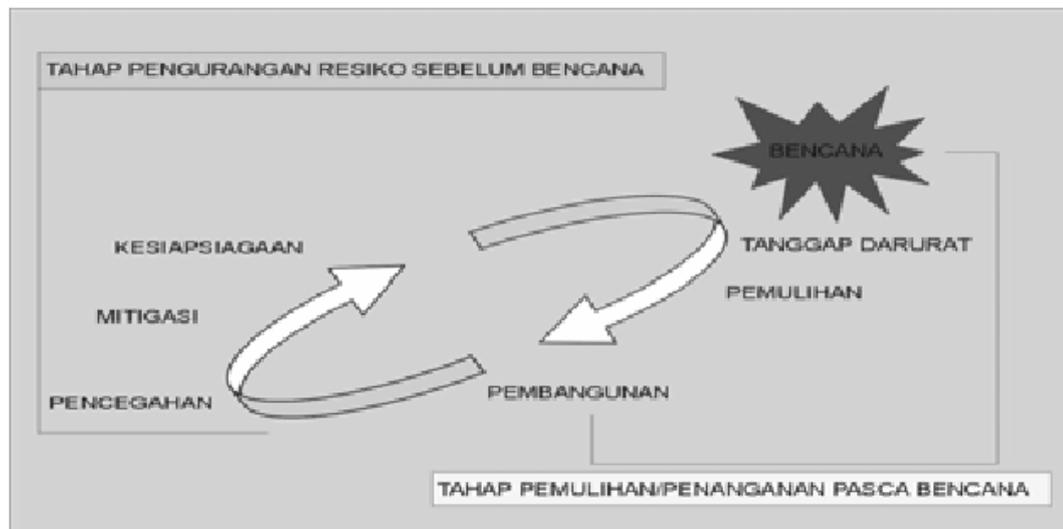
Bencana seringkali didefinisikan dalam berbagai arti. Bencana biasanya diartikan sebagai berikut:

1. Penyimpangan yang terjadi didalam pola hidup yang normal. Beberapa penyimpangan umumnya terjadi dan juga tiba-tiba, tidak diharapkan dan meluas (meliputi wilayah yang luas).
2. Menyebabkan penderitaan pada manusia, seperti kematian, terluka/cedera, kesulitan hidup serta gangguan kesehatan.
3. Menyebabkan kerusakan struktur sosial seperti terganggunya sistem pemerintahan, kerusakan gedung, komunikasi dan infrastruktur pelayanan publik ataupun pelayanan yang penting.
4. Terganggunya kebutuhan masyarakat, seperti tempat tinggal, makanan, pakaian, kesehatan dan pelayanan sosial.

Definisi diatas kurang mencakup karena hanya melihat satu atau dua sisi dari bencana dan kurang melihat perkembangan terkini dari kompleksitas bencana yang dapat terjadi di masyarakat modern sekarang ini. Agar lebih jelas kiranya perlu kita melihat definisi kata bencana dari kamus, yaitu antara lain:

1. Oxford Dictionary: *Sudden or great misfortune, calamity* (Suatu ketidakberuntungan atau malapetaka yang datang tiba-tiba).
2. Webster's Dictionary: *A sudden calamitous event producing great material damage, loss and distress* (Kejadian yang sangat membahayakan yang datang tiba-tiba yang menghasilkan kerusakan besar pada material, korban jiwa, kerugian finansial dan penderitaan).

Melihat amat bervariasinya definisi bencana seringkali menimbulkan perdebatan utamanya pada saat suatu kejadian/peristiwa yang menimbulkan penderitaan masyarakat terjadi dalam dalam lingkungan kita. Hal ini berkaitan



dengan permasalahan: siapa yang bertanggung jawab, bagaimana penanggulangannya, pembagian kewenangan, penentuan areal terdampak dan sebagainya. Merujuk pada Handbook Disaster Management, bencana didefinisikan dengan: “An event, natural or manmade, sudden or progressive, which impacts with such severity that effected community has to respond by taking exceptional measures” (kejadian, yang disebabkan oleh alam atau hasil perbuatan manusia, baik tiba-tiba maupun secara perlahan perlahan/ sedikit demi sedikit, yang berpengaruh kuat pada masyarakat).

B. Siklus Manajemen Disaster (bencana)

Banyaknya peristiwa bencana yang terjadi dan menimbulkan korban jiwa serta kerugian harta benda yang besar baik di Jawa Barat maupun di Indonesia, telah membuka mata kita bersama bahwa manajemen bencana di negara kita masih sangat jauh dari yang kita harapkan. Selama ini, manajemen bencana dianggap bukan prioritas dan hanya datang sewaktu-waktu saja, padahal kita hidup di wilayah yang rawan terhadap ancaman bencana. Oleh karena itu pemahaman tentang manajemen bencana perlu dimengerti dan dikuasai oleh seluruh kalangan, baik pemerintah, masyarakat, maupun swasta.

Manajemen bencana merupakan seluruh kegiatan yang meliputi aspek perencanaan dan penanggulangan bencana, pada sebelum, saat dan sesudah terjadi bencana yang dikenal sebagai Siklus Manajemen Bencana (seperti terlihat dalam Gambar Siklus Manajemen Bencana), yang bertujuan untuk (1) mencegah kehilangan jiwa; (2) mengurangi penderitaan manusia; (3) memberi informasi masyarakat dan pihak berwenang mengenai risiko, serta (4) mengurangi kerusakan infrastruktur utama, harta benda dan kehilangan sumber ekonomis.

Gambar 11.1 Siklus Manajemen Disaster (Bencana)

Secara umum kegiatan manajemen bencana dapat dibagi dalam kedalam tiga kegiatan utama, yaitu:

1. Kegiatan pra bencana yang mencakup kegiatan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, serta peringatan dini;
2. Kegiatan saat terjadi bencana yang mencakup kegiatan tanggap darurat untuk meringankan penderitaan sementara, seperti kegiatan *search and rescue* (SAR), bantuan darurat dan pengungsian;
3. Kegiatan pasca bencana yang mencakup kegiatan pemulihan, rehabilitasi, dan rekonstruksi.

Kegiatan pada tahap pra bencana ini selama ini banyak dilupakan, padahal justru kegiatan pada tahap pra bencana ini sangatlah penting karena apa yang sudah dipersiapkan pada tahap ini merupakan modal dalam menghadapi bencana dan pasca bencana. Sedikit sekali pemerintah bersama masyarakat maupun swasta memikirkan tentang langkah-langkah atau kegiatan-kegiatan apa yang perlu dilakukan didalam menghadapi bencana atau bagaimana memperkecil dampak bencana.

Kegiatan saat terjadi bencana yang dilakukan segera pada saat kejadian bencana, untuk menanggulangi dampak yang ditimbulkan, terutama berupa penyelamatan korban dan harta benda, evakuasi dan pengungsian, akan mendapatkan perhatian penuh baik dari pemerintah bersama swasta maupun masyarakatnya. Pada saat terjadinya bencana biasanya begitu banyak pihak yang menaruh perhatian dan mengulurkan tangan memberikan bantuan tenaga, moril maupun material. Banyaknya bantuan yang datang sebenarnya merupakan sebuah keuntungan yang harus dikelola dengan baik, agar setiap bantuan yang masuk dapat tepat guna, tepat sasaran, tepat manfaat, dan terjadi efisiensi.

Kegiatan pada tahap pasca bencana, terjadi proses perbaikan kondisi masyarakat yang terkena bencana, dengan memfungsikan kembali prasarana dan sarana pada keadaan semula. Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah bahwa rehabilitasi dan rekonstruksi yang akan dilaksanakan harus memenuhi kaidah-kaidah kebencanaan serta tidak hanya melakukan rehabilitasi fisik saja, tetapi juga perlu diperhatikan juga rehabilitasi psikis yang terjadi seperti ketakutan, trauma atau depresi.

C. Prinsip Penanggulangan Disaster (bencana)

Adapun prinsip-prinsip penanggulangan bencana berdasarkan Undang-undang Nomor 24 tahun 2007:

1. Cepat dan tepat
2. Prioritas
3. Koordinasi dan keterpaduan
4. Berdaya guna dan berhasil guna
5. Transparansi dan akuntabilitas

6. Kemitraan
7. Pemberdayaan
8. Nondiskriminatif
9. Nonproletisi, artinya larangan untuk menyebarkan agama atau keyakinan pada saat keadaan darurat bencana, terutama melalui pemberian bantuan dan pelayanan darurat bencana

BAB XII **RADIASI LINGKUNGAN**

A. Jenis-Jenis Bahan Radioaktif dalam Lingkungan

Jika suatu inti tidak stabil, maka inti mempunyai kelebihan energi. Suatu inti tidak dapat bertahan, karena inti akan melepaskan kelebihan energi tersebut dan mungkin melepaskan satu atau dua atau lebih partikel atau gelombang sekaligus. Setiap inti yang tidak stabil akan mengeluarkan energi atau partikel radiasi yang berbeda. Pada sebagian besar kasus, inti melepaskan energi elektromagnetik yang disebut radiasi gamma, dalam banyak hal yang mirip dengan sinar-X. Radiasi gamma bergerak lurus dan mampu menembus sebagian besar bahan yang dilaluinya. Dalam banyak kasus, inti juga melepaskan radiasi beta. Radiasi beta lebih mudah untuk dihentikan. Seng atap atau kaca jendela dapat menghentikan radiasi beta. Bahkan pakaian yang

Mahasiswa PSKM Program Reguler

kita pakai dapat melindungi dari radiasi beta. Unsur-unsur tertentu, terutama yang berat seperti uranium, radium dan plutonium, melepaskan radiasi alfa.

Radiasi alfa dapat dihalangi seluruhnya dengan selembar kertas. Radiasi alfa tidak dapat menembus kulit kita. Radiasi alfa sangat berbahaya hanya jika bahan-bahan yang melepaskan radiasi alfa masuk ke dalam tubuh. Berdasarkan sumbernya, radioaktivitas dibagi menjadi radioaktivitas alam dan buatan yaitu:

1. Radioaktivitas alam

Radioaktivitas alam merupakan radioaktivitas yang berasal langsung dari radiasi kosmik. Dari seluruh radionuklida yang ada di bumi, sebagian besar merupakan inti atom yang ada di kerak bumi sejak terbentuk (radiasi primordial). Selain itu terdapat inti yang terjadi dari interaksi antara radiasi kosmik dengan inti atom yang ada di udara, bahan radioaktif akibat peluruhan spontan akibat interaksi dengan neutron dari radiasi kosmik, dan radionuklida yang pernah ada tetapi saat ini sudah tidak ada lagi karena waktu paruhnya pendek. Jumlah inti yang musnah ini tidak terlalu banyak. Berikut ini dijelaskan radiasi yang dipancarkan oleh radionuklida terestrial yang ada sejak terbentuknya bumi.

- a. Primordial. Radionuklida primordial telah ada sejak alam semesta terbentuk.
 - b. Kosmogenik. Sumber radiasi kosmik berasal dari luar sistem tata surya kita, dan dapat berupa berbagai macam radiasi.
2. Radioaktivitas Buatan

Radioaktivitas buatan merupakan radioaktif yang berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Radioaktivitas buatan dipancarkan oleh radioisotop yang sengaja dibuat manusia, dan berbagai jenis radionuklida yang dibuat sesuai dengan penggunaannya

B. Cara Mendeteksi Radiasi Lingkungan

Radiasi tidak dapat dilihat, didengar, dicium, dirasakan atau diraba. Indera manusia tidak dapat mendeteksi radiasi sehingga seseorang tidak dapat mengetahui kapan ia dalam bahaya atau tidak. Radiasi hanya dapat diketahui dengan menggunakan alat, yang disebut monitor radiasi. Monitor radiasi terdiri dari detektor radiasi dan rangkaian elektronik penunjang. Pada umumnya, monitor radiasi dilengkapi dengan alarm yang akan mengeluarkan bunyi jika ditemukan radiasi. Bunyi alarm semakin keras apabila tingkat radiasi yang ditemukan semakin tinggi. Monitor radiasi umumnya digunakan hanya untuk mengetahui ada atau tidaknya radiasi. Monitor radiasi yang digunakan untuk mengukur jumlah radiasi atau dosis yang diterima oleh seseorang disebut dosimeter perorangan dan monitor radiasi yang digunakan untuk mengukur kecepatan radiasi atau laju dosis di suatu area dikenal dengan

survaimeter. Alat-alat tersebut dapat disamakan dengan indikator jarak dan speedometer pada mobil.

Indikator jarak menunjukkan berapa km atau mil yang telah dijalani oleh mobil, seperti halnya dosimeter perorangan menunjukkan beberapa dosis radiasi yang telah diterima oleh seseorang. Speedometer menunjukkan pada kita seberapa km atau mil kecepatan mobil perjam, seperti survaimeter menunjukkan berapa laju dosis radiasi. Salah satu cara untuk mengukur dosis radiasi pada dosimeter perorangan adalah berdasarkan pada tingkat kehitaman film jika terkena radiasi. Dengan memproses film dan mengukur tingkat kehitamannya, dosis radiasi yang diterima oleh seseorang dapat diperkirakan.

Cara lain untuk mengukur dosis adalah berdasarkan pada jumlah cahaya yang dihasilkan pada bahan tertentu akibat oleh radiasi setelah dilakukan proses pemanasan. Dosimeter perorangan ini disebut TLD (Thermo Luminescence Dosimeter). TLD lebih peka dan akurat daripada dosimeter film dan dapat digunakan kembali setelah dilakukan proses pembacaan dosis. Berbeda dengan dosimeter perorangan yang memberikan informasi dosis radiasi yang telah diterima, survaimeter memberikan informasi laju dosis radiasi pada suatu area pada suatu saat. Hasil perkalian antara laju dosis yang ditunjukkan survaimeter dan lama waktu selama berada di area merupakan perkiraan jumlah radiasi atau dosis yang diterima bila berada di suatu area selama waktu tersebut. Dengan survaimeter ini seseorang dapat menjaga diri agar tidak terkena radiasi yang melebihi batas yang diizinkan.

C. Hubungan Radiasi Lingkungan dengan Kesehatan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat kita ketahui bahwa radiasi berada diantara kita semua dan didalam kehidupan sehari-hari dapat dimanfaatkan dalam beberapa hal, tidak terkecuali dalam ilmu kesehatan. Radiasi dapat digunakan untuk hal berikut:

1. Diagnosa

Bagian yang sangat penting pada proses diagnosis suatu penyakit adalah radioisotop. Dengan bantuan peralatan pembentuk citra (imaging devices), dapat dilakukan penelitian proses biologis yang terjadi dalam tubuh manusia. Dalam penggunaannya untuk diagnosis, suatu dosis kecil radioisotop yang dicampurkan dalam larutan yang larut dalam cairan tubuh dimasukkan ke dalam tubuh, kemudian aktivitasnya dalam tubuh dapat dipelajari menggunakan gambar 2 dimensi atau 3 dimensi yang disebut tomografi. Salah satu radioisotop yang sering digunakan adalah technisium-99m, yang dapat digunakan untuk mempelajari metabolisme jantung, hati, paru-paru, ginjal, sirkulasi darah dan struktur tulang. Tujuan lain dari penggunaan di bidang diagnosis yaitu untuk analisis biokimia yang disebut radio-immunoassay.

Teknik ini dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi hormon, enzim, obat-obatan dan substansi lain dalam darah.

2. Terapi

Penggunaan radioisotop di bidang pengobatan yang paling banyak adalah untuk pengobatan kanker melalui metode terapi, karena sel kanker sangat sensitif terhadap radiasi. Sumber radiasi yang digunakan dapat berupa sumber eksternal, berupa sumber gamma seperti Co-60, atau sumber internal, yaitu berupa sumber gamma atau beta yang kecil seperti Iodine-131 yang biasa digunakan untuk penyembuhan kanker kelenjar tiroid.

3. Sterilisasi Peralatan Kedokteran

Banyak peralatan kedokteran yang disterilkan menggunakan radiasi gamma dari Co-60. Metode sterilisasi ini lebih ekonomis dan lebih efektif dibandingkan sterilisasi menggunakan uap panas, karena proses yang digunakan merupakan proses dingin, sehingga dapat digunakan untuk benda-benda yang sensitif terhadap panas seperti bubuk, obat salep, dan larutan kimia. Selain mensterilisasi dengan menggunakan radiasi, keuntungan lainnya yaitu proses sterilisasi dapat dilakukan setelah benda tersebut dikemas dan masa penyimpanan benda tersebut tidak terbatas sepanjang kemasannya tidak rusak.

Selain memiliki manfaat yang begitu besar, radiasi juga memiliki potensi bahaya terhadap pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup apabila dalam pemanfaatan dan dalam ketentuan-ketentuan tentang keselamatan radiasi tidak diperhatikan dan tidak diawasi dengan sebaik-baiknya. Walaupun energi yang ditumpuk sinar radioaktif pada makhluk hidup relatif kecil tetapi tidak dapat dipungkiri juga dapat menimbulkan pengaruh yang serius. Zat radioaktif adalah setiap zat yang memancarkan radiasi pengion dengan aktivitas jenis lebih besar daripada 70 kBq/kg atau 2 nCi/g (tujuh puluh kilobecquerel per kilogram atau dua nanocurie per gram). Angka 70 kBq/kg (2 nCi/g) tersebut merupakan patokan dasar untuk suatu zat dapat disebut zat radioaktif pada umumnya yang ditetapkan berdasarkan ketentuan dari Badan Tenaga Atom Internasional (*International Atomic Energy Agency*).

Namun, meskipun ada beberapa zat yang walaupun mempunyai aktivitas jenis lebih rendah daripada batas itu dapat dianggap sebagai zat radioaktif karena tidak mungkin ditentukan batas yang sama bagi semua zat mengingat sifat masing-masing zat tersebut berbeda. Pencemaran zat radioaktif merupakan suatu pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh debu radioaktif akibat terjadinya ledakan reaktor-reaktor atom serta bom atom. Limbah radioaktif adalah zat radioaktif dan bahan serta peralatan yang telah terkena zat radioaktif atau menjadi radioaktif karena pengoperasian instalasi nuklir yang tidak dapat digunakan lagi, yang paling berbahaya dari pencemaran radioaktif seperti nuklir adalah radiasi sinar alpha, beta dan gamma yang sangat membahayakan makhluk hidup di sekitarnya. Selain itu partikel-partikel neutron yang dihasilkan juga berbahaya.

Zat radioaktif pencemar lingkungan yang biasa ditemukan adalah ^{90}Sr penyebab kanker tulang dan ^{131}I . Apabila ada makhluk hidup yang terkena radiasi atom nuklir yang berbahaya biasanya akan terjadi mutasi gen. Hal ini karena sinar radioaktif dapat mengakibatkan ionisasi, pemutusan ikatan kimia penting atau membentuk radikal bebas yang reaktif. Ikatan kimia penting misalnya ikatan pada struktur DNA dalam kromosom. Perubahan yang terjadi pada struktur DNA akan diteruskan pada sel berikutnya yang dapat mengakibatkan kelainan genetik, kanker dll.

Efek serta akibat yang ditimbulkan oleh radiasi zat radioaktif terhadap manusia yaitu pusing, nafsu makan berkurang bahkan hilang, diare, badan panas atau demam, berat badan menurun, kanker darah atau leukimia, dan meningkatnya denyut jantung atau nadi.

D. Pengaruh Radiasi pada Mahluk Hidup

Walaupun energi yang ditumpuk sinar radioaktif pada makhluk hidup relatif kecil tetapi dapat menimbulkan pengaruh yang serius. Hal ini disebabkan sinar radioaktif dapat mengakibatkan ionisasi, pemutusan ikatan kimia penting atau membentuk radikal bebas yang reaktif. Ikatan kimia penting misalnya ikatan pada struktur DNA dalam kromosom. Perubahan yang terjadi pada struktur DNA akan diteruskan pada sel berikutnya yang dapat mengakibatkan kelainan genetik, kanker dll. Pengaruh radiasi pada manusia atau makhluk hidup juga bergantung pada waktu paparan. Apabila suatu dosis yang diterima pada sekali paparan akan lebih berbahaya daripada bila dosis yang sama diterima pada waktu yang lebih lama.

Secara alami kita mendapat radiasi dari lingkungan, misalnya radiasi sinar kosmis atau radiasi dari radioaktif alam. Disamping itu, kita juga mendapat radiasi melalui beberapa kegiatan seperti diagnosa atau terapi dengan sinar X atau radioisotope, orang yang tinggal disekitar instalasi nuklir juga mendapat radiasi lebih banyak, tetapi masih dalam batas aman. Seperti contohnya radiasi yang selalu dekat dengan kita, yaitu radiasi dari penggunaan ponsel. Pancaran gelombang elektromagnetik dari ponsel memiliki frekuensi 450-1800 MHz, yaitu termasuk dalam daerah gelombang mikro. Menurut perhitungan, energy yang ditimbulkan oleh radiasi ponsel masih relative kecil. Namun jika jarak sumber radiasi dengan materi, yaitu jarak ponsel dengan kepala (khususnya telinga) di perhitungkan, maka dampak radiasi elektromagnetik yang di pancarkan oleh ponsel tidak boleh diabaikan begitu saja. Karena intensitas radiasi elektromagnetik yang di terima oleh materi akan berbanding terbalik terbalik dengan kuadrat jarak, artinya makin dekat dengan sumber radiasi, akan makin besar pula radiasi yang di timbulkan.

Pengamatan lebih jauh mengenai dampak radiasi elektromagnetik ponsel terhadap tubuh manusia, ternyata mempunyai kemiripan dengan dampak yang ditimbulkan oleh radar. Dampak tersebut adalah kemampuan radar mengagitasi molekul air yang ada pada tubuh manusia. Sel-sel yang ada

pada tubuh manusia sebagian besar mengandung air. Agitasi ditimbulkan oleh radiasi elektromagnetik. Kalau intensitas radiasi elektromagnetiknya cukup kuat, maka molekul-molekul air terionisasi, dampak yang ditimbulkan mirip dengan akibat dari radiasi nuklir. Agitasi bias menaikkan suhu molekul air dalam tubuh manusia, sehingga berpengaruh terhadap kerja susunan saraf, kerja kelenjar dan hormone serta berpengaruh terhadap psikologis manusia. Hal-hal inilah yang kemungkinan diduga sebagai penyebab timbulnya penyakit Alzheimer (kepikunan dini).

Sel-sel tubuh yang terkena paparan radiasi ponsel mengalami kerusakan yang signifikan. Bahkan mutasi sel-sel ini bias menjadi penyebab timbulnya kanker. Pancaran radiasi yang digunakan dalam penelitian berada pada level 0,3-2 watt/kg, sementara pada ponsel memancarkan sinyal radio/ SAR yang berada pada level 2 watt/kg. Berikut beberapa penyakit dan kelainan yang berpotensi timbul karena radiasi ponsel:

1. Kanker
2. Tumor otak
3. Alzheimer
4. Parkinson
5. Fatigue
6. Sakit kepala

E. Pengendalian Radiasi Lingkungan

Cara mengendalikan atau memproteksi radiasi bisa dilakukan dengan cara mempunyai apresiasi tentang keselamatan radiasi, mengerti tentang filosofi kesehatan lingkungan, dapat menjadi kawan yang baik serta dapat memanfaatkan semaksimal mungkin radiasi dengan risiko (kerugian) yang sekecil-kecilnya.

Pengendalian radiasi dapat dilakukan secara teknik berupa pembatas fisik yang diterapkan atau diintegrasikan dalam tekni proteksi radiasi elektromagnetik, adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan sistem interlocks
2. Pemakaian shielding tetap dalam desain fasilitas dan peralatan
3. Penggunaan remote manipulators
4. Penggunaan preset timer dalam peralatan radiografi untuk mengendalikan waktu pajanan.

BAB XIII

ANALISIS DAMPAK KESEHATAN LINGKUNGAN DAN AMDAL

A. Ruang Lingkup AMDAL

Analisis mengenai dampak lingkungan hidup juga merupakan salah satu alat bagi pengambil keputusan untuk mempertimbangkan akibat yang mungkin ditimbulkan oleh suatu rencana usaha dan atau kegiatan terhadap lingkungan hidup guna mempersiapkan langkah untuk menanggulangi dampak negatif dan mengembangkan dampak positif. Penanggulangan dampak negatif dan pengembangan dampak positif itu merupakan konsekwensi dan kewajiban setiap orang untuk memelihara kelestarian fungsi

lingkungan hidup serta mencegah dan menanggulangi pencemaran dan merusak lingkungan.

AMDAL merupakan instrumen untuk merencanakan tindakan preventif terhadap pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang mungkin ditimbulkan dari aktivitas pembangunan. Mengingat fungsinya sebagai salah satu instrumen dalam perencanaan Usaha dan/atau Kegiatan, penyusunan Amdal tidak dilakukan setelah Usaha dan/atau Kegiatan dilaksanakan. Penyusunan Amdal yang dimaksud dalam ayat ini dilakukan pada tahap studi kelayakan atau desain detail rekayasa. (Siahaan, 2004)

Proyek-proyek industri dan pembangunan mengakibatkan kerusakan lingkungan, banyak pemerintahan, industri, dan lembaga-lembaga pembangunan dituntut oleh hukum untuk menggunakan piranti pengambilan keputusan dan perencanaan yang dinamakan analisis dampak lingkungan (AMDAL). Sebuah AMDAL menjelaskan bagaimana sebuah proyek, seperti pembangunan jalan raya, pertambangan, bandar udara, atau pengembangan industrial lain bisa mempengaruhi manusia, binatang, tumbuhan, tanah, air, dan kualitas udara di suatu kawasan. Sebuah AMDAL juga harus mendorong cara-cara pelaksanaan pekerjaan yang lebih sedikit menimbulkan kerugian, jika sebuah proyek diijinkan beroperasi.

AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan)/EIA (*Environmental Impact Assessment*) adalah studi lingkungan untuk melihat besar dan pentingnya dampak suatu kegiatan terhadap lingkungan fisik (struktur tanah, geologi, bentang lahan), Kimia (pencemaran air, udara dan tanah), Biologi (dampak terhadap flora dan fauna), Sosial, Ekonomi, Budaya dan Kesehatan masyarakat. AMDAL adalah sistem yang berasal dari Amerika Serikat yang diterapkan sebagai mekanisme untuk memaksakan (*law enforce*) implementasi Undang-Undang National Kebijakan Lingkungan (*National Environmental Policy Act-NEPA*) tahun 1970. Dalam UU tersebut ditetapkan bahwa setiap Tindak Federal penting harus disertai Pernyataan Dampak Lingkungan (*Environmental Impact Statement* atau EIS).

EIS dihasilkan melalui proses *Environmental Impact Assessment* (EIA). Sistem ini selanjutnya digunakan oleh berbagai negara, termasuk Republik Indonesia. Pada tahun 1992 diperkuat oleh Deklarasi Rio. Masing-masing negara mengembangkan sistem tersebut sesuai dengan kondisi setempat. Metoda kajian dapat bersifat universal, namun posisi EIA disesuaikan dengan sistem pengendalian (*development control*) di masing-masing negara seperti:

1. Di Kanada diterapkan dengan sangat selektif dan melalui tahap yang memfokus.
2. Di Inggris sebagai pelengkap sistem pengendalian yang telah ada.
3. Di Australia merupakan prakarsa pemrakarsa kegiatan untuk menghindari gugatan pada masa datang.

4. Di Indonesia disebut dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai syarat permohonan (bukan pemberian) ijin suatu rencana kegiatan/usaha.

Kegiatan AMDAL merupakan prasyarat yang harus dipenuhi dalam mengembangkan usaha yang berdampak luas pada masyarakat. Dengan demikian AMDAL bagi pemerintah daerah dimanfaatkan untuk bahan perencanaan pembangunan wilayah. Lewat kegiatan AMDAL maka pemerintah daerah memiliki bahan yang cukup dalam membantu masyarakat dalam rangka memutuskan rencana usaha dan menjamin keberlanjutan usaha yang akan dikembangkan.

Kegiatan AMDAL melibatkan 5 dokumen, yakni:

- a. Dokumen Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL) Suatu dokumen yang berisi tentang ruang lingkup serta kedalaman kajian ANDAL. Ruang lingkup kajian ANDAL meliputi penentuan dampak-dampak penting yang akan dikaji secara lebih mendalam dalam ANDAL dan batas-batas studi ANDAL, sedangkan kedalaman studi berkaitan dengan penentuan metodologi yang akan digunakan untuk mengkaji dampak. Penentuan ruang lingkup dan kedalaman kajian ini merupakan kesepakatan antara Pemrakarsa Kegiatan dan Komisi Penilai AMDAL melalui proses yang disebut dengan proses pelingkupan.
- b. Dokumen Analisis Dampak Lingkungan Hidup (ANDAL)
Dokumen yang berisi telaahan secara cermat terhadap dampak penting dari suatu rencana kegiatan. Dampak-dampak penting yang telah diidentifikasi di dalam dokumen KAANDAL kemudian ditelaah secara lebih cermat dengan menggunakan metodologi yang telah disepakati. Telaah ini bertujuan untuk menentukan besaran dampak. Setelah besaran dampak diketahui, selanjutnya dilakukan penentuan sifat penting dampak dengan cara membandingkan besaran dampak terhadap kriteria dampak penting yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Tahap kajian selanjutnya adalah evaluasi terhadap keterkaitan antara dampak yang satu dengan yang lainnya. Evaluasi dampak ini bertujuan untuk menentukan dasar-dasar pengelolaan dampak yang akan dilakukan untuk meminimalkan dampak negatif dan memaksimalkan dampak positif.
- c. Dokumen Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL)
Mengendalikan dan menanggulangi dampak penting lingkungan hidup yang bersifat negatif serta memaksimalkan dampak positif yang terjadi akibat rencana suatu kegiatan. Upaya-upaya tersebut dirumuskan berdasarkan hasil arahan dasar-dasar pengelolaan dampak yang dihasilkan dari kajian ANDAL.
- d. Dokumen Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL)
Dokumen yang memuat program-program pemantauan untuk melihat perubahan lingkungan yang disebabkan oleh dampak-dampak yang

berasal dari rencana kegiatan. Hasil pemantauan digunakan untuk mengevaluasi efektifitas upaya-upaya pengelolaan lingkungan yang telah dilakukan, ketaatan pemrakarsa terhadap peraturan lingkungan hidup dan dapat digunakan untuk mengevaluasi akurasi prediksi dampak yang digunakan dalam kajian ANDAL.

e. Dokumen Ringkasan Eksekutif

Dokumen yang meringkas secara singkat dan jelas hasil kajian ANDAL. Hal-hal yang perlu disampaikan dalam ringkasan eksekutif biasanya adalah uraian secara singkat tentang besaran dampak dan sifat penting dampak yang dikaji di dalam ANDAL dan upaya-upaya pengelolaan dan pemantuan lingkungan hidup yang akan dilakukan untuk mengelola dampak-dampak tersebut.

B. Peraturan Perundangan yang Berlaku dalam AMDAL

Pembangunan yang berlangsung saat ini baik langsung maupun tidak langsung akan memberikan tekanan terhadap lingkungan yang beresiko mencemari dan merusak lingkungan. Oleh karenanya pembangunan seharusnya mengikuti konsep pembangunan berkelanjutan, yaitu pembangunan dilakukan tidak hanya secara fisik tetapi juga dengan mempertimbangkan kelestarian sumberdaya alam serta kesejahteraan manusia di sekitarnya. Gagasan Pembangunan Berkelanjutan secara bertahap mulai dimasukkan kedalam kebijakan dan perencanaan pembangunan nasional. Hal ini terlihat dari diberlakukannya peraturan perundangan mengenai pengelolaan lingkungan hidup yaitu :

1. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang berisi :
 - a. Pelaksanaan pengelolaan lingkungan hidup dimaksudkan untuk melestarikan dan mengembangkan kemampuan lingkungan hidup yang serasi, selaras dan seimbang guna menunjang terlaksananya pembangunan berkelanjutan serta dengan memperhatikan tingkat kesadaran masyarakat serta perkembangan lingkungan global.
 - b. Setiap orang mempunyai hak yang sama atas lingkungan hidup yang baik dan sehat, mempunyai hak atas informasi yang berkaitan dengan peran dalam pengelolaan lingkungan hidup dan setiap orang berhak dan berkewajiban untuk berperan serta dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup serta berkewajiban memelihara kelestarian fungsi lingkungan hidup serta mencegah dan menanggulangi pencemaran dan perusakan lingkungan hidup.
 - c. Pasal 18, setiap usaha dan/atau kegiatan yang kemungkinan dapat menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup, wajib memiliki analisis mengenai dampak lingkungan hidup. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan termasuk dalam kajian kelayakan suatu kegiatan/usaha, jadi termasuk dalam tahap perencanaan.

- d. Menetapkan ketentuan pidana dan denda bagi pihak yang dengan sengaja ataupun akibat kealpaannya melakukan perbuatan yang mengakibatkan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, menyebutkan bahwa:
 - a. Pasal 1, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan.
 - b. Pasal 3 ayat 4, Bagi rencana usaha dan/atau kegiatan di luar usaha dan/atau kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) wajib melakukan upaya pengelolaan lingkungan hidup dan upaya pemantauan lingkungan hidup yang pembinaannya berada pada instansi yang membidangi usaha dan/atau kegiatan.
 - c. Pasal 32 yaitu Pemrakarsa usaha dan/atau kegiatan wajib menyampaikan laporan pelaksanaan rencana pengelolaan lingkungan hidup dan rencana pemantauan lingkungan hidup kepada instansi yang membidangi usaha dan/atau kegiatan yang bersangkutan, instansi yang ditugasi mengendalikan dampak lingkungan dan Gubernur. Sedangkan Instansi yang ditugasi mengendalikan dampak lingkungan melakukan:
 - 1) Pengawasan dan pengevaluasian penerapan peraturan perundang-undangan di bidang analisis mengenai dampak lingkungan hidup;
 - 2) Pengujian laporan yang disampaikan oleh pemrakarsa usaha dan/atau kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1);
 - 3) Penyampaian laporan pengawasan dan evaluasi hasilnya kepada Menteri secara berkala, sekurang-kurangnya 2 (dua) kali dalam (1) satu tahun, dengan tembusan kepada instansi yang berwenang menerbitkan izin dan Gubernur.
3. Pelaksanaan Peraturan Pemerintah tentang AMDAL ini telah dituangkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup maupun Kepala Bapedal, yaitu :
 - a. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor 17 tahun 2001 tentang jenis usaha atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan analisis mengenai dampak lingkungan.
 - b. Keputusan Kepala Bapedal Nomor : Kep.056 Tahun 1994 tentang Pedoman Ukuran Dampak Penting.
 - c. Keputusan Kepala Bapedal Nomor : Kep.299/Bapedal/II/1996 tentang Pedoman Teknis Kajian Aspek Sosial Dalam Penyusunan Amdal.
 - d. Keputusan Kepala Bapedal Nomor : 08 Tahun 2000 tentang Keterlibatan Masyarakat dan Keterbukaan Informasi Dalam Proses Amdal.

- e. Keputusan Kepala Bapedal Nomor 09 tahun 2000 tentang Pedoman Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.
4. Pelaksanaan pengelolaan lingkungan untuk kegiatan yang tidak wajib AMDAL tertuang dalam Keputusan Menteri, yaitu :
 - a. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 86 tahun 2002 tentang Pedoman Penyusunan UKL dan UPL.
 - b. Surat Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 250 Tahun 1994 tentang Pedoman Teknis Penyusunan Pengendalian Dampak Terhadap Lingkungan Hidup Pada Sektor Industri, pasal 1, menyatakan bahwa Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup adalah rencana Kerja dan atau pedoman kerja yang berisi program pengelolaan lingkungan yang dibuat secara sepihak oleh Pemrakarsa dan sifatnya mengikat. Dan kegiatan industri yang wajib menyusun Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UKL & UPL) adalah kegiatan usaha industri yang tidak mempunyai dampak penting dan atau secara teknologi dapat dikelola dampak pentingnya terhadap lingkungan hidup.

C. Fungsi AMDAL

Dilihat dari fungsi AMDAL yang sangat menjaga rencana usaha dan/atau kegiatan usaha sehingga tidak merusak lingkungan, maka terlihat begitu besar Manfaat AMDAL. Manfaat AMDAL antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat AMDAL bagi Pemerintah
 - a. Mencegah dari pencemaran dan kerusakan lingkungan.
 - b. Menghindarkan konflik dengan masyarakat.
 - c. Menjaga agar pembangunan sesuai terhadap prinsip pembangunan berkelanjutan.
 - d. Perwujudan tanggung jawab pemerintah dalam pengelolaan lingkungan hidup.
2. Manfaat AMDAL bagi Pemrakarsa.
 - a. Menjamin adanya keberlangsungan usaha.
 - b. Menjadi referensi untuk peminjaman kredit.
 - c. Interaksi saling menguntungkan dengan masyarakat sekitar untuk bukti ketaatan hukum.
3. Manfaat AMDAL bagi Masyarakat
 - a. Mengetahui sejak dari awal dampak dari suatu kegiatan.
 - b. Melaksanakan dan menjalankan kontrol.
 - c. Terlibat pada proses pengambilan keputusan.

D. Penyusunan AMDAL dan Penilaian Dampak Lingkungan

Secara umum proses penyusunan kelayakan lingkungan dimulai dengan proses penapisan untuk menentukan studi yang akan dilakukan menurut jenis

proyeknya, wajib menyusun AMDAL atau UKL & UPL. Proses penapisan ini mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor 17 tahun 2001 tentang Jenis Usaha Dan/Atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi Dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Jika usaha atau kegiatan tersebut tidak termasuk dalam daftar maka wajib menyusun Upaya Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan (UKL & UPL). Bila kegiatan termasuk wajib menyusun AMDAL, maka prosedur penyusunan AMDAL dimulai dengan penyusunan:

1. Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan (KA-ANDAL)

KA-ANDAL merupakan ruang lingkup studi ANDAL yang disepakati bersama antara semua pihak terkait, yaitu : pemrakarsa, penyusun AMDAL maupun instansi pemerintah yang bertanggung jawab terhadap kegiatan bersangkutan. KA inilah yang menjadi pegangan bagi semua pihak, baik dalam penyusunan ANDAL dan evaluasi dokumen studi tersebut. KA-ANDAL merupakan hasil akhir dari suatu proses pelingkupan yang memuat berbagai kegiatan penting dari suatu rencana usaha atau kegiatan yang dapat menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan; berbagai parameter lingkungan yang akan terkena dampak penting; lingkup wilayah studi maupun lingkup waktu.

2. Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL)

Dalam proses penyusunan ANDAL langkah-langkah penting yang harus dilaksanakan oleh penyusun AMDAL, yaitu:

- a. Pengumpulan data dan informasi tentang rencana kegiatan dan rona lingkungan awal. Data ini harus sesuai dengan yang tercantum dalam KA-ANDAL.
- b. Proyeksi perubahan rona lingkungan awal sebagai akibat adanya rencana kegiatan. Seperti diketahui, bahwa kondisi atau kualitas lingkungan tanpa adanya proyek akan mengalami perubahan menurut waktu dan ruang. Demikian pula kondisi atau kualitas lingkungan tersebut akan mengalami perubahan yang lebih besar dengan adanya aktivitas suatu kegiatan menurut ruang dan waktu. Perbedaan besarnya perubahan antara "dengan proyek" dan "tanpa proyek" inilah yang disebut dampak lingkungan.
- c. Penentuan dampak penting terhadap lingkungan akibat rencana kegiatan. Berdasarkan hasil prakiraan dampak yang dilakukan pada langkah kedua tersebut diatas, dapat diketahui berbagai dampak penting yang perlu dievaluasi.
- d. Evaluasi dampak penting terhadap lingkungan. Dampak penting dievaluasi dari segi sebab akibat dampak tersebut terjadi, ciri dan karakteristik dampaknya, maupun pola dan luas persebaran dampak. Hasil evaluasi ini yang menjadi dasar penentuan langkah-langkah pengelolaan dan pemantauan lingkungan.

3. Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)

Pengelolaan lingkungan meliputi upaya pencegahan, pengendalian, penanggulangan dan pemulihan kerusakan dan/atau pencemaran lingkungan. Prinsip pokok pengelolaan lingkungan yaitu:

- a. Upaya pencegahan dampak penting yang sekaligus meningkatkan efisiensi usaha dan mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan, harus merupakan prioritas utama.
 - b. Upaya pengelolaan lingkungan harus merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sistem manajemen organisasi keseluruhan dan harus terus menerus diintegrasikan ke dalam proses produksi, produk maupun jasa.
 - c. Upaya pengelolaan lingkungan harus merupakan tanggung jawab seluruh lini manajemen dan karyawan organisasi sesuai tugas dan fungsi masing-masing.
 - d. Upaya pengelolaan lingkungan harus membuka ruang yang cukup bagi masyarakat sekitar untuk terlibat dalam pengelolaan lingkungan. Pengelolaan lingkungan dengan melibatkan masyarakat harus berorientasi pada pengelolaan sekaligus kebutuhan masyarakat serta dalam merencanakan, melaksanakan, mengawasi dan mengevaluasi program yang akan dilaksanakan bersama-sama dengan masyarakat.
4. Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL)

Pemantauan lingkungan merupakan upaya sistematis dan terencana untuk memperoleh data kondisi lingkungan hidup secara periodik di ruang tertentu berikut perubahannya menurut waktu. Menurut Soeryo Adiwibowo (2000), pemantauan lingkungan harus didesain sedemikian rupa agar memberikan masukan atau informasi periodik perihal:

- a. Efektivitas upaya pencegahan dampak penting negatif.
- b. Perubahan efisiensi usaha
- c. Antisipasi sejak dini resiko lingkungan yang akan timbul
- d. Efektivitas sistem manajemen yang dibangun
- e. Mutu lingkungan

E. Hubungan AMDAL Terhadap Kesehatan Lingkungan

AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan (UU No. 23 Tahun 1997 Ps1 1 ayat (21)). ADKL (Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan) merupakan suatu pendekatan dalam kajian kesehatan masyarakat pada sumber dampak, media Lingkungan, populasi terpajan dan dampak kesehatan yang meliputi kegiatan identifikasi, pemantauan, dan penilaian secara cermat terhadap parameter lingkungan, karakteristik masyarakat, kondisi sanitasi lingkungan, status gizi,

dan sumber daya kesehatan yang berhubungan potensi besarnya risiko kesehatan.

Perlunya ADKL dijadikan program kesehatan. Konsep ADKL pada dasarnya merupakan model pendekatan guna mengkaji dan atau menelaah secara mendalam untuk mengenal, memahami, dan memprediksi kondisi dan karakteristik lingkungan yang berpotensi terhadap timbulnya risiko kesehatan, mengembangkan tatalaksana pemecahan dan pengelolaan masalah serta upaya mitigasinya yang dilaksanakan terhadap sumber perubahan, media lingkungan, masyarakat terpajan dan dampak kesehatan yang terjadi. Dengan demikian penerapan ADKL dapat dilakukan guna menelaah rencana usaha atau kegiatan dalam tahapan pelaksanaan atau pengelolaan kegiatan serta untuk melakukan penilaian guna menyusun atau mengembangkan upaya pemantauan maupun pengelolaan guna mencegah, mengurangi atau mengelola dampak kesehatan masyarakat akibat suatu usaha atau kegiatan pembangunan.

DAFTAR PUSTAKA

Adams & Y. Motarjemi. Dasar-Dasar keamanan makanan untuk petugas kesehatan. Jakarta: Buku kedokteran. 2003.

Adi WR. Fakta Seputar Radiasi. Jakarta : Pusat Desiminasi Itek Nuklir Badan Tenaga Atau Nasional. 2009.

Adnani H. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Yogyakarta: Nuha Medika. 2010.

Adrian S. Hukum Perizinan Dalam Sektor Pelayanan Publik. Jakarta: Sinar Grafika. 2010.

Aide. Majalah Kesehatan Untuk Pekerja Kesehatan. Annida. 2010.

Aminah MS dan Himawan C. Bahan-bahan Berbahaya Dalam Kehidupan, Kenali Produk Sebelum Membeli. Bandung: Salamadani. 2009.

Andry H. Penyakit Bawaan Makanan. Jakarta: EGC. 2005.

Ardansyah MH. Metode Pengolahan Air. 2010.

Arsyad Sitanala. Konservasi Tanah dan Air, Edisi pertama. IPB Press. Bogor. 1989.

Arya W. Dampak Pencemaran Lingkungan. Jakarta: Andi Publisher. 2009.

Azwar. Pengantar kesehatan Lingkungan. Jakarta: Mutiara. 2010.

BAKORNAS PBP dan Gempa bumi dan Tsunami, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya di Indonesia. 2010.

BNPB. Buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya di Indonesia Leaflet Set BAKORNAS PBP2010. 2010.

Budairi. Siklus Hidrologi. Surabaya: UNESA. 2010.

Chandra B. Ilmu Kedokteran: Pencegahan dan Komunitas. Jakarta: Buku Kedokteran EGC. 2006.

Chandra B. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Buku Kedokteran. 2005.

Cordova MR. Kajian Air Limbah Domestik Di Perumnas Bantar Kemang, Kota Bogor Dan Pengaruhnya Pada Sungai Ciliwung. 2008.

Dainur. Materi-materi Pokok Ilmu Kesehatan Masyarakat. Jakarta: WidyaMedika. 1995.

Danaryanto., Kodoatie, Robert J., Hadipurwo, S., Sangkawati, S. Manajemen Air Tanah Berbasis Konservasi. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. 2008.

Darmono A. lingkungan hidup dan pencemaran. Jakarta: universitas Indonesia. 2010.

Daryanto. Ekologi dan Sumber Daya alam. Bandung: Tarsito. 1995.

Daryanto. Masalah Pencemaran. Bandung: Tarsito. 2009.

Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral. Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya di Indonesia. 2009.

Depkes RI. Kumpulan Modul Kursus Penyehatan Makanan Bagi Pengusaha Makanan dan Minuman. Jakarta: Yayasan Pelayanan Sanitasi Lingkungan Nasional (PESAN). 2001.

Depkes RI. Modul Kursus Hyangiene dan Sanitasi Makanan. Sub Direktorat Hyangiene Sanitasi Makanan dan Minuman Direktorat Penyehatan Air dan Sanitasi. Jakarta. 2004.

Depkes RI. Pedoman Bidang Studi Pembuangan Sampah, Akademi Penilik Kesehatan Teknologi Sanitasi(APKTS). Jakarta: Proyek Pengembangan PendidikanTenaga Sanitasi Pusat Departemen Kesehatan. 1987.

Direktorat Pengkajian Bidang Sosial dan Budaya. Pengelolaan Sumber Daya Air guna Mendukung Pembangunan Nasional dalam Rangka Ketahanan Nasional. Jurnal Kajian Lemhannas RI. 2013.

Djuarnani N, Kristian, Setiawan BS. Cara Cepat Membuat kompos. Jakarta: Agromedia Pustaka. 2005.

Drs. Setiadi Sukiswo, M. Model Pendekatan Prakiraan Dampak Lingkungan. Purwokerto: Diklat AMDAL Aspek Kesehatan Masyarakat. 2005.

Effendi F. Keperawatan Kesehatan Komunitas Teori dan Praktik dalam Keperawatan. Jakarta: Penerbit Salemba Medika. 2009.

Effendi H. Telaah Kualitas Air. Yogyakarta: Kanisius. 2012.

Effendi H. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. 2003.

Effendy N. Dasar-dasar Keperawatan Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 1998.

Fandeli C. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Prinsip Dasar dan Pemanannya Dalam Pembangunan edisi revisi, ed. Martopo, S, Liberty, Yogyakarta. 1995.

Feingold, Beth et al. Environmental Health Perspectives. A Niche for Infectious Disease in Environmental Health: Rethinking the Toxicological Paradigm.

Gabriel, J. F. Fisika Kedokteran . Jakarta : Kedokteran EGC. ISBN : 979-448-058-4. 1996.

Hadi S. Kamus Populer Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 2003.

Hadisuwito S. Membuat Pupuk Kompos Cair. Cet. 1. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka. 2007.

Hafni. Proses Pengolahan Air Bersih Pada Pdam Padang. Padang: Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang. 2012.

Hamidah & Syariffudin. Kebidanan Komunitas. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 2009.

Handayani S. Konsep kesehatan lingkungan. Padang: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Idayu. Jakarta. 2014.

Iriani. Sistem Organisasi Pengelolaan Sampah Pemukiman di Kotamadya Medan. Tesis. Institut Pertanian Bogor. 1994.

Jumiono, A., K. Mudikdjo, S. Simamora. Prospek Pendirian Industri Vermikompos Berbahan Baku Sampah Kota (Studi Kasus Di Kota Bogor). Tesis. Institut Pertanian Bogor. 2000.

K.B., Ducey, T., Ro, K.S., Hunt, P.G. Livestock waste-to-bioenergy generation opportunities. *Bioresource Technology* 99, 7941–7953. 2008.

Kaligis, J.R.E, dkk. *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Universitas Terbuka. 2007.

Kartikawan Y. *Pengelolaan Persampahan*. Yogyakarta. 2007.

Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) RI No. 1098/MENKES/SK/VII/2003 tentang persyaratan higiene dan sanitasi rumah makan dan restoran.

Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) RI No. 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Pemukiman

Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) RI No.128/MENKES/SK/II/2004 tentang Kebijakan Dasar Pusat Kesehatan Masyarakat

Kovacs M. *Indicators in Environmental Protection*. Ellis Horwood. New York. 1992.

Kuntz, S.W., Winters, C.A., Hill, W.G., Weinert, C., Rowse, K., Hernandez, T., et al. 2009. Rural public health policy models to address and evolving environmental asbestos disaster. *Public Health Nursing*, 26, 70-78 doi:10.1111/j.1525-1446.2008.00755.x

Mahida UN. *Pencemaran dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali Press. 1986.

Mangkoedihardjo S dan Samudro,G. *Fitoteknologi Terapan*. Yogjakarta: Graha Ilmu. 2010.

Mantziou, V., et al. Predictors of childhood exposure to parental secondhand smoke in the house and family car. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2009.

Marwali Harahap. *Anatomi dan Fungsi Kulit*. Dalam Marwali Harahap: *Ilmu Penyakit Kulit*. Jakarta. 2000.

McElroy, K.G. Environmental health effects of concentrated animal feeding operations: Implications for nurses. *Nursing Administration Quarterly*, 34, 311-319. doi:10.1097/NAQ.0b013e3181f5649c. 2010

Moerdjoko S, Widyatmoko. Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah. PT. Dinastindo Adiperkasa Internasional. Jakarta. 2002.

Montarcih L., Lily, Widandi, Soetopo. Teknik Sumber Daya Air Manajemen Sumber Daya Air. Pustaka.pu.go.id. Diakses pada tanggal 26 Maret 2015.

Mukono. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Airlangga. 2006.

Mukono HJ. Prinsip dasar kesehatan lingkungan. Jakarta: Erlangga. 2009.

Mukono HJ. Toksikologi Lingkungan. Surabaya: Airlangga University Press. 2005.

Mulia RM. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2011.

Musnamar EI. Pembuatan Aplikasi Pupuk Organik Padat. Jakarta: Penebar Swadaya. 2006.

Mutawakil. Pengolahan Limbah Got sebagai Peluang Usaha. Jakarta: Swadaya. 2010.

Natadisastra, D., Agoes, R. Parasitologi Kedokteran Ditinjau dari. Organ Tubuh yang Diserang. Jakarta: EGC Penerbit buku kedokteran. 2005.

Noelka A. Kesadaran Lingkungan. Jakarta: Rineka Cipta. 2008.

Notoatmojo. Kesehatan masyarakat ilmu dan seni. Jakarta: Rineka Cipta. 2011.

Nurmaini. Menidentifikasi Vektor dan Pengendalian Nyamuk Anopheles Aconitus secara Sederhana. Fakultas Kesehatan Masyarakat Bagian Kesehatan Lingkungan Universitas Sumatera Utara. 2003.

Otto S. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 2001.

Outerbridge T. Limbah Padat di Indonesia : Masalah atau Sumber Daya. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. 1991.

Paul dan Smith. Exposure Science in the 21st Century: A Vision and a Strategy. www.ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/121/4/ehp.1206170.pdf Diakses pada Maret 2015.

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 374/MENKES/PER/III/2010 Tahun 2010. Tentang Pengendalian Vektor.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Perry, C.K., Saelens, B.E. and Thompson, B. 2011. Ru- rallatino youth park use: Characteristics, park amenities, and physical activity. *Journal of Community Health*, 36, 389-397. Press, Yogyakarta

Prsetejaningsih C. Ruang Terbuka Hijau dalam Kota Sehat. 2012.

Purawidjaja. Enam Prinsip Dasar Penyediaan Makan di Hotel, Restoran dan Jasaboga. 1995.

Purdom. *Environmental Health*.second edition. Academic Press. 2010.

Purnawijayanti HA. Sanitasi Higiene dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan. Kanisius. Yogyakarta. 2006.

Purnomo H & Adiono. Ilmu Pangan. Jakarta: Universitas Indonesia. 2009.

Ragil S. Dasar kesehatan lingkungan. Jakarta. 2009.

Raharjo M. Memahami AMDAL. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2007.

Rajab W. Buku Ajar Epidemiologi untuk Mahasiswa Kebidanan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 2009.

Rohmad S. Penyusunan Kerangka Acuan. Jakarta: Pusdiklat Depkes RI. 2001.

Sabri, dkk. Statistika Kesehatan Jakarta: Rajawali Press. 2008.

Santika, Alaerts, G dan Sri Sumestri. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional. 1987.

Santoso MA. Peran serta Masyarakat Dalam Pengolahan Lingkungan Edisi revisi II. Jakarta: YLBHI. 2009.

Saryono. Kumpulan Instrumen Penelitian Kesehatan. Bantul: Nuha Medika. 2010.

Sastrawijaya, A.T. Pencemaran Lingkungan. Jakarta: Rineka cipta. 2011.

- Sastrawijaya, Tresna, A. Pencemaran Lingkungan. Jakarta: Rineka Cipta. 2009.
- Scotland, James. Exploring the Philosophical Underpinnings of Research: Relating Ontology and Epistemology to the Methodology and Methods of the Scientific, Interpretive, and Critical Research Paradigms. Qatar: Qatar University. 2012.
- Selintung M. Pengenalan Sistem Penyediaan Air Minum. Makassar: ASPublishing. 2011.
- Selintung, Marry. Skripsi :Studi Pengolahan Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung). Makassar: Fakultas Teknik Unhas. 2012.
- Septiza. Perilaku Penjamah Makanan, Sanitasi Kantin, dan Angka Bakteri Jakarta: Rajawali Press. 2008.
- Sihite Richard. Sanitasi dan Higiene. Surabaya: SIC. 2000.
- Singarimbun dkk. 2006 Metode Penelitian Survei. Jakarta : LP3S.
Siti, 2005, Higiene dan Sanitasi Makanan, Semarang: UNNES Press.
- Slamet JS. Kesehatan Lingkungan Edisi ke-6. Yogyakarta: Gadjha Mada University. 2010.
- Slamet JS. Kesehatan Lingkungan. Gadjah Mada University. 2007.
- Soemarto, CD. Hidrologi Teknik. Jakarta: Penerbit Erlangga. 1995.
- Soemarwoto O. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Bandung: Gajah Mada University Pres. 1996.
- Soemirat J. Epidemiologi Lingkungan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 2000.
- Soemirat J. Epidemiologi Lingkungan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 2005.
- Soeparman dan suparmin. Pembuangan tinja dan limbah cair: suatu pengantar. Jakarta: EGC. 2013.
- Soeparman, HM. Pembuangan Tinja & Limbah Cair Suatu Pengantar. Jakarta : EGC. 2001.

Streeth dan Southgate. Pengantar Kesehatan Individu. Jakarta: Rajawali Press. 1986.

Suardana dan Swacita. Higiene Makanan, Denpasar: Udayana University Press. 2009.

Sugiharto. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah, Cetakan Pertama. Jakarta: UI Press. 1987.

Supriadi. Hukum Lingkungan Di Indonesia, Sebuah pengantar. Jakarta: Sinar Grafika. Surabaya:University Press. 2009.

Suyono, Sosrodarsono & Tominaga Masateru. Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Jakarta : Pradnya Paramita. 1984.

Tambunan, Ridho Adiputra. Peran Pdam Dalam Pengelolaan Bahan Air Baku Air Minum Sebagai Perlindungan Kualitas Air Minum di Kota Yogyakarta. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta. 2014.

Tjokrokusumo, KRT. Pengantar Teknologi Bersih, Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air. Yogyakarta: STTL-YLH. 1995.

Undang-undang Republik Indonesia no. 18 tahun 2012 tentang Pangan.

UU No.4 tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman.

Vini Widyaningsih. Pengolahan Limbah Cair Kantin. Jakarta: FT UI. 2011.

Virgota, A., S. E. Gumbira, A. Saefuddin. Kajian Simulasi Kelayakan SistemPemisahan Sampah Rumah Tangga pada Pengelolaan Sampah di Kotamadya Pekanbaru, Riau. Tesis Program Pascasarjana IPB. 2001.

Wahyu. Daur Ulang Air Limbah Domestik Kapasitas 0,9 M³ Per Jam Menggunakan Kombinasi Reaktor Biofilter Anaerob Aerob Dan Pengolahan Lanjutan. 2009.

Wardhana Wisnu Arya. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Andi Yogyakarta. 2001.

WHO. Penyakit Bawaan Makanan Fokus Pendidikan Kesehatan (*Foodborne Disease: a Focus for Health Education*). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 2002.

Widyastuti M. Manajemen Bencana: Kajian Dan Ruang Lingkup. Jurnal Madani 2005; 2;12-17.

Wied HA. Memproses Sampah. Jakarta: Penebar Swadaya. 2004.